

# **TWK 2002**

**Beiträge zur 5. Tübinger  
Wahrnehmungskonferenz**



# TWK 2002

## **Beiträge zur 5. Tübinger Wahrnehmungskonferenz**

Herausgegeben von

Heinrich H. Bülhoff  
Karl R. Gegenfurtner  
Hanspeter A. Mallot  
Rolf Ulrich

2002

Knirsch Verlag Kirchentellinsfurt

Prof. Dr. Heinrich H. Bülthoff  
Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik  
Spemannstr. 38  
72076 Tübingen

Prof. Dr. Karl R. Gegenfurtner  
Justus-Liebig-Universität Gießen  
Abteilung Allgemeine Psychologie  
Otto-Behagel-Str. 10  
35394 Gießen

Prof. Dr. Hanspeter A. Mallot  
Eberhard-Karls-Universität Tübingen  
Institut für Zoologie  
Auf der Morgenstelle 28  
72076 Tübingen

Prof. Dr. Rolf Ulrich  
Eberhard-Karls-Universität Tübingen  
Institut für Psychologie  
Friedrichstr. 21  
72072 Tübingen

1. Auflage 2002

Copyright © by Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik

Alle Rechte der Veröffentlichung, des teilweisen oder vollständigen Ab- oder Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe, der Verfilmung, zur Vervielfältigung und Verbreitung durch Ton- und Bildträger und der Übertragung durch Rundfunkmedien im In- und Ausland sind vorbehalten.

Herstellung: Knirsch-Verlag, D-72138 Kirchentellinsfurt  
ISBN 3-927091-56-1

# Vorwort

In ihrem fünften Jahr erfreut sich die Tübinger Wahrnehmungskonferenz weiterhin des ungebrochenen Interesses einer interdisziplinären wissenschaftlichen Öffentlichkeit. Die Symposium konzentrieren sich in diesem Jahr auf Kernthemen der Wahrnehmungsforschung, von der Entwicklungspsychologie über Sinnestäuschungen bis zur multimodalen Integration. Der Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung einerseits und dem wahrnehmenden Subjekt und seinem Bewusstsein andererseits ist Thema des Abendvortrags am Samstag. Bei den eingereichten Posterbeiträgen gibt es einen sprunghaften Zuwachs um fast 50 % zu verzeichnen; die Anzahl liegt jetzt bei 143. Abgerundet wird das Programm durch eine öffentliche Ausstellung zu Wahrnehmungstäuschungen, die von der Fachhochschule Aalen und dem Turm der Sinne (Nürnberg) organisiert wurde.

Der Preis der Tübingen Wahrnehmungskonferenz 2001 für den besten studentischen Posterbeitrag wurde aufgeteilt. Die Preisträger waren Michael Dorr vom Institut für Signalverarbeitung der Universität Lübeck (für den Beitrag "Mathematical and perceptual analysis of multiple motions"; zusammen mit Ingo Stuke, Cicero Mota und Erhardt Barth) sowie Daniel Jokisch von der Fakultät für Psychologie der Ruhr-Universität Bochum (für den Beitrag "Die Wahrnehmung von absoluter Größe in biologischer Bewegung"; zusammen mit Nikolaus F. Troje). Auch in diesem Jahr kann der mit 1000 DM dotierte Preis wieder vergeben werden, wiederum mit Unterstützung durch den Förderverein für neurowissenschaftliche Forschung e.V., Tübingen, dem wir herzlich dafür danken.

Dass die TWK fünf Jahre nicht nur überdauert hat, sondern dass sie sich in dieser Zeit zu einem weithin wahrgenommenen Forum für die Wahrnehmungsforschung entwickeln konnte, ist nicht selbstverständlich. Die Veranstalter möchten sich hierfür bei allen Teilnehmern bedanken, deren wissenschaftliche Beiträge die Substanz der Veranstaltung bilden. Wir danken ausserdem der Universität Tübingen und dem Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik für ihre Hilfe bei der Finanzierung und der Infrastruktur. Schließlich danken wir den vielen freiwilligen Helfern, die für den reibungslosen Ablauf der Konferenzen sorgen. Das Jubiläum der TWK wird am Samstag abend in der Tübinger Kelter gefeiert.

Tübingen und Gießen, im Februar 2002

Die Herausgeber



# Wissenschaftliches Programm

Freitag, 22. Februar 2002

ab 14:00	Registration und Aufhängen der Poster
14:55	Begrüßung
	Symposium über Wahrnehmungsentwicklung (Gudrun Schwarzer, Tübingen)
15:00	Martin Schöning (Tübingen) Anatomisch-funktionelle Grundlagen der frühen Wahrnehmungsentwicklung
15:30	Ruxandra Sireteanu (Frankfurt) Looking for visual primitives: Visual search and its neural correlates in infants and children
16:00	Karsten Nubel (Berlin) Elektrophysiologische Korrelate früher auditorischer Diskriminationsleistungen bei Säuglingen
16:30	Kaffeepause
17:00	Michael Kavsek (Bonn) Objekterkennung im ersten Lebensjahr
17:30	Gudrun Schwarzer (Tübingen) Entwicklung der Gesichtsverarbeitung: Altersspezifische Bedeutung einzelner Merkmale

## Samstag, 23. Februar 2002

	Symposium über Sinnestäuschungen und Sinneswahrheiten (Manfred Fahle, Bremen)
9:00	Manfred Fahle (Bremen) Wodurch werden Sinnestäuschungen bewirkt?
9:20	Michael Bach (Freiburg) Optische Täuschungen: Vom Auge zum Gehirn
9:40	Peter Thier (Tübingen) Die Inferenz-Theorie der Wahrnehmung
10:00	Ingo Rentschler (München) Die visuelle Überschätzung ausgefüllter Abstände - hat sie etwas mit rezeptiven Feldern zu tun?
10:20	Kaffeepause
11:00	Christa Neumeyer (Mainz) Simultaner Farbkontrast und Farbkonstanz bei Biene, Fisch und Mensch
11:20	Michael Herzog (Bremen) Illusionäre Illusionen
11:40	Lothar Spillmann (Freiburg) Assimilative Farbtönung auf großen Flächen
12:00	Michael Schrauf (Mainz) Sinnestäuschung und Kontrastwahrnehmung: Das Szintillations-Gitter Phänomen
12:20	Mittagspause
14:00	Postersitzungen Die Poster werden in 4 Gruppen aufgeteilt. Die Autoren sollen mindestens während der angegebenen Zeit vor Ihrem Poster anwesend sein. Die Gruppenzugehörigkeit ist auf dem Posterboard markiert.  Gruppe A: 14:00 - 15:00 Uhr Gruppe B: 15:00 - 16:00 Uhr Gruppe C: 16:00 - 17:00 Uhr Gruppe D: 17:00 - 18:00 Uhr
18:10	Verleihung des Preises für das beste studentische Poster
18:15	Abendvortrag Prof. Thomas Metzinger (Mainz) Phänomenales Bewusstsein und die Perspektive der Ersten Person
	<b>Anschliessend Jubiläumsfeier in der Tübinger Kelter</b>



## Sonntag, 24. Februar 2002

	Symposium über Visuell-Haptische Integration (Marc Ernst, UC Berkeley)
9:00	Astrid Kappers (Utrecht) Haptic and visual space
9:30	Roberta Klatzky (Carnegie Mellon, Pittsburgh) Object Recognition in Vision and Haptics
10:00	Marc Ernst (Tübingen) Integration of Simultaneous Visual and Haptic Information
10:30	Kaffeepause
11:00	Antonio Bicchi (Pisa) Tactile Flow
11:30	Dietrich Peter Pretschner (Braunschweig) Visual-Haptic Integration to Improve Virtual Surgery
12:00	Schlußdiskussion, Abhängen der Poster, Ende der Konferenz



# Verzeichnis der Beiträge

## **Symposium: Wahrnehmungsentwicklung**

*Symposium über Wahrnehmungsentwicklung 26*

Organisatorin: Gudrun Schwarzer

*Anatomisch-funktionelle Grundlagen der frühen Wahrnehmungsentwicklung 27*

Martin Schöning

*Looking for visual primitives: visual search in infants and toddlers 28*

Ruxandra Sireteanu

*Ereigniskorrelierte Potentiale und Mismatch Negativity bei Säuglingen 29*

K. Nubel, C. Weber & A. Friederici

*Objekterkennung im ersten Lebensjahr 30*

Michael Kavsek

*Entwicklung der Gesichtsverarbeitung:*

*Altersspezifische Bedeutung einzelner Merkmale 31*

G. Schwarzer, S. Huber, M. Korell & N. Zauner

## **Symposium: Sinnestäuschungen und Sinneswahrheiten**

*Symposium über Sinnestäuschungen und Sinneswahrheiten 34*

Organisator: Manfred Fahle

*Wodurch werden Sinnestäuschungen bewirkt? 35*

Manfred Fahle

*Optische Täuschungen: Vom Auge zum Gehirn 36*

Michael Bach

*Die Inferenz-Theorie der Wahrnehmung 37*

Peter Thier, Thomas Haarmeier & Subhojit Chakraborty

*Die visuelle Überschätzung ausgefüllter Abstände –  
hat sie etwas mit rezeptiven Feldern zu tun? 38*

Ingo Rentschler & Kaoru Noguchi

*Simultaner Farbkontrast und Farbkonstanz bei Biene, Fisch und Mensch* 39

Christa Neumeyer

*Illusionäre Illusionen* 40

Michael Herzog & Manfred Fahle

*The Watercolor effect: A new principle of figure-ground organization* 41

Lothar Spillmann & Baingio Pinna

*Sinnestäuschung & Kontrastwahrnehmung:*

*Das Szintillations-Gitter Phänomen* 42

Michael Schrauf

### **Symposium: Visuell-Haptische Integration**

*Symposium über Visuell-Haptische Integration* 44

Organisator: Marc Ernst

*Haptic and visual perception of space* 45

Astrid M.L. Kappers

*Object recognition in vision and haptics* 46

Roberta Klatzky & Susan J. Lederman

*Integration of simultaneous visual and haptic information* 47

Marc O. Ernst & Martin S. Banks

*Tactile flow* 48

Antonio Bicchi

*Visual-haptic integration to improve virtual surgery* 49

Dietrich Peter Pretschner, K.-H. Wolf & T. Lison

### **Postersitzung: Farbensehen**

*Optical crosscorrelation of global x local information by scatter of light in aperture space and diffraction of images in image space:*

*the basis of adaptive optical preprocessing in human vision* 52

N. Lauinger

*Kontrastkodierung bei Dichromasie* 53

Sven Schultz & Eike Richter

*Flank transparency: Linking neon color spreading and the watercolor effect* 54

Daniel Wollschläger, Antonio M. Rodriguez & Donald D. Hoffman

*Ein "Filtermodell" der Farbbedingungen perzeptueller Transparenz* 55

Franz Faul & Vebjörn Ekroll

*Farbkanalspezifität und Linearität bei der Kontrastkodierung* 56

Eike Richter & Johannes Andres

*Das natürliche Zentrum der Chromatizitätsebene ist nicht immer achromatisch:*

*Ein neuer methodischer Zugang zur Untersuchung relationaler Farbkodierung.*  
57

Vebjörn Ekroll, Franz Faul, Reinhard Niederée & Eike Richter

*Das Phänomen der farbigen Schatten – ein Spezialfall der Farbkonstanz?* 59

Anatol Julian Kallmann, Jürgen Schramme & Christa Neumeyer

*Selective color vision deficiencies in major depressive disorder* 60

Tobias Meißner, S. Aschenbrenner, O. Tucha, R. Zwisler,  
P. Eichhammer, H. Klein & K.W. Lange

*Farbkonstanz und räumliches Umfeld in einer Farbbenennungsaufgabe* 61

Sebastian Walter & Karl R. Gegenfurtner

*Color percepts of dichromats indicate trichromat-like  
representation of colors* 62

Thomas Wachtler, Stefan Rotter & Rainer Hertel

*Natural orthogonal basis of the color space* 63

Vitali V. Gavrik

## **Postersitzung: Täuschungen**

*Zur wahrgenommenen Größe* 66

W.A. Kreiner

*Parallel perception of multiple visually bistable patterns* 67

A. Maier, M. Wilke, D.A. Leopold & N.K. Logothetis

*Periods of stimulus absence stabilize the perception of ambiguous patterns* 68

M. Wilke, A. Maier, D.A. Leopold & N.K. Logothetis

*Necker-Würfel: Neuronale Sättigung und “top-down” Einflüsse* 69

Jürgen Kornmeier, Sven P. Heinrich & Michael Bach

*A new theory of the Poggendorff illusion based on stereoscopic vision* 70

Thorsten Hansen

*Der Flash-lag Effekt: Lässt sich eine neuronale Latenzdifferenz für die Wahrnehmung bewegter und geblitzter visueller Reize mit TMS nachweisen?* 71

Michael Vorwerg & Thomas Kammer

*Overestimation of 15-40 percent of configural information in faces: The role of geometrical illusions* 72

Adrian Schwaninger & Franziska Hofer

*Was wir nicht wahrnehmen, obwohl es die Augen “sehen”: ein Blick auf die eigenen Sehzellen. Entoptische Strukturen im menschlichen Auge – sichtbar durch ein Mikroskop mit rotierender Aperturblende* 73

Rainer Wolf, Matthias Schuchardt & Rainer Rosenzweig

### **Postersitzung: Objekterkennung**

*Functional hemispheric asymmetries for the integration of stimulus level and form* 76

Gregor Volberg & Ronald Hübner

*A relative encoding model of spatiotemporal boundary formation* 77

Douglas W. Cunningham, Arnulf B. A. Graf & Heinrich H. Bülthoff

*Die ersten Millisekunden eines Gesichts:*

*Frühe Prozesse der Gesichtserkennung* 78

Claus-Christian Carbon & Helmut Leder

*Priming for plane-rotated objects depends on attention* 79

Volker Thoma & Jules Davidoff

*Integration of local features into visual shapes in the human visual cortex* 80

Christian F. Altmann, Zoe Kourtzi, Wolfgang Grodd & Heinrich H. Bülthoff

*Dynamics of common fate* 81

Ronny Werner, Christian Kaernbach & Adrian von Mühlenen

*Typizität und Formähnlichkeit von Kategoriemitgliedern sind beeinflusst durch topologische Transformationen* 82

Markus Graf

- Recognizing faces across different views: does caricaturing help?* 83  
Barbara Knappmeyer, Yi Cheng & Isabelle Bühlhoff
- Face gender is not perceived categorically* 84  
Isabelle Bühlhoff
- Facial self recognition and its specific relation with the right hemisphere* 85  
Hyo Un Yoon, Christian Plewnia, Mathias Bartels & Tilo Kircher
- Maskierung visueller Reize durch Magnetstimulation in zwei Zeitperioden* 86  
Klaas Puls & Thomas Kammer
- Psychophysikalische Studien zur Lerninvarianz von Objekten* 87  
H. Lee, G. Rainer & N.K. Logothetis
- Investigation of face representation in monkeys using adaptational aftereffects* 88  
I.V. Bondar, D.A. Leopold, J.M. Pauls & N.K. Logothetis
- ‘Rein zeitbasierte Figur-Grund-Segmentierung’ ist auch nach Tiefpassfilterung noch notwendig* 89  
Farid I. Kandil & Manfred Fahle
- A Neural model of recurrent processing for texture boundary detection in the infero-temporal pathway* 90  
Axel Thielscher & Heiko Neumann
- Raum-zeitliche neuronale Aktivität in einem Oszillator-Modell des Thalamus* 91  
Benjamin Liske, Jürgen Schwarz & Andreas Stevens
- Über die Austauschbarkeit von Ort und Zeit* 92  
Michael Dorr & Erhardt Barth
- Topographische Muster der Gesichtsfelderweiterung: Veränderung objektiver und subjektiver Gesichtsfeldgröße im Verlauf eines Restitutionsstrainings* 93  
Dorothe A. Poggel, Eva M. Müller-Oehring, Erich Kasten, Ulrike Bunzenthal & Bernhard A. Sabel
- Invariance of the psychometric function’s slope across the visual field for contrast-dependent character recognition* 94  
Hans Strasburger
- Sind die größten VEP-Amplituden auch immer die signifikantesten? Ergebnis einer Studie mit Mehrkanal-Ableitung* 95  
Monika Heine & Thomas Meigen
- Visuelle Fähigkeiten lernen* 96  
Anke Huckauf

*Correlates of visual learning in area V4* 97

Gregor Rainer & Nikos K. Logothetis

*The effect of training on vernier thresholds in the peripheral visual field:*

*Psychophysics and electrophysiology* 98

Ira Ludwig & Wolfgang Skrandies

*Funktionelle Kernspintomographie kortikaler Aktivierung bei der  
Figur-Hintergrund Unterscheidung aufgrund von Leuchtdichte, Farbe,  
Bewegung und räumlicher Tiefe* 99

Karoline Spang, S. Brandt, M. Morgan, V. Diehl, B. Terwey & M. Fahle

*Detection and discrimination in pink noise* 100

Felix A. Wichmann & G. Bruce Henning

### **Postersitzung: Binokulare Wahrnehmung**

*Fixationsdisparation: Einflüsse der vertikalen Bildaufbaurichtung  
am CRT-Monitor auf die Konvergenzgenauigkeit* 102

Stephanie Jainta & Wolfgang Jaschinski

*Der minimale Leuchtdichtekontrast für stereoskopischen Glanz* 103

Wolfgang Pieper & Ira Ludwig

*Bestimmung der 3D-Verrechnungszeit mittels der  
“Delayed Stereopsis Illusion” (DSI)* 104

Rainer Rosenzweig, Matthias Schuchardt & Rainer Wolf

*The locus of perceived equidistance in binocular vision* 105

Jürgen Heller

### **Postersitzung: Bewegungswahrnehmung**

*Keine Adaptation durch oszillierende Bewegung?* 108

Sven P. Heinrich & Michael Bach

*Global motion processing: When S-cones kick in* 109

Alexa I. Ruppertsberg, Sophie M. Wuerger & Marco Bertamini

*Biologische Bewegung definiert durch Bewegung 2. Ordnung* 110

Uwe J. Ilg, Jan Churan & Martin Giese



*Neural mechanisms for robust integration and segregation of motion patterns 111*

Pierre Bayerl & Heiko Neumann

*Complex finger sequences elicit gamma-band activity over the mesial premotor cortex 112*

Barbara Ripper, Jochen Kaiser & Werner Lutzenberger

*Direction selective detection of auditory and visual motion stimuli 113*

Sophie M. Wuerger, Markus Hofbauer, Georg Meyer, Florian Roehrbein, Kerstin Schill & Christoph Zetsche

*Gender discrimination from biological motion:.*

*What kind of information is used? 114*

Sandra Richwien & Nikolaus Troje

*Individual recognition from biological motion:*

*Structural versus dynamic information 115*

M. Lavrov & N. Troje

*Perception and production of biological motion in patients with early brain lesions 116*

Marina Pavlova, M. Staudt, A. Sokolov, S. Böhm, N. Birbaumer & I. Krägeloh-Mann

*Wahrnehmung von Abprallen und Durchgleiten bei ambigüen Bewegungsreizen 117*

Jürgen Golz & Rainer Mausfeld

*Processing of chromatic and achromatic motion signals in human cortex 118*

J.W. Rieger, K.R. Gegenfurtner, C. Tempelmann & H-J. Heinze

*Why do dots appear to move faster when viewed through a smaller window?*

*A study of visual perception and the responses of neurons in primate extrastriate areas MT and MST 119*

Jennifer Shelley, Natalie Rüb, Stefan Schumann, Jan Churan & Uwe Ilg

*Ideal-Observer-Modell zur Wahrnehmung biologischer*

*Bewegung mittels Forminformation 120*

Joachim Lange & Markus Lappe

*Neuronal plausible Modell für die Erkennung Biologischer Bewegung 121*

Martin A. Giese & L.M. Vaina

*Bewegungswahrnehmung untersucht mit evozierten Potentialen – welche Reize sind geeignet? 123*

A.E.H. Renkl, S.P. Heinrich & M. Bach

*Antworten der Neurone in Arealen MT und MST auf visuelle, akustische und visuell-akustische Bewegungsreize 124*

Jan Churan & Uwe J. Ilg

*What is meant by “upside down”? Reference frames for the inversion effects in face recognition and biological motion detection 125*

Nikolaus Troje & Andreas Förster

*Dynamics of category scale for visual speed in variable contexts 126*

Alexander Sokolov & Marina Pavlova

*Residuelle visuelle Bewegungswahrnehmung im hemianopischen Gesichtsfeld: Vermittelt über den ipsilateralen visuellen Kortex? 127*

Esther Marx, Sandra Bense, Thomas Stephan, Tarek Yousry, Marianne Dieterich & Thomas Brandt

### **Postersitzung: Sensomotorische Integration**

*Einfache Bewegungsstrategien kompensieren Wahrnehmungsfehler 130*

Markus Raab

*Bewegungssteuerung unter dem Einfluss mechanischer Schwingungsreize 132*

Christian Haas & Dietmar Schmidtbleicher

*Fröhlich Illusion vs. Onset Repulsion:  
Effekte der psychophysischen Methode 133*

Dirk Kerzel

*Translations do affect vestibular stabilization performance 134*

Markus von der Heyde & Heinrich H. Bühlhoff

*Visuelle und haptische Wahrnehmung der Neigung von Flächen 135*

Andreas Hellmann & Jörg Huber

*Does speed stress affect perceptual or motoric processes?*

*Inferences from the lateralized readiness potential 136*

Gerhard Rinkenauer, Rolf Ulrich & Allen Osman

*Elektrophysiologische Korrelate dynamischer Reize im Simon Paradigma 137*

Katrin Wiegand & Edmund Wascher

*Grasp effects of visual illusions: Simply artifacts? 138*

Volker H. Franz, Heinrich H. Bühlhoff & Manfred Fahlke

- Einfluss von manuellen visuomotorischen Aufgaben  
auf die neuronale Aktivität des Areals MT des Rhesusaffen 139*  
Alwin Gieselmann, Björn Tschalener,  
Wolfgang Kruse & Klaus-Peter Hoffmann
- Bewegungserleben und Handlungskontrolle 140*  
Bernd Groeben & Christian Haas
- Der Einfluß maskierter Reize auf Zeigebewegungen 141*  
Elke Präg, Odmar Neumann, Werner Klotz, Heinrich H. Bühlhoff,  
Manfred Fahle, Volker H. Franz & Manfred Heumann
- Prism adaptation: Dependency on motion trajectory 142*  
Lutz Munka, Christian Kaernbach & Douglas W. Cunningham
- The role of V5/MT in visually guided hand movements 143*  
Celia Oreja-Guevara, R. Kleiser, W. Paulus, R.J. Seitz & K.P. Hoffmann
- Visual-tactile matching: An fMRI study 144*  
Matthias Bischoff, Gebhard Sammer, Peter Kirsch & Dieter Vaitl
- Vestibulär Evozierte Potentiale:  
Untersuchungen in Schwerelosigkeit und unter Schwerkraft 145*  
Rainer Loose, Thomas Probst, Oliver Tucha, Erhard Bablok,  
Steffen Aschenbrenner & Klaus W. Lange
- Task-specific plasticity of somatosensory cortex  
in patients with writer's cramp 146*  
C. Braun, R. Schweizer, U. Heinz, K. Wiech, N. Birbaumer & H. Topka
- A combined model for intermanual transfer:  
Evidence from electroencephalography 147*  
Regine Lange, Christoph Braun & Benjamin Godde
- Haptisches Erkennen und begriffliche Repräsentation 148*  
Cornelius Steckner
- Chunking during a drawing task 149*  
Andreas G. Fleischer & Thomas Westphal

## **Postersitzung: Blickbewegungen**

*Unterdrückung blickstabilisierender Reflexe während Augenfolgebewegungen:  
Hinweise auf die Beteiligung einer extra-retinalen Referenz* 152

Axel Lindner & Uwe J. Ilg

*Modeling the time course of visual-tactile spatial interaction* 153

Hans Colonius, Adele Diederich, Sandra Tabeling & Daniela Bockhorst

*Charakterisierung individueller beidäugiger  
sakkadischer Augenbewegungen* 154

Wilhelm Bernhard Kloke, Wolfgang Jaschinski & Alf Köhn

*Mechanismen von Augenfolgebewegungen  
nach Initiierung der Folgebewegung* 155

Sven Garbade & Heiner Deubel

*Akkommodation auf künstliche Reize –  
welche visuellen Signale steuern die Akkommodation?* 156

M. Weiss, A. Seidemann & F. Schaeffel

## **Postersitzung: Raumwahrnehmung**

*Route planning with regionalized spatial memory* 158

Jan Malte Wiener & H.A. Mallot

*Polarisation compass for robot navigation* 159

Amelie Schmolke & Hanspeter A. Mallot

*Encoding of motion in near extrapersonal space  
in the primate ventral intraparietal area (VIP)* 160

Frank Bremmer, Anja Schlack, Klaus-Peter Hoffmann,  
Karl Zilles & Gereon R. Fink

*Learning to predict views for visual homing* 161

Wolfgang Stürzl & Hanspeter A. Mallot

*Spatial updating experiments in Virtual Reality:  
What makes the world turn around in our head?* 162

Bernhard E. Riecke, Markus von der Heyde & Heinrich H. Bühlhoff

- Eigenrichtungswahrnehmung in der horizontalen Ebene nach Ganzkörperdrehungen* 163  
Stefan Glasauer
- Perisakkadische Kompression in zwei Dimensionen* 164  
Marcus Kaiser & Markus Lappe
- Evaluating architectural interiors with terms of everyday language* 165  
Gerald Franz, Markus von der Heyde & Heinrich H. Bülthoff
- Kontrastabhängigkeit perisakkadischer Kompression* 166  
Lars Michels & Markus Lappe
- Experiments in virtual reality and the reality:  
Perception of distance and time in large scale urban areas* 167  
Michael M. Popp, Matthias Eichner & Marion Schade
- Der Zeitverlauf von Verzerrungen im räumlichen Gedächtnis* 168  
Antje Fillbrandt & Thomas Schmidt
- Integration of landmark information and optic flow for path integration* 169  
Yu Jin & Sabine Gillner
- Der Einfluß natürlicher Referenzsysteme auf das räumliche Gedächtnis* 170  
Vanessa Jainek, Steffen Werner & Thomas Schmidt
- Combining metric relations and landmark-networks in spatial memory* 171  
Wolfgang Hübner & Hanspeter Mallot

**Postersitzung:  
Aufmerksamkeit und Visuelle Suche**

- Der zeitliche Verlauf attentionaler und sensomotorischer Priming-Effekte in Reaktion und Urteil* 174  
Ingrid Scharlau & Manfred Heumann
- Neurodynamical modelling of attentional top-down and graded lateral local inhibition effects on fMRI and single-cell experiments* 175  
Gustavo Deco, E. Rolls & J. Zihl
- Visuelle Suche in sukzessive aufgebauten Displays* 176  
Monika Kiss, Maren Wolber & Edmund Wascher

- Aufmerksamkeitswechsel zwischen Dimensionen in der visuellen Suche erfordern Integrität des lateralen frontopolaren Cortex: Eine Patientenstudie* 177  
Katharina Mahn, Brit Reimann, Stefan Pollmann, Y. von Cramon & Hermann Müller
- EEG-Korrelate der "Inhibition of Return"* 178  
Edmund Wascher
- Cerebelläre Patienten zeigen keine Defizite in der Ausrichtung räumlicher Aufmerksamkeit* 179  
H. Golla, T. Haarmeier & P. Thier
- Exogen und endogen gesteuerte dimensionsbasierte Aufmerksamkeitswechsel* 180  
Brit Reimann, Hermann J. Müller & Joseph Krummenacher
- Lokalisationsprozesse werden von Ereigniskorrelierten Lateralisierungen reflektiert* 181  
Maren Wolber & Edmund Wascher
- Die Verbesserung der Leistung in einer visuellen Suchaufgabe in Abhängigkeit von Aufgabenschwierigkeit, Exzentrizität und Art des Cues* 182  
Yvonne Grabbe
- Aufmerksamkeit und neue Fehlwahrnehmungen dynamischer Reize* 183  
Elena Carbone
- Neuronale Korrelate dimensionaler Aufmerksamkeitswechsel bei Konjunktions- und einfacher Merkmalsuche* 184  
R. Weidner, S. Pollmann, H.J. Müller & D.Y. von Cramon
- Verbessert eine räumliche Fokussierung der Aufmerksamkeit die Objekterkennung?* 185  
Gisela Müller-Plath
- Attention to visual or vestibular cue appears not to change the weights in the sensor fusion process during body yaw-rotation perception* 186  
Daniel Berger, Markus von der Heyde & Heinrich H. Bühlhoff
- Aufmerksamkeitsabhängige Verzerrungen im visuellen Kurzzeitgedächtnis* 187  
Julia Trommershäuser, Thomas Schmidt & Steffen Werner
- Präattentive Verarbeitung scheinbarer Größe: Effekt einer zentralen 3D-Perspektive* 188  
Astrid Busch, Hermann J. Müller & Joseph Krummenacher

*Untersuchung der Top-down-Beeinflussbarkeit des IOR-Effekts* 189

Dagmar Müller, Adrian von Mühlenen & Brit Reimann

*Zur Interaktion von Wahrnehmung und Aufmerksamkeit:*

*Kontrastmanipulationen haben keinen Einfluß auf den attentional blink* 190

Bettina Rolke & Martin Heil

*Is preattentive processing in visual search similar to  
preattentive processing in texture segmentation?* 191

Anna Schubö

*Kehrt sich der Priming-Effekt nur bei zentral dargebotenen Reizen um?* 192

Angelika Lingnau & Dirk Vorberg

### **Postersitzung: Kognition**

*Werden kurze und lange Zeitintervalle unterschiedlich wahrgenommen?* 194

Judith Nitschke & Rolf Ulrich

*Fluency versus familiarity in aesthetic appreciation* 195

Helmut Leder

*EEG-Kohärenzanalysen zum Einfluß des Referenzsystems  
auf den Abruf visuell-räumlicher Information* 196

Claudia Beate Wilimzig, N. Vath, T. Schmidt, G. Lürer,  
S. Werner, B. Schack & W. Krause

*Paired-Pulse-Verhalten der visuell evozierten Potentiale  
bei manifester Depression* 197

Carsten Döing, Manuel Bröhmer, Claus Normann & Michael Bach

*Criteria for perception without awareness* 198

Thomas Schmidt & Dirk Vorberg

*Der Einfluß von Motivdisposition und Motivanregung auf die vorbewußte  
Verarbeitung motivthematischer verbaler Information* 199

Marlies Pinnow & Herbert Götzl

*Emotional blindness?* 201

Silke Anders, Martin Lotze, Bettina Sadowski, Michael Erb,  
Wolfgang Grodd & Niels Birbaumer

*Gibt es doch eine modalitätsspezifische Segregation des präfrontalen Kortex? – Eine fMRI-Studie* 202

Ralf Saur, Michael Erb, Wolfgang Grodd & Thomas Kammer

*Response times as a function of correct and incorrect answers in two psychophysical discrimination tasks* 203

Thomas Rammsayer

*Subjektive Gegenwartsdauer unter der Körperbelastung* 204

Oleksiy Polunin

*Is there a master clock in temporal information processing?* 205

Susanne Brandler & Thomas Rammsayer

### **Postersitzung: Auditive Wahrnehmung**

*Auditive Kontrasteffekte bei der Lokalisation maskierten Rauschens in der vertikalen Medianebene* 208

Stephan Getzmann

*Unterschiede in der auditiven Lokalisation bei Blinden und Sehenden* 209

Jörg Lewald

*Sprachperzeption bei Störgeräuschen: Eine entwicklungspsychologische Untersuchung* 210

Harry de Maddalena & Eva Giebel

*Elementary auditory percepts: Atoms of auditory perception?* 211

Christian Kaernbach

*The magnitude of auditory pseudoneglect differs in the auditory fields* 212

Ralf Goertz & Ruxandra Sireteanu

*Effects of affective context information on the crossmodal integration of auditory and visual information: An fMRI study* 213

Susanne von Frowein, Gebhard Sammer, Peter Kirsch & Dieter Vaitl

*Dynamics of brain state transitions during anesthetic induction in the monkey* 214

Florent Haiss, David Leopold, Yusuke Murayama & Nikos K. Logothetis

*Time-course of visual-auditory integration* 215

Heike Heuermann, Petra A. Arndt & Hans Colonius



**Symposium:  
Wahrnehmungsentwicklung**

# Symposium über Wahrnehmungsentwicklung

**Organisatorin: Gudrun Schwarzer**

**Friedrich-Miescher-Laboratorium der Max-Planck-Gesellschaft, Tübingen**

**gudrun.schwarzer@tuebingen.mpg.de**

Über den Startpunkt und die sich anschließende Entwicklung von Wahrnehmung konkurrieren zwei verschiedene Sichtweisen. Die konstruktivistische Sicht geht davon aus, dass Wahrnehmungsentwicklung fortschreitendes Lernen darüber bedeutet, wie Sinnesempfindungen mit der realen Umwelt zusammenhängen. Die ökologische Sichtweise betont dagegen, dass die Wahrnehmung schon ab der Geburt bedeutungsvoll ist und es Aufgabe der Entwicklung ist, das Wahrgenommene immer stärker zu differenzieren. Ein Weg, diese Kontroverse aufzulösen, besteht darin, zu analysieren, wie die Wahrnehmungsfähigkeiten im Säuglingsalter beschaffen sind und sich weiter entwickeln. Genau darum geht es in dem Symposium.

Die Entwicklung von Wahrnehmungsfähigkeiten aus dem visuellen und auditiven Bereich wird in den verschiedenen Beiträgen dargelegt, wobei sowohl psychologische als auch neurophysiologische Veränderungen berücksichtigt werden. Im Beitrag von *Martin Schoening* werden die anatomisch-funktionalen Grundlagen der frühen Wahrnehmungsentwicklung erörtert, die unabhängig sind, um Wahrnehmungsveränderungen zu verstehen. *Ruxandra Sireteanu* untersucht, auf welchen Elementarmerkmalen sich die visuelle Wahrnehmung zwischen 1. und 3. Lebensjahr aufbaut und wie diese Veränderungen mit dem Einsetzen qualitativ verschiedener neuronaler Verarbeitungsmechanismen zusammenhängen. Zu welchen Diskriminationsleistungen von Tonhöhen, Phonemen und Silben Säuglinge imstande sind und wie diese mit elektrophysiologischen Ableitungen korrespondieren, thematisiert der Beitrag von *Karsten Nubel, Frau Weber und Angela Friederici*. *Michael Kavsek* analysiert in seinem Beitrag, unter welchen Bedingungen es Säuglingen im Laufe des ersten Lebensjahres gelingt, die dreidimensionale Form eines visuellen Objekts zu erkennen und nicht-komplette Flächen in der Wahrnehmung zu kompletieren, wobei er die besondere Bedeutung von Bewegungsinformationen hervorhebt. *Gudrun Schwarzer, Susanne Huber, Monika Korell und Nicola Zauner* befassen sich mit einem besonderen visuellen Stimulus - dem menschlichen Gesicht - und berichten über Veränderungen der Gesichtsverarbeitung vom Säuglingsalter bis zum 10. Lebensjahr.

## **Anatomisch-funktionelle Grundlagen der frühen Wahrnehmungsentwicklung**

**Martin Schöning**

**Universitätsklinik für Kinderheilkunde und Jugendmedizin, Tübingen**

**[martin.schoening@med.uni-tuebingen.de](mailto:martin.schoening@med.uni-tuebingen.de)**

Eine wesentliche Voraussetzung für einen normalen Ablauf der frühkindlichen Entwicklung ist eine reguläre prä- und postnatale Reifung des Gehirns auf mikro- und makroskopischer Ebene. Der Verlauf des Hirnwachstums, die Proliferation von Neuroblasten und ihre (fragliche) selektive Elimination, die Dendritenbildung und Synaptogenese sowie die Entwicklung der Myelinisierung werden in ihrer normalen zeitlichen Abfolge dargestellt. Die funktionelle Inbetriebnahme der einzelnen Hirnregionen kann mittels nuklearmedizinischer Verfahren erfaßt werden an der regionalen Steigerung des Stoffwechsels und der Hirndurchblutung, sowie - mittels Magnetresonanztomographie - an der zeitlichen Abfolge der Myelinisierung. Sie folgt einem klaren, wohl genetisch festgelegten Muster und stellt ein anatomisch-funktionelles Korrelat der frühkindlichen Wahrnehmungsentwicklung dar.

## Looking for visual primitives: visual search in infants and toddlers

Ruxandra Sireteanu

Max-Planck-Institut für Hirnforschung, Frankfurt und Universität Frankfurt

ruxsir@netscape.net

Visual search is a procedure by which an observer is asked to locate as rapidly and correctly as possible a target item among a number of distracting items. If the time needed to complete the search is independent of the number of distractors, the search is thought to proceed in parallel; the target is said to "pop-out"; amidst the distractors. If the search time increases roughly linearly with the number of distractors, the search is thought to be serial. Items for which search is parallel are considered to be elementary "features" - the building blocks of visual perception. A particularly useful tool for diagnosing elementary features is search asymmetry: search time might be asymmetric according to whether an item serves as a target or as a distractor (Treisman & Souther, 1985). For instance, a circle with a gap pops out amidst an array of closed circles (but not vice versa), leading to the conclusion that the visual attribute "gap" is a feature, while "closure" is not. The aim of the present work was to individuate the elementary features of the visual world of the human infant. We reasoned that, if the features identified by an asymmetric search are indeed the visual primitives they are believed to be, they should act as attention attractors in young infants tested with a forced-choice preferential looking procedure. We tested infants between 2 and 12 months of age and children between 1 and 4 years of age (n=12 subjects/group). The stimuli were presented on cardboard cards containing a target item amidst 15 distracting items. The tasks used were: "size contrast" (a single large blob amidst a number of small blobs), "orientation contrast" (a line tilted to the left amidst lines tilted to the right), "gap" (a broken circle amidst complete circles, or a broken square amidst complete squares), "line endings" (a single vertical or horizontal line amidst complete quadrangles) and finally, "spatial frequency contrast" (a patch of a given spatial frequency amidst patches of a differing spatial frequency). With the exception of "size contrast", all tasks contained the putative "feature" either as a target or as a distractor. The task of a naïve observer was to make a forced-choice judgement on the side of the card preferred by the subject. Correct guesses yielded a positive score, incorrect ones a negative one. We found that, while 3-year-old children show visual preferences remarkably similar to those of adult observers, young infants enter the world with a visual repertoire dramatically different from that of adults. Three-month-old infants show positive preferences for visual objects more salient than their surround (a large dark blob or a patch of a lower spatial frequency). But they prefer closed, smooth contours over broken ones. Line endings are not attention attractors, unless they are arranged in a coherent fashion. Differences in line orientation are not able to command the attention of the infants. Transition from the infant to the mature pattern of preferences occurs somewhere between the first and the third birthday. This sharp transition in visual preferences between infancy and toddlerhood points to the emergence of qualitatively different brain mechanisms, which enter the scene as mobility increases, in time to govern independent navigation in the visual world.

## **Ereigniskorrelierte Potentiale und Mismatch Negativity bei Säuglingen**

**K. Nubel, C. Weber & A. Friederici**

**Klinik für Audiologie und Phoniatrie,  
Universitätsklinikum Benjamin Franklin, FU Berlin**

**nubel@medizin.fu-berlin.de**

Im Rahmen der Deutschen Sprachentwicklungsstudie wurden bei 40 normalhörenden und altersgemäß entwickelten Säuglingen im Alter von 4 Wochen und 5 Monaten die Tonhöhenunterscheidung (1000Hz gegen 1200Hz) und Phonemdiskrimination (/da/ gegen /ga/) sowie die Diskriminationleistung unterschiedlicher Silbenlängen (/ba/ gegen /ba:/) im Alter von 8 Wochen mittels der vorbereiteten Anteile ereigniskorrelierter Potentiale untersucht.

Die ereigniskorrelierten Potentiale wurden über 11 Kanälen abgeleitet. Bei Verwendung eines odd-ball Paradigma mit einem Deviantanteil von 15% wurden jeweils 500 Standard- und 100 Deviantreize separat gemittelt. Die Ton- und Phonemreize hatten jeweils eine Reizlänge von 150 ms Reizlänge mit einer Interstimuluszeit von 750 ms. Der kurze (202 ms) und lange Stimulus (341 ms) wurde sowohl als Standard als auch als Deviant dargeboten (ISI 855 ms). Im Grand-average des Kollektivs zeigte sich im Alter von 4 Wochen für die Ton- und Phonemreizpaare in den frontozentralen Ableitungen eine Positivierung der Deviantantwort gegenüber der Standardantwort ab ca. 200 ms, die für die Töne deutlicher ausgeprägt war als für die Phoneme. Bei den Phonemen zeigte sich außerdem eine Negativierung der Differenzkurve um 700 ms. Im Grand-average der Säuglinge im Alter von 5 Monaten ließ sich für beide Stimuluspaare eine frühe Positivierung nachweisen, die aber von kürzere Dauer war, sowie eine Negativierung, die von höherer Amplitude war als bei den jüngeren Säuglingen. Für den Parameter Silbenlänge wurde im Grand-average der 8 Wochen alten Säuglinge für die 'long deviant'-Bedingung eine deutliche frontozentrale Positivierung zwischen 300 und 500 ms sowie eine Negativierung zwischen 600 und 1000 ms gefunden. In der 'short-deviant'-Bedingung war die Mismatch-Reaktion im Grand-average reduziert.

Die vorliegenden Daten belegen funktionell, dass eine vorbereitete Unterscheidung sowohl von unterschiedlichen Tonhöhen als auch der Phoneme /da/ und /ga/ scheint für Säuglinge schon kurz nach der Geburt möglich. Säuglinge im Alter von 8 Wochen sind bereits in der Lage, Längenunterschiede auf Silbenebene zu diskriminieren, wobei die Detektion eines langen Stimulus in einer Sequenz kurzer Stimuli leichter fällt als umgekehrt. Die Morphologie der ereigniskorrelierten Potentiale unterliegt jedoch bis zum Erreichen einer erwachsenenähnlichen Mismatch Negativity[1] einer deutlichen Entwicklung[2].

[1] Cheour M, Leppanen PH, Kraus N. (2000) Mismatch negativity (MMN) as a tool for investigating auditory discrimination and sensory memory in infants and children. Clin Neurophysiol 111(1):4-16.

[2] Leppanen PH, Pihko E, Eklund KM, Lyytinen H. (1999) Cortical responses of infants with and without a genetic risk for dyslexia: II. Group effects. Neuroreport. 1999 Apr 6;10(5):969-73.

## Objekterkennung im ersten Lebensjahr

Michael Kavsek

Abteilung Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie,  
Psychologisches Institut, Universität Bonn

kavsek@uni-bonn.de

Ein Schwerpunktthema im Bereich der visuellen Wahrnehmungsentwicklung im ersten Lebensjahr ist die Objekterkennung. Hierzu werden zwei Forschungsstränge dargestellt und diskutiert, die Objektwahrnehmung im Kontext der Extraktion von Tiefensignalen und die Fähigkeit zur modalen und amodalen Vervollständigung von Formen. Die meisten Studien zur Wahrnehmung dreidimensionaler Objekte beschäftigen sich mit der Rolle kinematischer Tiefensignale. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß Säuglinge mit 4 Monaten in der Lage sind, die dreidimensionale Struktur von Objekten aus den perspektivischen Transformationen zu extrahieren, die durch Bewegung geliefert werden. Komplizierter ist die Situation für stereoskopische Tiefensignale. Auch hier ist demonstriert worden, daß diese Signale bereits von 4 Monate alten Säuglingen zur Erkennung von Objektstruktur verwertet werden. Allerdings enthalten die entsprechenden Studien immer eine Phase, in welcher der Objektaufbau durch kinetische Hinweise definiert wird. Studien, in denen die Testobjekte rein statisch vorgelegt werden, berichten einen Zusammenbruch der Objektwahrnehmung bei jüngeren Säuglingen. Bislang existiert nur eine Arbeit über die frühestkindliche Fähigkeit zur Wahrnehmung unbewegter Reize, deren räumliche Struktur durch stereoskopische Tiefenhinweise spezifiziert wird (Ruff, 1978). Aus dieser Untersuchung geht hervor, daß die erforderliche Wahrnehmungsleistung erst nach dem siebten Lebensmonat gelingt. In einer eigenen Studie konnten wir zudem demonstrieren, daß die Wahrnehmung von Objekten, deren räumlicher Aufbau nur durch bildhafte Tiefensignale gegeben ist, ebenfalls erst nach dem 7. Lebensmonat nachweisbar ist. Ein weiterer aktueller Forschungsgegenstand ist die Fertigkeit zur modalen und amodalen Komplettierung von Oberflächen. Amodale Komplettierung bezieht sich auf die Leistung, die Gesamtform eines Objektes herzuleiten, das partiell von einem anderen Gegenstand abgedeckt ist. Untersucht wird diese Leistung zum einen im Paradigma der Objekteinheitlichkeit, zum anderen im Paradigma der subjektiven Figuren. Modale Komplettierung meint die Vervollständigung von Oberflächenumrissen, die nur teilweise ausgeführt sind. Eine solche Komplettierung findet bei der Wahrnehmung subjektiver Konturierung statt. Sowohl modale als auch amodale Komplettierungsvorgänge lassen sich bei jungen Säuglingen nachweisen, wenn die kritische Struktur durch kinetische Tiefenvariablen spezifiziert wird. Unter statischen Bedingungen finden diese Vorgänge in konsistenter Form erst bei Säuglingen jenseits der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres statt. Neuere Befunde lassen allerdings darauf schließen, daß eine modale Vervollständigung auch dann gelingt, wenn die Wahrnehmungsreize etwa durch Einbettung in eine Bewegung angereichert werden.

## **Entwicklung der Gesichtsverarbeitung: Altersspezifische Bedeutung einzelner Merkmale**

**G. Schwarzer, S. Huber, M. Korell & N. Zauner**

**Friedrich-Miescher-Laboratorium der Max-Planck-Gesellschaft, Tübingen**

**gudrun.schwarzer@tuebingen.mpg.de**

Welche Verarbeitungsprozesse Kinder im Laufe der Entwicklung dazu befähigen, Gesichter effektiv wahrzunehmen und zu verarbeiten, ist bis heute ein unverstandenes Thema. Dabei wird kontrovers diskutiert, inwieweit die kindliche Gesichtswahrnehmung auf einzelnen Merkmalen aufbaut, also analytisch ist, oder ob der erste Verarbeitungsschritt der Transformation eines Gesichts in seine interne Repräsentation unanalysierter, holistischer Natur ist. Ziel der vorliegenden drei Studien war, die Entwicklung analytischer und holistischer Verarbeitungsprozesse bei der Wahrnehmung von Gesichtern über die gesamte Entwicklungsspanne vom Säuglings- zum Erwachsenenalter zu untersuchen. In Studie 1 wurde unter Verwendung des Habituations-Dishabituationsparadigmas die Blickzeit von 335 Säuglingen im Alter von 4, 6 und 8 Monaten analysiert. In der Habituationsphase wurden sie an zwei verschiedene Gesichter habituiert. In der sich anschließenden Testphase wurde entweder ein Habituationsgesicht, ein "Switch-Gesicht" (Habituationsgesichter mit ausgetauschten Augen oder Mund) oder ein vollkommen neues Gesicht präsentiert. Die Ergebnisse zeigten eine Abhängigkeit der Blickzeiten vom Alter und vom Gesichtsmerkmal: Während die Verarbeitung des Mundes bei 8monatigen Säuglingen in die Verarbeitung der Gesichtskonfiguration eingebunden war, wurden die Augen zwischen 4 und 8 Monaten analytisch, unabhängig von der Gesichtskonfiguration verarbeitet. Im Säuglingsalter findet sich also sowohl die analytische wie auch die holistische Verarbeitung. In Studie 2 sollten Kinder (zwischen 2 und 10 Jahren) und Erwachsene Gesichter kategorisieren, wobei sie dabei entweder analytisch oder holistisch vorgehen konnten. Die Ergebnisse demonstrierten, dass der Kategorisierung der Gesichter bis zum 10. Lebensjahr eine analytische Verarbeitung zugrunde lag. Im Erwachsenenalter dominierte dagegen das holistische Vorgehen. Somit findet sich also vom Kindes- bis zum Erwachsenenalter ein Entwicklungsverlauf von einer analytischen zu einer holistischen Verarbeitung von Gesichtern. Unter Verwendung desgleichen methodischen Vorgehens wie in Studie 2 thematisierte Studie 3, mit welchem Blickverhalten die analytische und holistische Verarbeitung von Gesichtern verbunden ist. Zu diesem Zweck wurde das Blickverhalten von 7- und 10jährigen Kindern und Erwachsenen bei der Kategorisierung von Gesichtern aufgenommen und die Anzahl der Fixationen auf die einzelnen Gesichtsmerkmale und die Blickpfade analysiert. Vergleicht man die Fixationszeiten mit den Kategorisierungsstrategien, so zeigt sich ein eindeutiger Zusammenhang. Probanden, die Gesichter anhand der Einzelmerkmale Augen, Nase oder Mund kategorisierten, fixierten am Längsten und am Häufigsten genau dieses Merkmal. Probanden, die anhand der Kopfform kategorisierten, aber auch diejenigen, die die Gesichter holistisch kategorisierten, richteten ihren Blick am Häufigsten auf die Nase. Dies legt die Annahme nahe, dass die Nase der Punkt ist, von dem aus sich sowohl die Kopfform als auch der Gesamteindruck am besten beurteilen lässt.

Die Ergebnisse der drei Studien werden sowohl im Hinblick auf bisherige Studien zur Gesichtsverarbeitung diskutiert als auch im Hinblick darauf, wie Gesichtsverarbeitung und Blickverhalten im Laufe der Entwicklung korrespondieren.



**Symposium:  
Sinnestäuschungen und  
Sinneswahrheiten**

# **Symposium über Sinnestäuschungen und Sinneswahrheiten**

**Organisator: Manfred Fahle**

**Human-Neurobiologie, Universität Bremen**

**[mfahle@uni-bremen.de](mailto:mfahle@uni-bremen.de)**

Sinnestäuschungen üben eine anhaltende Faszination aus – sie stellen das naive Bild von der Übereinstimmung zwischen Außenwelt und subjektiver Wahrnehmung in Frage. Dieses Symposium will am Beispiel einiger Täuschungen zeigen, dass die Täuschungen, also die Diskrepanzen zwischen subjektiver und objektiver (hier: physikalischer) Wirklichkeit, uns Einblicke in die Funktionsweise unserer Sinnessysteme erlauben und insofern Wahrheiten über die Struktur der Wahrnehmung ‚ans Licht‘ bringen. Der Leser sei gewarnt: Selbst die Vielfalt der vorgestellten Täuschungen und ihrer Erklärungen stellt lediglich einen verschwindend geringen Anteil der bekannten Illusionen dar – wir lassen uns in einer Vielzahl von Wahrnehmungsaspekten täuschen. Acht kurze Präsentationen werden typische und relativ gut verstandene Täuschungen darstellen und die zugrundeliegenden Mechanismen zumindest teilweise erhellen.

## Wodurch werden Sinnestäuschungen bewirkt?

**Manfred Fahle**

**Human-Neurobiologie, Universität Bremen**

**mfahle@uni-bremen.de**

Zum Auftakt des Symposiums über Sinnestäuschungen und Sinneswahrheiten sollen diese beiden Begriffe ein wenig näher beleuchtet und definiert werden. Als Sinnestäuschung bezeichnen wir gemeinhin eine Diskrepanz zwischen dem subjektiven Erleben eines Wahrnehmungsreizes und seinen physikalischen Eigenschaften, wie sie uns Messgeräte oder ein anderer Blickwinkel, eine andere Sichtweise vermitteln. Ich möchte drei Haupt-Ursachen für Sinnestäuschungen unterscheiden:

1. Kompression der von den Sinnesorganen gelieferten Information beispielsweise durch Ausnutzung von Redundanzen oder schlichtweg unzureichende Information führt manchmal zum Fehlen wichtiger Information und so zur Täuschung
2. Neuronale Operationen zur Bildverbesserung und Kontrastverschärfung verändern die Wahrnehmung und können zu merklichen Differenzen zwischen physikalischem Reiz und neuronaler Abbildung führen.
3. Komplexe und/oder bisher nicht bekannte Ursachen für die Diskrepanz zwischen Reiz und Abbildung.

Für jede Kategorie soll ein Beispiel angeführt werden, so für den ersten Fall die Rekonstruktion dreidimensionaler Tiefe aus den Netzhautbildern beider Augen und die darauf beruhende Illusion der Tiefe bei stereoskopischer Darbietung zweier flacher Bilder eines dreidimensionalen Objektes. Ein Beispiel für die zweite Kategorie von Täuschung sind die Mach-Bänder, und die Mond-Täuschung gehört meines Erachtens in die dritte Kategorie.

## Optische Täuschungen: Vom Auge zum Gehirn

Michael Bach

Universitäts-Augenklinik Freiburg

michael.bach@uni-freiburg.de

Optische Täuschungen gehören zu den erfreulichsten Aspekten der Sehforschung und können auch Laien etwas von der Faszination unseres Arbeitsgebietes vermitteln. Wenn man viele Täuschungen sammelt, zeigt sich dass sie keineswegs alle erklärt sind und sie sich der Systematisierung gerne entziehen. Ich gehe davon aus, dass die Verarbeitung aller Basisdimensionen des Sehens [Helligkeit, Ortsfrequenz in Betrag und Richtung, Bewegung, Stereodisparität und Farbe] so weitgehend und optimal an natürliche Sehbedingungen angepasst ist, dass nur bei untypischen Sehreizen Fehlinterpretationen auftreten. Umgekehrt können wir aus diesen Fehlinterpretationen etwas über die Verarbeitungsmechanismen lernen.

Bei Helligkeitstäuschungen (Hermann-Gitter, induziertes Gitter, Craik-O'Brien-Cornsweet-Täuschung, Kontrast-Kontrast, Ehrenstein-Gitter, Adelson-3d-Plaids und Whitesche Täuschung) lässt sich der Entstehungsort auf dem Weg vom Auge zum Cortex ungefähr angeben. Starke neue Varianten von Akiyoshi Kitaoka erweitern die bekannten Winkeltäuschungen (Hering, Zöllner, Poggendorff, Frazer sowie Caféwall), doch sind die Mechanismen weitgehend unklar. Beim Schließen vom 2-dimensionalen Netzhautbild auf das 3-dimensionale Sehobjekt entstehen viele Größentäuschungen (Ponzo, Mond, Müller-Lyer etc.), alle unmöglichen Bilder (Penrose & Penrose) und viele mehrwertige Figuren (Necker-Würfel, Schröder-Treppe, Hohlmasken). Bewegungstäuschungen entstehen beim Menschen erst im Cortex und reichen von retinotopen Adaptationen (Wasserfallnachwirkung) über generalisierende Bewegungsdetektoren (Speichentäuschung nach Anstis-Rogers) bis zur geschlechtsspezifischen biologischen Bewegung.

In Ergänzung zum Einführungsvortrag werde ich mehr Gewicht auf die Bandbreite der Phänomene legen als auf die Erklärungsansätze.

## **Die Inferenz-Theorie der Wahrnehmung**

**Peter Thier, Thomas Haarmeier & Subhojit Chakraborty**

**Department of Cognitive Neurology, University of Tübingen**

**thier@uni-tuebingen.de**

We are usually unaware of retinal image motion resulting from our own movement. For instance, during slow-tracking eye movements, the world around us remains perceptually stable despite the retinal image slip induced by the eye movement. Building on early suggestions by Hermann von Helmholtz, it is commonly held that this example of perceptual invariance is achieved by subtracting an internal reference signal, reflecting the eye movement, from the retinal motion signal. If the two cancel each other, visual structures, which do not move, will also be perceived as non-moving. If, however, the reference signal is too small or too large, a false eye-movement induced motion of the external world, the Filehne-illusion (FI), will be perceived. Using psychophysical techniques, we have recently demonstrated that the reference signal predicting the consequences of smooth-pursuit eye movements is continuously calibrated on the basis of direction selective interactions between the pursuit motor command and the rotational flow induced by the eye movement, thereby minimizing imperfections of the reference signal and guaranteeing an ecologically optimal interpretation of visual motion. In related electrophysiological work, we have exploited the plasticity of the reference signal to manipulate its size and thereby the size of the FI. This approach has allowed us to look for neurons in visual cortex of monkeys, encoding the percept of self-induced visual motion or the reference signal rather than the retinal motion signal. Such percept-related neurons can already be found in V1 (primary visual cortex), although few in numbers. They become more frequent in areas MT (middle temporal) and MST (medial superior temporal) in the superior temporal sulcus and comprise almost 50% of all neurons in area VPS (visual posterior sylvian) in the posterior parts of the lateral sulcus, an area which as yet has not been touched by physiological work. These percept-related neurons as a whole show changes in discharge rate, which are correlated with changes in the percept of motion. Our ability to perceive a visual world, which is reassuringly stable despite ego motion is based on an extended neuronal network which culminates in the visual posterior sylvian area (VPS) located in an exceptional position in the lateral sulcus below the classical dorsal stream of visual processing.

## **Die visuelle Überschätzung ausgefüllter Abstände – hat sie etwas mit rezeptiven Feldern zu tun?**

**Ingo Rentschler & Kaoru Noguchi**

**Institut für Medizinische Psychologie, Universität München**

**ingo@imp.med.uni-muenchen.de**

Den nach Botti, Oppel-Kundt und Helmholtz benannten geometrisch-optischen Täuschungen ist eine Überschätzung des Abstandes äußerer Konturen durch das Hinzufügen innerer Konturen gemeinsam. In Anlehnung an die gestalt-physiologische Feldtheorie der Hirnfunktion wurde dieses Phänomen durch die lineare Superposition neuronaler Linienbilder oder rezeptiver Felder mit inhibitorischen Komponenten erklärt (z.B. Ganz, 1966). Eine Reihe unserer früheren Beobachtungen widerlegt diesen Ansatz: Die räumliche Annäherung von Konturen gleichen Kontrastes beeinflusst ihren Kontrast, nicht aber ihre wahrgenommene Lage (Rentschler et al., 1975). Bei der Botti-Täuschung hängt die Größenschätzung für die laterale Ausdehnung weder vom Gesichtswinkelabstand ihrer Linienelemente noch von der Gesamtgröße der Figur, sondern vom Quotienten von Linienelementabstand und Gesamtgröße ab (Rentschler et al., 1981). Auch die extrafoveale Darbietung der Botti-Muster ändert an diesem Zusammenhang nichts. Schließlich zeigt sich, daß die Täuschungswirkung gar nicht von der räumlichen Wechselwirkung einzelner Linienelemente als solcher, sondern von der Gruppierung von Linienelementen bestimmt wird (Noguchi et al., 1990). Daraus folgt, daß für die Erklärung von Täuschungen vergrößerter Abstände langreichweitige örtliche Wechselwirkungen und zumindest Rückkopplungen zwischen kortikalen Schichten angenommen werden müssen. Dazu kann man sich an den Arbeiten von S. Grossberg zur Kanizsa-Täuschung orientieren. Als weiteren Befund können wir hier nun berichten, daß die wahrgenommene Größe der Figuren und die ästhetische Präferenz für dieselben Figuren erstaunlich eng zusammenhängen (Rentschler, 1985; Noguchi & Rentschler, 1999). Das legt den Schluß nahe, daß hier auch Rückkopplungen zwischen kortikalen Arealen im Spiel sind, so wie sie G. Deco in seiner Aufmerksamkeitstheorie modelliert hat.

## **Simultaner Farbkontrast und Farbkonstanz bei Biene, Fisch und Mensch**

**Christa Neumeyer**

**Institut für Zoologie III, Universität Mainz**

**christa.neumeyer@uni-mainz.de**

Farbsehen Die Fähigkeit der Farbkonstanz, die es möglich macht, eine Objektfarbe bei den beträchtlichen Änderungen in der spektralen Zusammensetzung des Himmelslichtes wiederzuerkennen, ist eine unabdingbare Voraussetzung für jedes hochentwickelte Farbsehen. Die Farbensehensysteme der Biene, des Goldfisches und des Menschen sind im Laufe der Evolution weitgehend unabhängig voneinander entstanden. Die Eigenschaften aller drei Systeme, die in Verhaltensexperimenten, bzw in psychophysischen Experimenten außerordentlich gut untersucht sind, erwiesen sich als überraschend ähnlich. Der Hauptunterschied besteht darin, daß Goldfische, wie viele andere niedere Wirbeltiere und Vögel, nicht ein tri- sondern ein tetrachromatisches Farbsehen besitzen, mit einem UV-Rezeptor als viertem Zapfentyp. Bei allen drei Farbensehensystemen wurden quantitative Messungen von Farbkonstanz und simultanem Farbkontrast durchgeführt. Die Methode bestand darin, in jeder Versuchssituation eine Reihe von 10-14 farbigen Testfeldern anzubieten, die in feinen Abstufungen beispielsweise von Blau über Grau nach Gelb oder von Grün über Grau nach Purpur reichen. Bienen und Goldfische wurden auf eine mittlere Farbstufe bei weißem Licht dressiert. Im Test wurde entweder die Beleuchtungsfarbe (Farbkonstanz bedingung) oder die Hintergrundfarbe (Farbkontrastbedingung) verändert und das Wahlverhalten protokolliert. Die Versuchspersonen mußten jeweils das ihnen "neutral" erscheinende Testfeld angeben. Perfekte Farbkonstanz konnte innerhalb bestimmter Sättigungsgrenzen des farbigen Lichts nachgewiesen werden. Bei stärkerer Sättigung hing das Ergebnis von der Helligkeit der unmittelbaren Umgebung der Testfelder ab: Bei weißem Hintergrund wurde eine Überkompensation der Farbkonstanz (= Farbkontrast) beobachtet. Starke Farbkontrasteffekte wurden auch bei farbigen Umfeldern erzielt. Farbkonstanz zeigt bei allen drei Systemen sowohl einen Einfluß der chromatischen Adaptation als auch von lateralen neuronalen Interaktionen. Beim Menschen haben weiße Flächen im Gesichtsfeld einen Farbkonstanz-fördernden Effekt. Dies deutet darauf hin, daß auch das Phänomen der Farbigen Schatten die Wirkung des Farbkonstanzmechanismus widerspiegelt und nicht nur als Farbkontrast zu verstehen ist.

Neumeyer C (1980) *J. Comp. Physiol.* 139: 165-176.

Neumeyer C (1981) *J. Comp. Physiol.* 144: 543-553.

Dörr S & Neumeyer C (1997) *Vision Res* 37: 1581-1593.

Dörr S & Neumeyer C (2000) *J Comp. Physiol. A* 186: 885-896

Neumeyer C et al. (2002) *Perception* (im Druck).

## Illusionäre Illusionen

**Michael Herzog & Manfred Fahle**

**Human-Neurobiologie, Universität Bremen**

**mherzog@uni-bremen.de**

Illusionen sind keine Fehlrepräsentationen der Wirklichkeit, sondern treten im Informationsverarbeitungsprozeß als Produkt zwischen verschiedenen Interpretationen eines gegebenen Reizes auf. In diesen Prozess gehen verschiedene a priori Annahmen ein, die auf den verschiedensten Stufen der Wahrnehmung angesiedelt sein können. Wir präsentieren eine Klasse von Illusionen, in der eine perzeptuelle, "frühe" Illusion eine weitere, kognitive Illusion nach sich zieht. Geht eine Linie für kurze Zeit einem Gitter mit wenigen Elementen voraus, so bleibt die Linie unsichtbar. Trotzdem können Eigenschaften der Linie an das Gitter vererbt werden. Ist die Linie z.B. versetzt, geneigt, oder scheinbewegt, so erscheint das Gitter als versetzt, geneigt, oder scheinbewegt, obwohl es unversetzt, gerade und unbewegt ist. Der Versatz der unsichtbaren Linie wird an einer Kante des Gitters wahrgenommen, obwohl die Linie mittig dargeboten wird und die Gitterkante unversetzt ist. Weist die Gitterkante selbst einen Versatz auf, so wird dieser mit dem illusionären Versatz verrechnet. Dementsprechend verändert sich auch die subjektive Wahrnehmung (perzeptuelle Illusion). Die Versuchspersonen attendieren nur auf die Gitterkante. Tragen andere Elemente des Gitters einen Versatz, spielt dieser für die Leistung keine Rolle, d.h. er wird nicht mit dem illusionären Versatz verrechnet. Trotzdem berichten die Beobachter, dass sie das ganze Gitter als versetzt wahrnehmen (kognitive Illusion). Es ist den Versuchspersonen nicht möglich, die illusionäre Natur dieses Eindrucks zu entdecken. Attendieren sie z.B. die andere Gitterkante, erscheint ihnen diese versetzt.



## **The Watercolor effect: A new principle of figure-ground organization**

**Lothar Spillmann & Baingio Pinna**

**Arbeitsgruppe Hirnforschung, Universität Freiburg**

**spillman@uni-freiburg.de**

The Watercolor Effect (WCE) is experienced when a dark (e.g., purple) contour is flanked by a lighter chromatic contour (e.g., orange). Under these conditions, the lighter color will assimilate over the entire enclosed area. This filling-in determines figure-ground organization when it is pitted against the classical Gestalt factors of proximity, good continuation, closure, symmetry, convexity, as well as past experience, and amodal completion. In each of these cases, watercolor is more effective in determining figure-ground organization than the Gestalt factor under consideration. When the WCE is combined with a given Gestalt factor, the resulting effect on figure-ground organization is stronger than for each factor alone (additive interaction). When the WCE emanates from a dark red edge instead of an orange edge, its figural strength is reduced, but still stronger than without it. Finally, when a uniform surface is physically filled using the color of the orange fringe, the consequences for figure-ground organization are not different from that for the purple contour alone. These findings demonstrate that the WCE induced by the edge is an independent phenomenon, not a derivative of mechanisms responsible for the classical Gestalt factors. We suggest that WCE is processed at a level prior to figure-ground organization as there is a completely different percept of the stimulus if the WCE is absent.

## **Sinnestäuschung & Kontrastwahrnehmung: Das Szintillations-Gitter Phänomen**

**Michael Schrauf**

**Institut für Zoologie, Abteilung Neurobiologie, Universität Mainz**

**[schrauf@mail.uni-mainz.de](mailto:schrauf@mail.uni-mainz.de)**

Sinnestäuschung und Kontrastwahrnehmung bezeichnet die besondere Eigenschaft unseres Sehsystems, Helligkeitsdifferenzen von Objekten anders zu interpretieren, als es die physikalisch gemessenen Leuchtdichteverhältnisse vorhersagen. Das hier vorgestellte Szintillations-Gitter besteht in seiner ursprünglichen Form [1] aus einer Variante des Hermann Gitters mit schwarzen Quadraten und grauen horizontalen und vertikalen Linien. Zusätzlich sind an den Kreuzungspunkten der Linien weiße Kreise eingefügt, die die Kreuzungen vollständig überdecken. Beim freien Betrachten entsteht ein starker Luminanzkontrasteffekt in Form von illusorischen dunklen Punkten innerhalb der weißen Kreise, die deutlich dunkler erscheinen als das Grau der horizontal und vertikal angrenzenden Linien und fast das Schwarz der diagonal angeordneten Quadrate annimmt. Diese Punkte zeigen überdies eine ausgeprägte Dynamik, die einem Flickern oder Szintillieren gleicht und sich bei peripherer Betrachtungsweise besonders eindrucksvoll beobachten lässt. Unter strenger Fixation verschwindet der Täuschungseffekt vollständig.

Der Vortrag stellt Bedingungen heraus, die die Stärke des Täuschungseffektes beeinflussen. Dabei sind sowohl die geometrischen Parameter der einzelnen Musterelemente (Quadrate, Linien, Kreise) und deren räumliche Anordnung, als auch der entsprechende Leuchtdichtekontrast relevant. Neben der ursprünglich unbunten Variante des Gitters werden farbige Variationen vorgestellt. Die hierbei auftretenden Täuschungseffekte erzeugen Farbeindrücke, die offensichtlich auf konkurrierende Grenz- und Flächenkontrastmechanismen unter Farbkontrastbedingungen zurückzuführen sind. Abhängig von der Farbzusammenstellung der Musterelemente folgt der Farbeindruck der Täuschungspunkte den Erwartungen der Gegenfarbtheorie oder den Vorstellungen der Farbassimilation.

[1] Schrauf, M., Lingelbach, B., Lingelbach, E., and Wist E.R.: The Hermann grid and the Scintillation effect. *Perception*, 24, 88-89 (1995).

**Symposium:  
Visuell-Haptische Integration**

# Symposium über Visuell-Haptische Integration

**Organisator: Marc Ernst**

**University of California at Berkeley**

**marc.ernst@tuebingen.mpg.de**

To successfully interact with the environment, we rely on different sensory channels. In this symposium, we concentrate on two of them -- vision and haptics (active touch) -- and examine their integration. To see how manifold the interactions between the two sensory channels can be, it is worthwhile considering the information they transmit. For example, both sensory channels can provide information about the shape and orientation of an object, its depth or its texture. In contrast, properties such as color or temperature are unique to either vision or touch. The aim of this symposium is to bring together researchers from many different scientific areas who work on the integration of vision and touch. These include psychologists working on the neural integration of visual and haptic information in the brain and engineers who design and build devices for generating integrated visual-haptic displays. Another focus concerns the implementation of visual-haptic integration for applications such as virtual surgery training or virtual reality based rehabilitation.

There will be five speakers in this symposium. *Astrid Kappers* investigates the frames of reference in which visual and haptic information is represented in the human brain. This knowledge is important when comparing between the two modalities and investigating their integration. *Roberta Klatzky* will report that the haptic modality is an expert system for material properties when it comes to object recognition, whereas the visual system relies more on the shape of the object. *Marc Ernst* examines the optimal rules for integration of sensory information and the possible implementation of these integration principles in the nervous system. From the engineering perspective, *Antonio Bicchi* will make the attempt to take the concept of optic flow from the visual domain and convert it to the haptic domain. Accordingly, he will talk about "tactile flow". The last speaker in this symposium, *Dietrich Peter Pretschner* will discuss some applied situations, which rely on visual-haptic integration. Specifically, he will present recent work on the integration of vision and touch to improve virtual surgery.

## Haptic and visual perception of space

Astrid M.L. Kappers

Helmholtz Instituut, Department Physics of Man, University of Utrecht

a.m.l.kappers@phys.uu.nl

It has long been known that what is visually perceived as being parallel in the world can be far from physically parallel. Interestingly, similar phenomena have been found in haptic space (touch). In our lab, we did extensive experiments with a task in which subjects had to make two bars parallel, either visually or haptically. In the visual condition, subjects had a restricted view in which ceiling and floor were concealed and the walls were covered with black wrinkled plastic sheeting in order to prevent them from using environmental cues; the stimuli were presented at eye height. In the haptic condition, a blindfolded subject was seated at a table on which the stimuli could be placed within reaching distance. In both conditions, the subjects were presented with a reference bar at a certain location and they were asked to rotate a test bar in such a way that it was perceived as being parallel to the reference bar.

The major finding is that in both conditions subject's settings deviated significantly and systematically from veridical; the size of the deviations was subject-dependent. In the visual condition, deviations up to 40 degrees occurred. In the bimanual haptic condition, the deviation could even be as large as 90 degrees (in such a case the two bars are physically perpendicular instead of parallel!). Visually, the deviations depend linearly on the visual angle between the reference and the test bars. Similarly, in the haptic condition, the deviations depend linearly on the horizontal distance between the reference and the test bar.

The results signify the use of a subject-dependent frame of reference intermediate to an allocentric frame of reference (that is, a frame fixed in space) and an egocentric frame of reference. In the case of the haptic condition, the egocentric frame seems fixed to the hand; in the case of the visual condition, it seems fixed to the head.

## Object recognition in vision and haptics

**Roberta Klatzky & Susan J. Lederman**

**Department of Psychology, Carnegie Mellon University, Pittsburgh**

**klatzky@cmu.edu**

Most research on object recognition has concentrated on the modality of vision. It addresses such issues as whether memory representations are viewpoint specific or generalized, what primitives form the basis for these representations, and what is the point of entry into categorical hierarchies. Relatively little work has focused on object recognition by touch, despite the fact that we commonly recognize objects without vision -- for example, on our desktop, in our pockets, or in a wallet or purse. My early work with Susan Lederman documented an excellent ability to recognize real, common objects by touch within a couple of seconds. Our subsequent work has concentrated on the role of geometric properties (size, shape) and material properties (e.g., roughness, apparent warmth, compliance) in haptic object recognition. Using a task modeled after visual search, but where varying numbers of fingers were stimulated, we investigated the relative availability of geometric and material properties. Both the slope and intercept values of the response-time functions implicated a progression in the availability of haptic object properties, from material properties to spatial layout. We demonstrated differences between vision and touch in object representations by using a sorting task, where people aggregated or segregated novel objects according to their similarity. Sorting by touch showed more reliance on material than when vision was available. In other studies, we asked subjects to name common objects while restricting the cues to which they had access (e.g., with gloves) or the time of exposure to the objects. To summarize our findings, when identifying objects, the haptic system relies far more than vision on material properties, which it extracts more rapidly than object geometry. Although shape is the most important attribute that defines every-day object categories, the representation of objects in memory has sufficient information about material to make haptic object recognition reliable and rapid.

**Integration of simultaneous visual and haptic information****Marc O. Ernst & Martin S. Banks****Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen****marc.ernst@tuebingen.mpg.de**

When a person looks at an object while exploring it with their hand, vision and touch both provide useful information for estimating the properties of the object. Here, we investigated the fusion of visual and haptic information and its limits. We propose that a general principle, which minimizes variance in the final estimate, determines the degree to which vision or haptics determines the integrated, visual-haptic percept. This principle is realized by using maximum-likelihood estimation (MLE) to combine the inputs. To investigate cue combination quantitatively, we first measured the variances associated with visual and haptic estimation of height. Those measurements were then used to construct the MLE integrator. The model and humans behaved very similarly in a visual-haptic height discrimination task. Thus, the nervous system seems to combine visual and haptic height information in a fashion quite similar to MLE integration. In a second study we used an oddity task to investigate the break down of visual-haptic fusion. Three horizontal bars were presented sequentially. Two of them were identical and had equal visual and haptic heights (standard stimulus); the third had a visual and/or haptic height differing from the standard (odd stimulus). Subjects indicated which of the three intervals contained the odd stimulus. If subjects relied on the fused visual-haptic estimate, discrimination should be most difficult when the weighted average of the visual and haptic heights corresponds to the standard height and easiest if both heights of the odd stimulus are either bigger or smaller than the standard height. In contrast, if subjects used the visual or haptic information independently without fusing them, discrimination would occur whenever either the visual or the haptic height in the odd stimulus differed noticeably from the standard height. We found that discrimination was indeed most difficult when the weighted averages were the same and easiest when they differed. Thus, the fused visual-haptic percept is used for discriminating between the stimuli. However, if the conflict between the visual and haptic stimuli became too large, this difference in discrimination performance was not observed anymore. In other words, visual-haptic fusion breaks with large conflicts. Remarkably, we observed metameric behavior in some condition. That is, discrimination would be better if subjects simply shut their eyes or removed their hand from the bar instead of using the fused visual-haptic information.

## **Tactile flow**

**Antonio Bicchi**

**University of Pisa**

**bicchi@ing.unipi.it**

In the analysis of human and artificial vision, optical flow has been widely recognized to be crucial in fast sensorymotor coordination and feedback. Optical flow is basically an abstraction of raw data coming from the sensor (retina or camera), that extracts information on the relative velocity of the sensor and the visual target by observing how fast the target image grows in time. Different image sequences may have identical optical flow, so that there is a loss of information. However, optical flow of artificial images can be easily computed, and this information has been successfully used in several applications (for instance, in estimating the time-to-contact for automobiles proceeding in a line, thus enabling collision avoidance strategies). On the other hand, experimental evidence has been obtained through Functional M.R.I. techniques that some cortical areas are specifically excited by optical flow, thus proving that it is deeply rooted in human psychophysics.

In this talk, we will inquire into the existence of a similar concept in a different sensorial domain, that of tactile perception. The goal of such investigation is twofold: on one side, there is a fundamental interest in the psychophysics of a less-explored perceptual channel such as touch; on the other hand, many possible fallouts may ensue in disciplines where a sensorial substitution and simplification would be important: haptic displays for VR and prosthetics are two examples.

In particular, we are interested in establishing whether a description of “tactile flow” can be given that i) codifies important information for manipulation operations; ii) is amenable to implementation in haptic displays and/or prosthetics, and iii) has a connection to the psychophysics of touch in humans.

Some of these questions have a positive answer, while others are still open, even though we have encouraging preliminary results. We will show how tactile flow can be defined in terms of the displacement of iso-stress curves on the surface of bodies in contact at varying the overall compression force, and how this definition is consistent with the “Contact Area Spread Rate” observed under increasing load. Through extensive psychophysical testing, we also established that CASR (hence tactile flow) conveys to humans an information on the softness of the object being probed by a finger. We will also illustrate some technological implementations of both actuators and displays of tactile flow information, and will highlight their limitations and the requirement for new sensitive/active materials that might allow to exploit the potentials of tactile flow displays in applications.



## Visual-haptic integration to improve virtual surgery

**Dietrich Peter Pretschner, K.-H. Wolf & T. Lison**

**Institut für Medizinische Informatik, TU Braunschweig**

**d.p.pretschner@umi.cs.tu-bs.de**

Zur Erhöhung der Immersion bei Operationssimulatoren sind zusätzlich zu visuellen Rückmeldungen haptische Wahrnehmungen interessant. Durch die entstehenden Kräfte wird der Chirurg in seinen Bewegungen im Operationsfeld eingeschränkt und spürt die Auswirkungen seiner Aktionen. Wie bei gängigen grafischen Schattierungs- und Texturalgorithmen werden in der Regel für die Berechnung des Force-Feedback auch Oberflächenmodelle verwendet. Eine aus der Aktion des Benutzers resultierende Kraft wird aufgrund einer Kollision des virtuellen Instrumentes mit den virtuellen Objekten und Texturen der Szene berechnet. Der Raum zwischen den Objekten verhält sich wie ein Vakuum, in dem keine Kräfte auf das Instrument zurückwirken.

Ähnlich wie in der Computergrafik muss zur haptischen Darstellung eines Objektes und seiner Oberflächentextur ein geeignetes Modell vorliegen. Dieses haptische Modell kann mit dem verwendeten visuellen übereinstimmen. Wegen der höheren Wiederholfrequenz wird meist eine vereinfachte Repräsentation der graphischen Darstellung benutzt. Durch die verschiedenen Systeme, die sich während der Operation durch Interaktion (Schneiden, Koagulieren, Nähen) verändern, ergibt sich das Problem der Synchronisierung der beiden Modelle. Für die Simulation von Operationen steht unbegrenzte Rechenleistung nicht zur Verfügung. Somit ist ein Operationssimulator, ob als Forschungsprojekt oder Produktentwicklung, ein Kompromiss aus Realitätsnähe und Berechenbarkeit bzw. Bezahlbarkeit.

Im Rahmen der Entwicklung eines Simulators für eine handchirurgische Operation, die sog. Karpaltunneldachspaltung, wurde ein Modell entwickelt, das die zurückgegebenen Kräfte in einer eigenständigen Programmschleife berechnet, die mit Hilfe von virtuellen Federn konfiguriert wird. Die Federn können in verschiedenen Richtungen unterschiedliche Federkonstanten besitzen. Außerdem lässt sich zu jeder Feder ein Maximalwert angeben, bei dessen Überschreitung das Programm eine neue Feder mit anderen Eigenschaften auswählt. Hierdurch lassen sich unterschiedliche Effekte realisieren: (1) Wird eine Feder durch eine gleichartige Feder mit einer Vorspannung in der Größe der Maximalkraft ersetzt, so entsteht der Eindruck einer konstant wirkenden Kraft. Das Instrument lässt sich wie in einer viskosen Flüssigkeit bewegen. (2) Hat die ersetzende Feder eine geringere Vorspannung, so entsteht der Eindruck, mit dem Instrument über eine geriffelte Oberfläche zu gleiten oder Gewebe zu durchtrennen. (3) Federkonstanten unterschiedlichen Vorzeichens ermöglichen, den gespürten Widerstand abhängig von der Richtung der Bewegung zu machen. Dieses Phänomen wird unter anderem während des Einführens des Instrumentes in den Karpaltunnel wahrgenommen.

Neben der unmittelbaren virtuell chirurgischen Applikation ist die Unterstützung der Exploration medizinischer 3D-Datensätze (CT, NMR, Ultraschall, Visible Human) ein weiteres Beispiel für die Anwendung dieses haptischen, volumenbasierten Rendering-Modells. Mit dieser neuen Mensch-Maschine Schnittstelle ergeben sich auch neue Ansätze für OP-Planungen.



**Postersitzung:  
Farbsehen**

**Optical crosscorrelation of global x local information  
by scatter of light in aperture space and  
diffraction of images in image space:  
the basis of adaptive optical preprocessing in human vision**

**N. Lauinger**

**CORRSYS-DATRON Sensorsysteme GmbH, Wetzlar**

**[norbert.lauinger@corrsys-datron.com](mailto:norbert.lauinger@corrsys-datron.com)**

In human vision local information always becomes related to global information ("Human color vision is a spatial calculation involving the whole image", J.J.McCann,1998). During the prenatal development of the human eye the insertion of diffuse cellular scatterers into aperture space (cornea epi- and endothelium, lens epithelium) and the so-called inversion of retinal layers (outer, middle and inner nuclear layers positioned lightwards before the photoreceptor array) are realized. Global information systematically is available in aperture space of an optical imaging lens-pupil-system ("The image that will be formed in a photographic camera - i.e. the distribution of intensity on the sensitive layer - is present in an invisible, mysterious way in the aperture of the lens, where the intensity is equal at all points" F.Zernike, 1948). By diffuse scatter of incident light at the irregular polygonal cells of the epi-/endothelia this global information becomes spread over the entire surface of the retina. Scatter of incident light ("The human eye exhibits considerable scatter" W.A.Stiehl, J.J.McCann, R.L.Savoy, 1983) is not only relevant for gray scale spacing fit by a cube root function of the radiance coming to the eye ("the cube root response is caused by scatter in the human eye", J.J.McCann 1998), but is also useful as an incoherent background underlying local information in image space. Based on an interpretation of the nuclear retinal layers of the 'inverted' human retina as diffractive optical multilayers or 3D-phase gratings, images of seen objects become diffracted at these nuclear layers. The optical crosscorrelation of global x local information in human vision therefore represents an optical convolution, a multiplication in reciprocal space (photoreceptor space in the nearfield behind the retinal nuclear layers). As an interference-optical information pre-processing, this crosscorrelation makes chromatic adaptation to illuminants (color constancy) and to backgrounds available through optical resonances between spectral intensities in illuminants and chromatically tuned grating constants in the nuclear layers of the retina. These resonances are described by crystal optics in the visible range of the spectrum, with phase velocity as the resonance factor.

## Kontrastkodierung bei Dichromasie

Sven Schultz & Eike Richter

Institut für Psychologie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

s.schultz@psych.uni-halle.de

Kontrastkodierungsmodelle treffen Vorhersagen darüber, wann farbige Reize, die von andersfarbigen homogenen Kontexten umgeben sind, perzeptuell gleich erscheinen. Für Normalsichtige sind solche Modelle bereits weithin untersucht worden. Zwei Modelle der Kontrastkodierung von Farbreizen, das Receptor-Gain-Control-Modell und das Oktantenmodell, wurden nun für den dichromatischen Spezialfall überprüft. Beide Modelle beschreiben Kontrastkodes als lineare Absenkung der Sensitivitäten von Photorezeptoren, die unabhängig für jeden Farbkanal passiert. Das Oktantenmodell unterscheidet zusätzlich zwischen inkrementellen und dekrementellen Reizen. Werden die Photorezeptoren eines bestimmten Farbkanals durch den eingebetteten Farbreiz stärker erregt als durch den Kontext, so spricht man von Inkrementen, im umgekehrten Fall handelt es sich um Dekremente. Das Oktantenmodell nimmt nun für Inkremente und Dekremente unterschiedliche lineare Transformationen an. Durch die Reduktion des dreidimensionalen auf einen zweidimensionalen Farbraum kann mit vertretbarem Aufwand die Gültigkeit der Modelle für diesen gesamten Farbraum überprüft werden. Es können daher auch Aussagen über Reize getroffen werden, die je eine inkrementelle und eine dekrementelle Komponente enthalten.

Zunächst wurde für jede der drei Versuchspersonen zur Bestimmung der sogenannten Fehlfarbe ein neuartiges experimentelles Paradigma verwendet. Dieses Vorgehen stellte sicher, dass die verwendeten Reize die gewünschten Eigenschaften aufwiesen. Zur Überprüfung der Kontrastkodierungsmodelle wurde das Paradigma des haploskopischen Farbabweichs mit fusionierten Hintergründen (HSD) verwendet.

Die Verringerung der Sensitivität in den Photorezeptoren ließ sich recht gut durch lineare Transformationen beschreiben, wobei eine Unterscheidung zwischen inkrementellen und dekrementellen Reizen notwendig war. Zusätzlich zeigte sich, dass die Transformationen für Reize mit inkrementeller und dekrementeller Komponente kanalweise mit den Transformationen der zugehörigen rein inkrementellen bzw. dekrementellen Reize übereinstimmten. Die Befunde stehen also in Einklang mit den Vorhersagen des Oktantenmodells.

## **Flank transparency: Linking neon color spreading and the watercolor effect**

**Daniel Wollschläger, Antonio M. Rodriguez & Donald D. Hoffman**

**Institut für Psychologie, Universität Kiel**

**dwill@psychologie.uni-kiel.de**

We recently introduced a dynamic-color-spreading display created by adding narrow colored flanks to stationary lines where these lines lie in the interior of a moving virtual disk. This “flank transparency” [1] combines classical neon spreading, in its dynamic form, with the fringe-induced color assimilation which appears in the Watercolor effect [2]. While these two phenomena share the characteristic color diffusion, they also differ in important respects, e.g., perceptual transparency and the spatial extent of the spreading. It is still unclear whether neon spreading and the Watercolor effect are due to qualitatively different perceptual mechanisms, or whether they fundamentally belong together. We analyzed how flank transparency relates to classical, and to fringe-induced color spreading by studying the influence of apparent motion, the effect of flanker separation, and the spatial extent of the color spreading. As dependent variables, observers matched saturation and brightness of the illusory disk in a flank-transparency display with a reference patch in different conditions, and rated the strength of the disk’s virtual contours.

The contours and surface color of the illusory disk became less visible with decreasing speed, with bigger flanker separation, and with wider line spacing. This reduction in color spreading was indicated by a desaturation of the illusory disk and a correlated increase in luminance - the illusory disk gradually became indistinguishable from the white background. The color spreading did not extend over distances as long as those described in [2], but was spatially limited like neon spreading.

Flank transparency links opaque, fringe-induced color assimilation and transparent neon spreading. Watercolor stimuli behave like neon-spreading stimuli, once apparent motion provides figural cues for the presence of a separate object. Flank transparency persists if the display is composed of as few as two colors - one background color, and a second color for lines and flanks, and thus points to limitations in current models of perceptual transparency and color spreading which all require the presence of at least three differently-colored areas to be applicable.

[1]Wollschläger, Rodriguez & Hoffman, 2001, Perception, 30, 1423-1426

[2] Pinna, Brelstaff & Spillmann, 2001, Vision Research, 41, 2669-2676

## Ein “Filtermodell” der Farbbedingungen perzeptueller Transparenz

Franz Faul & Vebjörn Ekroll

Institut für Psychologie, Universität Kiel

ffaul@psychologie.uni-kiel.de

Schon in einfachen Konfigurationen von Farbflächen werden einzelne Teilflächen in Abhängigkeit von der Einfärbung ihres räumlichen Kontexts als Oberflächen, als selbstleuchtend oder als von einer transparenten Schicht überlagert wahrgenommen. Zur Beschreibung der Farbrelationen die zu perzeptueller Transparenz führen, wurden Varianten des Episkotistermodells von Metelli (1974, *Sci.Am.*, 230) vorgeschlagen (z.B. D’Zmura et al., 1997, *Perception*, 26). Die Vorhersagen des Episkotistermodells scheinen im achromatischen Fall zuzutreffen, während im chromatischen Fall systematische Abweichungen beobachtet wurden, die erklärungsbedürftig sind.

Wir präsentieren ein alternatives Transparenzmodell (Faul & Ekroll), dessen Vorhersagen im achromatischen Fall mit denen des Episkotistermodells übereinstimmen und auch im chromatischen Fall häufig ähnlich sind. Es ist deshalb mit den Befunden im achromatischen Fall verträglich, und es könnte außerdem die systematischen Abweichungen im chromatischen Fall erklären. Im Gegensatz zum Episkotistermodell, das Farbrelationen beschreibt, die in Situationen auftreten, in denen sich die Farben im Bereich der transparenten Schicht durch additive Farbmischung ergeben (Propeller, durchbrochene Schleier etc), bezieht sich unser Modell auf Farbrelationen, die bei Überlagerung eines Hintergrunds durch optische Filter (z.B. farbiges Glas) resultieren. Wir haben das Modell unter einer Reihe vereinfachender Annahmen, die in natürlichen Umgebungen erfüllt sind, aus einem plausiblen physikalischen Filtermodell abgeleitet und in einer Simulationsstudie verifiziert, dass es die in Filtersituationen auftretenden Farbrelationen tatsächlich in guter Näherung beschreibt. In Experiment 1 wurden achromatische Hintergrundfarben und eine chromatische Schicht gewählt, während wir in Experiment 2 den allgemeinen chromatischen Fall untersuchten. Es wurden Reize mit vier Farbflächen verwendet, in denen drei Farben so fixiert waren, dass sich aus beiden Modelle die vierte Farbe A eindeutig vorhersagen ließ. Es wurde sichergestellt, dass die Vorhersagen der Modelle hinreichend unterschiedlich waren. Die Strecke im Farbraum durch die Vorhersagen der beiden Modelle war der Einstellpfad, auf dem die Vpn die Farbe A wählen sollten, bei der ihr Transparenzeindruck optimal war. Anschließend beurteilten sie die Güte des Transparenzeindrucks auf einer Skala von 0 (keine Transparenz) bis 5 (optimale Transparenz). Die Einstellungen der Vpn stimmten in allen Fällen sehr gut mit der Vorhersage des “Filtermodells” überein, während sie von der Vorhersage des Episkotistermodells deutlich abwichen. Dabei wurde die Transparenzgüte durchweg als hoch bewertet. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass das “Filtermodell” die Farbbedingungen perzeptueller Transparenz besser beschreibt als das Episkotistermodell.

Faul, F. & Ekroll. (im Druck). A psychophysical model of chromatic perceptual transparency based on subtractive color mixture, *Journal of the Optical Society of America, A*.

## Farbkanalspezifität und Linearität bei der Kontrastkodierung

Eike Richter & Johannes Andres

Institut für Psychologie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

richter@psych.uni-halle.de

Unter Kontrastkodierung versteht man eine formale Beschreibung von Farbempfindungen bei sogenannten Kontextfarben. In der einfachsten Situation handelt es sich dabei um homogene Farbfelder, welche in ein homogenes Umfeld eingebettet sind. Modelle der Kontrastkodierung machen Vorhersagen darüber, unter welchen Bedingungen solche Kontextfarben gleich erscheinen. Typischerweise wird hierbei davon ausgegangen, dass die Mechanismen des Umfeldeinflusses jeweils innerhalb der drei Zapfentypen isolierbar sind. Das erste Vorhaben der vorzustellenden Arbeit war die Prüfung dieser Annahme mittels der HSD-Sehbedingung. Das zweite Ziel war eine gründliche Untersuchung der Linearitätsvoraussetzung, also unter welchen Bedingungen sich zwischen metameren Kontextfarben bei festgehaltenen Hintergründen und Kontrastvorzeichen keine linearen Zusammenhänge finden lassen.

Von der HSD-Sehbedingung verspricht man sich die Möglichkeit, Kontrastkodierung in Reinform untersuchen zu können. Hierbei werden den Augen getrennt unterschiedliche Kontextfarben dargeboten, welche beim Betrachter perzeptuell verschmelzen.

Zur Untersuchung der ersten Fragestellung haben Versuchspersonen inkrementelle und dekrementelle Standardreize auf der anderen Seite durch Farbfelder vor Hintergründen abgeglichen, die systematisch entlang der Farbrezeptorkoordinatenachsen variiert wurden. Zur Behandlung des zweiten Anliegens wurden bei verschiedenen festen Hintergrundkombinationen inkrementelle und dekrementelle Kontraste vorgegeben, welche im Kontrastraum gleichabständig auf Geraden durch den Ursprung lagen. Es war zu prüfen, ob die Kontraste auf der Abgleichsseite die gleiche Eigenschaft haben und mit welcher Systematik diese Eigenschaft womöglich verletzt wird.

Zum einen zeigte sich in den Daten eine gute Übereinstimmung mit der Annahme der Kanalspezifität der Kontrastkodierungsmechanismen. Veränderungen der Abgleichshintergründe führten nahezu ausschließlich zu Änderungen der abgeglichenen Farben im betroffenen Kanal. Zum anderen ergaben sich systematische Verletzungen der Linearität für Kontraste nahe der Wahrnehmungsschwelle. Hinreichend überschwellige Kontraste zeigten dagegen recht gute Übereinstimmung mit der Linearitätsannahme.

In der Literatur berichtete Evidenzen für die Singularität der Kontrastwahrnehmung im Schwellenbereich werfen für Modelle der Kontrastkodierung gewisse Probleme auf. Diese Probleme treten auch bei der eigens für solche Fragen konzipierten HSD-Sehbedingung zutage.



## **Das natürliche Zentrum der Chromatizitätsebene ist nicht immer achromatisch: Ein neuer methodischer Zugang zur Untersuchung relationaler Farbkodierung.**

**Vejbjørn Ekroll, Franz Faul, Reinhard Niederée & Eike Richter**

**Institut für Psychologie, Universität Kiel**

**vekroll@psychologie.uni-kiel.de**

Viele gegenwärtige Modelle der Farbwahrnehmung basieren auf der Annahme, dass die wahrgenommene Farbe in Infeld-Umfeld-Reizen durch die Relation der beiden Farbsignale (Differenz, Verhältnis o.ä.) bestimmt wird. Aus einigen dieser Modelle [1,2] kann die absurd erscheinende Vorhersage abgeleitet werden, dass ein beliebiges Infeld achromatisch erscheinen müsste, sofern es in einem identischen Umfeld eingebettet ist. Dieses sog. "Nullpunkt-Problem"; [2,3] ergibt sich aus der impliziten Annahme, dass das natürliche Zentrum jedes durch die Hintergrundfarbe definierten relationalen Farbraums achromatisch erscheint. Definiert man dagegen das natürliche Zentrum der Chromatizitätsebene als den Punkt, auf den alle Geraden gleichen Farbtons zulaufen, so ergäbe sich nur dann ein Widerspruch zur Modellvorhersage, wenn dieser Konvergenzpunkt nicht mit der Chromatizität der Hintergrundfarbe übereinstimmte. In der vorliegenden Untersuchung wurde deshalb die Lage des Konvergenzpunkts in Abhängigkeit von der Hintergrundfarbe psychophysikalisch geschätzt.

Alle verwendeten In- und Umfelder waren isoluminant ( $10 \text{ cd/m}^2$ ). Zunächst wurden konventionelle Graueinstellungen für das Infeld in jedem der drei verwendeten chromatischen Hintergrundflächen vorgenommen. Anschließend wurde der Farbton zweier Infelder auf den selben Hintergründen abgeglichen. Für jeden Hintergrund wurden 16 Chromatizitäten für das Standardinfeld verwendet, die gleichabständig auf einem Kreis im Chromatizitätsdiagramm lagen. Die Chromatizität des zweiten Infeldes konnte auf einem zweiten kleineren, konzentrischen Kreis eingestellt werden. Das Zentrum der Kreise lag mittig zwischen Hintergrundchromatizität und Graupunkt. Die Radien wurden so groß gewählt, dass diese beiden Punkte deutlich innerhalb beider Kreise lagen. Jeder Abgleich definiert eine Gerade gleichen Farbtons. Somit konnte für jede Hintergrundchromatizität der Punkt im der Chromatizitätsebene geschätzt werden, auf den alle Geraden gleichen Farbtons zulaufen.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass der so geschätzte Punkt fast identisch mit der Hintergrundchromatizität ist und sich eindeutig von dem achromatisch erscheinenden Punkt unterscheidet.

Dieses Resultat deutet darauf hin, dass sich kritisch erscheinende Widersprüche ansonsten empirisch gut abgesicherter relationaler Modelle bei geeigneter Konzeptualisierung des Begriffs der neutralen Farbe auflösen. Überraschend ist dabei jedoch, dass die scheinbar selbstverständliche Annahme, der achromatische Punkt sei der Konvergenzpunkt von Geraden gleichen Farbtons, fallengelassen werden muss. Dies würde bedeuten, dass der achromatische erscheinende Punkt nicht die Rolle spielt, die ihm in gängigen Farbtheorien zugeschrieben wird. Darüber hinaus verweist der Befund darauf, dass die übliche dreidimensionale Auffassung des lokalen Farbeindrucks unzureichend ist [3].

Walraven, J., (1976) *Vision Res*, 16: p. 289-295.

Mausfeld, R. und Niederée R., (1993) *Perception*, 22: p. 427-462.

Niederée, R., (1998) Habilitation, Philosophische Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

## **Das Phänomen der farbigen Schatten – ein Spezialfall der Farbkonstanz?**

**Anatol Julian Kallmann, Jürgen Schramme & Christa Neumeyer**

**Institut für Zoologie III, J. Gutenberg-Universität Mainz**

**kallmann@mail.uni-mainz.de**

Das Phänomen der farbigen Schatten, das erstmals von Goethe im Jahre 1792 beschrieben wurde, wird allgemein als Spezialfall des simultanen Farbkontrastes betrachtet. Die wahrgenommene Induktionsfarbe erscheint jedoch erheblich intensiver als im "Normalfall", bei dem z.B. ein graues Testfeld auf einem stark gesättigten Farbpapier präsentiert wird. Um herauszufinden, warum das Phänomen einen derartigen Effekt ausübt, wurden die einzelnen Farbparameter (Helligkeit, Sättigung und Farbton) der Beleuchtungssituation analysiert.

Die Umfeld-Beleuchtung wurde in einem 22° Feld dargestellt, das von einem Farb- und einem Weißlichtprojektor additiv beleuchtet wurde. Im Zentrum befand sich ein nur vom weißen Licht beleuchtetes Induktionsfeld (10°), das dem Schatten entspricht. Die darauf wahrgenommene Farbe sowie die wahrgenommene Farbe des Umfeldes wurden auf einem Computerbildschirm eingestellt. Alle Farben wurden radiometrisch gemessen und die CIE-Koordinaten  $x$ ,  $y$  sowie die Leuchtdichte  $Y$  bestimmt.

Rote und pinkfarbene Umfeldbeleuchtungen üben insgesamt einen schwachen Induktionseffekt aus. Bei den übrigen Beleuchtungsfarben beträgt die Sättigung der induzierten Farbe durchschnittlich 50-70% der Sättigung der Umfeldfarbe. Das Umfeld selbst erscheint dagegen weniger gesättigt als tatsächlich der Fall. Bei Erhöhung der Leuchtdichte des weißen Infeldes mit Hilfe eines dritten Projektors, der das Infeld zusätzlich beleuchtet, nimmt der Induktionseffekt proportional dazu ab. Die Farbinduktion ist am stärksten, wenn die Leuchtdichte des Infeldes unter der des Umfeldes liegt. Mit Hilfe theoretischer Annahmen zur chromatischen Adaptation und zum Farbkontrast wurde ein Algorithmus aufgestellt, mit dem sich das Zapfenerregungsverhältnis der Induktionsfarbe vorhersagen lässt.

Alle Beleuchtungen im visuellen Feld tragen vermutlich zu einem Gesamtadaptationszustand bei, der eine Verschiebung der physikalisch weißen Infeldfarbe in den Bereich der Gegenfarbe bewirkt. Es spielen hierbei wahrscheinlich nicht nur laterale Kontrastwirkungen eine Rolle, sondern das visuelle System reagiert auf das gesamte Gesichtsfeld mit chromatischer Adaptation. Das Umfeld als die hellste Fläche im visuellen Feld scheint als Referenzbezug zu dienen. Wenn nun die Leuchtdichte des Infeldes stärker wird, erkennt das visuelle System diese Fläche als Referenz an und legt in Bezug zu dieser die übrigen Farben fest. Infolgedessen kann man das Phänomen der farbigen Schatten als einen Spezialfall der Farbkonstanz interpretieren.

## Selective color vision deficiencies in major depressive disorder

**Tobias Meißner, S. Aschenbrenner, O. Tucha, R. Zwisler,  
P. Eichhammer, H. Klein & K.W. Lange**

**Universität Regensburg**

**tobias.meissner@stud.uni-regensburg.de**

Major depression is characterized by alterations of mood and drive, while alterations of perception appear to be more subtle in depressive patients. Ophthalmological investigations in patients with seasonal affective disorder point to retinal abnormalities. Using color plates, color vision was found to be disturbed in a high percentage of female patients with depression. In the present study color vision of patients with major depression was assessed with both a clinical procedure and psychophysical methods.

Twenty-five adult patients meeting the criteria for unipolar major depression according DSM-IV participated in the present study. Patients were assessed under their usual pharmacological treatment. In addition, 25 healthy adult subjects were examined. Both patients and control subjects were tested in a color arrangement test, a color discrimination task (assessing the cardinal directions of color space) and in a color constancy task.

The comparison of depressed patients with healthy subjects revealed that patients performed significantly worse in the color arrangement task. Furthermore, patients with major depression reached higher discrimination thresholds than control subjects in the color discrimination task along the blue-yellow axis. No significant group difference was found regarding the red-green axis. In addition, there was no difference between depressive patients and healthy subjects in the color constancy task.

The results of the present study indicate a decreased ability to discriminate colors in patients with major depression when compared with healthy subjects. The present findings demonstrate a disturbance of patients with major depression regarding the basic level of color vision.

## **Farbkonstanz und räumliches Umfeld in einer Farbbenennungsaufgabe**

**Sebastian Walter & Karl R. Gegenfurtner**

**Abteilung Allgemeine Psychologie, Justus-Liebig-Universität Gießen**

**sebastian.walter@psychol.uni-giessen.de**

Farbkonstanz ist die Fähigkeit, Objekten relativ unabhängig von Änderungen in der Beleuchtung eine konstante Farbe zuzuordnen. Diese Leistung wird erbracht indem die Reizumgebung berücksichtigt wird. Wir untersuchten die Farbkonstanzleistung unter unterschiedlichen Bedingungen mit Hilfe einer Farbbenennungsaufgabe.

Die Versuchspersonen blickten in einen bezüglich Oberflächenfarbe und -struktur einheitlichen, durch computergesteuerte Lampen beleuchteten Raum von 1,3 m Tiefe und 2,4 m Breite. Auf einem durch eine Wandöffnung ( $8^\circ \times 11^\circ$ ) sichtbaren Computermonitor wurden je Bedingung 417 farbige Felder ( $2^\circ$ ) in zufälliger Reihenfolge jeweils einzeln für 500 ms präsentiert. Diese Felder waren gleichmäßig über die mittlere Helligkeitsstufe des zur Verfügung stehenden Farbraumes verteilt. Die Versuchsperson musste jedes Feld einer der acht Farbkategorien gelb, orange, rot, violett, blau, türkis, grün und grau zuordnen. Als Vergleichsfläche stand nur die Farbe des beleuchteten Raumes und der hiermit übereinstimmende Bildschirmhintergrund zur Verfügung. In verschiedenen Versuchen wurden Beleuchtung und Bildschirmhintergrund von einem neutralen Grau in unterschiedliche Farbrichtungen verändert. Gemessen wurde, wie sich diese Veränderungen auf die Kategorisierung auswirkten. In der Kontrollbedingung blickte die Versuchsperson durch einen schwarzen Tunnel auf den Computermonitor, so dass nur der Bildschirmhintergrund als Vergleichsfläche zum Farbfeld zur Verfügung stand. Die Ergebnisse für die Situation des großen räumlichen Umfeldes zeigen, dass die Probanden die Beleuchtungsänderung bei der Wahl der Farbkategorien vollständig berücksichtigen. Das jeweils mit der Farbe der Beleuchtung übereinstimmende Feld wird als "Grau" bezeichnet. Auch die anderen Kategorien werden parallel zur Beleuchtungsänderung verschoben und bleiben relativ zu diesem Grau konstant.

Die Ergebnisse der Kontrollbedingung zeigen ebenfalls eine zur Änderung des Bildschirmhintergrundes überwiegend parallele Verschiebung, jedoch bleibt diese hinter der tatsächlichen Verschiebung zurück und der mit Grau benannte Bereich expandiert.

Im Gegensatz zu früheren Studien zeigt sich in der Versuchssituation mit großflächigen Beleuchtungsänderungen vollständige Farbkonstanz.

## **Color percepts of dichromats indicate trichromat-like representation of colors**

**Thomas Wachtler, Stefan Rotter & Rainer Hertel**

**Institut für Biologie III, Universität Freiburg**

**wachtler@biologie.uni-freiburg.de**

In contrast to trichromats with three types of cone photoreceptors, human dichromats have only two types of cones available for color vision. Therefore, it is usually assumed that color percepts of dichromats lack certain qualities, e.g. that protanopes and deuteranopes lack the ability to perceive “red” and “green” (Vienot et al 1995). However, many studies have shown that dichromats use all of the color terms “red”, “green”, “blue”, and “yellow”, to describe their color percepts. This indicates that the number of perceptual color categories is not tightly coupled to the spectral dimensionality of the receptor substrate.

We investigated the color vision of protanopes and deuteranopes with the method of hue scaling, using monochromatic stimuli at different intensity levels. Our results confirm earlier findings on the color percepts of dichromats, and in particular demonstrate the dependence of “red” and “green” percepts on intensity (Boynton & Scheibner 1967). For example, for light above 560 nm, at low intensities dichromats describe their color percept as “red”, at higher intensities however as “yellow”. This is consistent with an embedding of the dichromatic cone signals in a higher-dimensional perceptual space.

We present a model for the representation of color stimuli based on the signals of two photoreceptor types, showing that small deviations from linearity in the processing of cone signals can lead to a pseudo-trichromatic encoding of the dichromatic retinal information. Under plausible assumptions, a representation can be achieved that yields a consistent labeling of chromatic stimuli as mixtures of “blue”, “yellow”, “green”, and “red”, in agreement with the experimental findings in dichromats.

We hypothesize that the perceptual color axes may not be a result of a trichromatic retinal substrate, but rather may have evolved independently for image segmentation and categorization of relevant color signals.

## Natural orthogonal basis of the color space

Vitali V. Gavrik

ARBY, Köln

[gavrik@debitel.net](mailto:gavrik@debitel.net)

No linear transform of the RGB matching data gives the non-negative spectral sensitivities of chromatic receptors to produce a triad of real color sensations. If assumed to act in an opponent manner, the receptors remained inconsistent with the spectral ranges of basic sensations and suggested a photopic effect of the rods [1]. The latest standard RGB matching data by Stiles & Burch [2], have been used to study the spectral distributions of the blue/yellow and red/blue-green opponent chromatic responses calculated by the method by Schrödinger [3]. The linear combination of matching functions where the R, G, and B luminance factors were directly estimated by the observers has represented the achromatic response [2]. The opponent chromatic responses have been shown to form a unique orthogonal basis for the human color sensations. The scalar products of respective unit vectors differed from zero by no more than  $\pm 0.05$  when the spectral locations of a neutral zone have been chosen from three to four original abscissas (within a range about 15 nm around the 460, 500, and 570-nm neutral points of dichromatic vision, and within the long-wave region of the absent chromatic responses in a protanope or deuteranope after 660-670 nm). Their orthogonality with the achromatic response function was expressed within a less extended spectral variation of the neutral points. The blue/yellow and red/azure responses are produced by two independent photoreceptor cells whose long-wave sensitivity limits lie around 650-670 and about 700 nm under comparable illumination. As being orthogonal, they are non-correlated, independent of each other and the achromatic response over the visible spectrum. That is consistent with the color separation mechanism by the distal and basal parts of the outer segment that are in opposite electrical contact to the cell membrane in the rod and cone [4]. The natural orthogonal basis provides the vision system with the most efficient chromatic coding of the object spectra independently of the achromatic response.

1. A. Stockman & L.T. Sharpe, Cone spectral sensitivities and color matching. In: K. Gegenfurtner & L.T. Sharpe, eds. *Color vision: from genes to perception* Cambridge Univ. Press, 51-85, 1999.
2. W.S. Stiles & J.M. Burch, N.P.L. colour-matching investigation (1955). Mean results for pilot group of ten subjects. *Opt. Acta*, v. 2, 176-181 (1955); N.P.L. colour-matching investigation: Final report (1958). *Opt. Acta*, v. 6, 1-26 (1959).
3. E. Schrödinger, Über das Verhältnis der Vierfarben- zur Drei-farben-theorie. *Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, Bd. IIa*, Nr. 471-490 (1925) [*Farbe*, v. 41, 178-197 (1995)].
4. V.V. Gavrik, A mechanism for single-pigment color opponency in a photoreceptor cell, *Proc. Intl. Joint Conf. on Neural Networks, IEEE*, 174-177 (1999); Tetrachromacy of human vision: spectral channels and primary colors, *Proc. SPIE*, v. 4421 (9th Cong. Intl. Colour Assoc., AIC), 4 p. (2001).





**Postersitzung:  
Täuschungen**

## Zur wahrgenommenen Größe

W.A. Kreiner

Abteilung Chemische Physik, Universität Ulm

welf.kreiner@chemie.uni-ulm.de

In der visuellen Wahrnehmung sind mehrere Phänomene bekannt, bei denen der subjektive Größeneindruck nicht proportional zur Größe des Netzhautbilds ist. Beispiele dafür sind die Sehgrößenkonstanz oder die Ebbinghaus-Illusion. Das visuelle System ist ein datenverarbeitendes System mit einer oberen Grenze für die Datenkapazität (Datenmenge pro Zeiteinheit). Daraus ergibt sich, unabhängig vom Bau und der Funktionsweise des Systems, dass ein Bild nur aus einer begrenzten Zahl von Bildpunkten aufgebaut werden kann und der Bildumfang (also der bewusst wahrgenommene Raumwinkelausschnitt) eingeschränkt werden muss, wenn auf höhere Auflösung Wert gelegt wird. Das kann zum Beispiel der Fall sein, wenn, bei besonders guten Sichtbedingungen, kleine Objekte auf große Entfernung betrachtet werden. Es stellt sich die Frage, ob dies bei der subjektiven Größenwahrnehmung eine Rolle spielt und ob es möglich ist, allein aus dieser durch die Natur gesetzten Randbedingung eine Funktion abzuleiten, die die Ergebnisse von Experimenten zur Sehgrößenkonstanz mit Hilfe möglichst weniger Parameter wiedergibt. Es wird ein Modell konstruiert, bei dem das bewusst wahrgenommene Bild aus einer bestimmten und immer gleichbleibenden Anzahl von Pixeln zusammengesetzt wird, das Produkt aus Bildumfang und Auflösung konstant ist und der gewählte Bildausschnitt auf ein als immer gleich groß angenommenes inneres Wahrnehmungsformat projiziert wird. Es wird die Bedingung berücksichtigt, dass ein sich entfernendes Objekt und ein deshalb entsprechend kleiner werdendes Netzhautbild eine stetig wachsende Auflösung erfordert. Dieses Modell führt auf die analytische Funktion  $AR(d) = d^{-(n-1)}$ , die die wahrgenommene Größe  $AR$  in Abhängigkeit von der Entfernung  $d$  wiedergibt. Mit Hilfe des Parameters  $n$  können alle Fälle zwischen absoluter Sehgrößenkonstanz ( $n = 1$ ) und reiner Winkelkonstanz ( $n = 0$ ) dargestellt werden. Diese Funktion lässt sich gut an mehrere Datensätze anpassen, die das Ergebnis von Experimenten zur Untersuchung der Sehgrößenkonstanz sind [E.Schur (1), A. Gilinsky (2)]. Es zeigt sich, dass der Sehgrößenkonstanzparameter  $n$  nicht nur je nach Blickrichtung (horizontal bzw. vertikal), sondern auch in Abhängigkeit von der Fragestellung signifikant unterschiedliche Werte annimmt. Das Ergebnis wird als Hinweis darauf gedeutet, dass für das visuelle System dieselben Einschränkungen gelten, wie sie sich für alle datenverarbeitenden Systeme aus einer Obergrenze für die Kanalkapazität ergeben. Diese Bedingung führt in vielen Alltagssituationen zu einer Reduzierung des bewusst wahrgenommenen Raumwinkels. Wenn nun das gesamte Bild als immer gleich groß wahrgenommen wird, unabhängig von der Größe des Raumwinkels, aus dem es erhalten wurde, dann erscheinen Objekte, deren Durchmesser im Bogenmaß konstant ist, umso größer, je kleiner der erfasste Bildausschnitt ist (Mondphänomen).

(1) Erna SCHUR; "Mondtäuschung und Sehgrößenkonstanz", Psychologische Forschung 7,pp 44-80 (1925)

(2) Alberta S. GILINSKY: "The Effect of Attitude upon the Perception of Size", Amer. Journal Psychol. 68,pp 173-192 (1955)

## **Parallel perception of multiple visually bistable patterns**

**A. Maier, M. Wilke, D.A. Leopold & N.K. Logothetis**

**Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik Tübingen**

**alexander.maier@tuebingen.mpg.de**

The visual instability that results from viewing ambiguous or conflicting patterns is thought to reflect dynamic processes that are critical for perceptual organization during normal vision. We have recently discovered a method to prolong states of perceptual dominance up to two orders of magnitude by periodically switching off and on the inducing bistable pattern. In the current study we used this paradigm to temporally interleave the presentation of pairs of ambiguous stimuli at the same location in visual space.

Bistable patterns including rotating three-dimensional objects, depth reversals, and binocular rivalry, were shown alternately with appropriate blanking periods to prolong phases of perceptual dominance. We were interested under what conditions the time courses of two parallel bistable visual processes would be independent.

We found that for certain pairs of ambiguous stimuli, such as 3-D balls rotating around orthogonal axes, the time course of perceptual alternation was largely parallel and independent. However, for other patterns, e.g. those differing only in color, speed, size, or position, the two stimuli were synchronized in their reversals.

These results suggest that for a given visual location, perceptual organization can be biased for multiple different bistable stimuli simultaneously, but that the independence between pairs of stimuli depends upon their similarity. We will discuss the results with respect to the critical stimulus dimensions that determine whether or not interference occurs.

## **Periods of stimulus absence stabilize the perception of ambiguous patterns**

**M. Wilke, A. Maier, D.A. Leopold & N.K. Logothetis**

**Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik Tübingen**

**melanie.wilke@tuebingen.mpg.de**

A fundamental property of ambiguous visual patterns is the inevitability of perceptual reversal. The rate of alternation generally depends both upon the physical structure of the stimulus as well as the inherent rate of an individual. Here we present evidence that critical to the reversal process is the prolonged physical presence of the inducing stimulus.

We systematically investigated the influence of stimulus on and off durations on the stability of such patterns, finding that minimizing the duration of the stimulus “on time” was the predominant factor in perceptual stabilization.

We demonstrate that when stimuli are shown only intermittently, the rate of perceptual alternation sharply declines to nearly zero in some subjects. In particular, we found that rotating three-dimensional bistable patterns with mean dominance time less than 10 seconds could be stabilized for periods lasting over ten minutes by correctly adjusting the duration of on and off periods. Since either perceptual state could be maintained in this way, this effect did not simply reflect a perceptual bias on the part of the observer. This trend was also present for other bistable patterns, including those involving geometric depth reversals and apparent motion correspondence.

We suggest that upon removal of the inducing stimulus a visual memory process retains and hold the last perceptual state, which persists and governs the perceptual interpretation during the subsequent presentation. Electrophysiological studies are currently underway to better elucidate the neural mechanisms contributing to this phenomenon.

## **Necker-Würfel: Neuronale Sättigung und “top-down” Einflüsse**

**Jürgen Kornmeier, Sven P. Heinrich & Michael Bach**

**Elektrophysiologisches Labor, Universitäts-Augenklinik Freiburg**

**kornmeier@uni-freiburg.de**

Die Betrachtung mehrdeutiger Reize (z.B. Necker-Würfel) führt zu einem spontanen Wechsel der wahrgenommenen Orientierung. Neuronale Sättigung (“bottom-up”) und ein zentraler autonomer Entscheidungsprozeß (“top-down”) sind zwei scheinbar widersprüchliche Ansätze, die zur Erklärung der Mechanismen dieses Wahrnehmungsphänomens diskutiert werden. In Anlehnung an das Onset/Offset-Paradigma von Orbach et al. (1967) zur Wahrnehmung mehrdeutiger Stimuli versuchten wir, mögliche Zeitkonstanten mit einem Sättigungsmodell zu ermitteln. Außerdem verglichen wir die Rate von Wahrnehmungswechseln bei kontinuierlicher und unterbrochener (diskontinuierlicher) Betrachtung.

10 normale Versuchspersonen betrachteten in getrennten Experimenten mehrdeutige geometrische Figuren (z.B. Necker-Würfel). Wir kombinierten 5 verschiedene Präsentationszeiten mit 5 verschiedenen Pausenzeiten in 25 Einzelblöcken von jeweils einer Minute Dauer und gefolgt von jeweils 30 s Pause. In einem weiteren Experiment wurden die Stimuli für die Dauer von 3 min kontinuierlich präsentiert. Die Versuchspersonen signalisierten per Tastendruck den Wahrnehmungswechsel von einer Orientierung der Stimuli zur anderen.

Die Rate der Wahrnehmungswechsel (1) unterliegt einem signifikanten Einfluß der Variation von Präsentations- und Pausenzeit (2) ist im Onset/Offset-Experiment höher als bei kontinuierlicher Betrachtung. (3) zeigt sich eine hohe interindividuelle Varianz.

Der große Einfluß von Präsentations- und Pausenzeit deutet neuronale Sättigung (bottom-up) bei der Steuerung spontaner Wahrnehmungswechsel an. Onset/Offset-Präsentationen scheinen die Wahrnehmung dabei zusätzlich zu destabilisieren und so zu einer höheren Rate der Wahrnehmungswechsel, verglichen mit kontinuierlicher Betrachtung, zu führen. Wir schlagen ein Sättigungsmodell vor, das diese destabilisierenden Einflüsse berücksichtigt und die zugrundeliegenden Zeitkonstanten schätzt. Die hohe Variabilität zwischen den Versuchspersonen deutet auf “top-down”-gesteuerte, individuelle Modulation der Zeitkonstanten hin.

Orbach J., Zucker E., Olson R. (1966). Reversibility of the Necker cube: VII.: Reversal rate as a function of figure-on and figure-off durations. *Perceptual and Motor Skills*, 22: 615-618.

## **A new theory of the Poggendorff illusion based on stereoscopic vision**

**Thorsten Hansen**

**Abteilung Neuroinformatik, Universität Ulm**

**[hansen@neuro.informatik.uni-ulm.de](mailto:hansen@neuro.informatik.uni-ulm.de)**

A number of empirical studies have demonstrated the importance of colinearity in visual perception. In the light of these results the failure in the perception of two colinear oblique lines separated by two vertical parallels in the Poggendorff illusion is even more striking. Given that colinearity plays such a dominant role, what factors cause the failure of its perception in the Poggendorff illusion?

We present a novel theory of the Poggendorff illusion which is based on the conjecture that the 2D illusion evokes a strong 3D interpretation of a distant oblique line occluded by a vertical solid object. When such a 3D configuration is viewed binocularly the two objects have a certain disparity. This disparity causes an interocular displacement of the junction points where the oblique abuts the verticals (Malik et al., *Nature Neurosci.* 2(9):840-843, 1999). In particular, the left junction is moved upwards in the left eye, while the right junction is moved downwards in the right eye. Fusion of the images of both eyes can be established by taking the left part of the left eye's halfimage and the right part of the right eye's halfimage (van Ee & Erkelens, *Percept. & Psychophys.*, 2000, 62(5):910--926). We propose that in this fusion process the disparity induced interocular displacement is compensated by a similar shift in the opposite direction, causing the correct perception of a colinear oblique line behind an occluder. When the same compensation is now erroneously triggered by a 2D sketch of the scene the Poggendorff illusion occurs.

Three main predictions of the proposed theory are detailed below. First, the Poggendorff illusion should decrease or even vanish in 3D under binocular viewing, as reported in a number of experiments (e.g., Drobins & Lawson, *Percept. Mot. Skills*, 42:15--18, 1976; Julesz: *Foundations of cyclopean perception*, Chicago, 1971). Second, modifications of the illusion which counteracts its 3D interpretation should also decrease the illusion, since the compensation mechanism is not activated. Such modifications are provided by an acute-angle only version of the illusion, or a version with a trapezoidal occluder appearing as receding into depth in the same orientation as the oblique line. In both cases, the illusion is much weaker or even vanishes (Rock: *Perception*, New York, 1980). Third, the illusion is predicted to increase for steeper angles of the oblique, causing a stronger displacement of the junctions which needs to be compensated.

We have proposed a stereoscopic explanation of the Poggendorff illusion: the correct compensation for disparity induced junction displacements in 3D leads to the illusory shift of the lines when the same compensation mechanism is falsely activated in 2D. While a full account for the Poggendorff illusion may involve other phenomena, we have proposed an ecologically sound interpretation of the illusion which allows to reconcile a number of empirical findings within a single theory. We are currently designing a number of psychophysical experiments to assess various aspects of the theory.

## **Der Flash-lag Effekt: Lässt sich eine neuronale Latenzdifferenz für die Wahrnehmung bewegter und geblitzter visueller Reize mit TMS nachweisen?**

**Michael Vorweg & Thomas Kammer**

**Abteilung Neurobiologie, MPI für biologische Kybernetik Tübingen**

**michael.vorweg@tuebingen.mpg.de**

Ein sich bewegendes Objekt in der Außenwelt unterliegt durch neuronale Laufzeiten von der Retina bis zur bewussten Wahrnehmung ebenso einer Latenzzeit wie ein geblitztes. Wenn man jedoch an räumlich korrespondierender Stelle zu einem bewegten Stimulus einen zweiten blitzt, dann wird der geblitzte als zurückliegend wahrgenommen; ein Effekt, der als "flash-lag effect" (FLE) bekannt wurde (Nijhawan 1994). Eines der Erklärungsmodelle beruht auf unterschiedlichen visuellen Wahrnehmungslatenzen. Wir verwendeten die transkranielle Magnetstimulation (TMS) über dem okzipitalen Kortex, um Laufzeitunterschiede bewegter und geblitzter Stimuli nachzuweisen.

Drei Versuchspersonen gaben in einem ersten psychophysischen Experiment durch Tastendruck (2AFC) an, ob sie eine sich horizontal bewegende Linie links oder rechts von einer geblitzten gesehen hatten. Im zweiten Experiment wurde untersucht, zu welchem Zeitpunkt TMS die visuelle Verarbeitung der geblitzten Linie stört (temporaler 2AFC, t2AFC). Im dritten Experiment wurde die Wahrnehmung der bewegten Linie mit TMS maskiert (t2AFC). Dazu wurde diese kurz ausgeblendet, wodurch in der Trajektorie eine Lücke entstand, die das zu störende Ereignis darstellte.

Im ersten Experiment fanden wir einen FLE von über 70ms (73,6ms - 83,6ms). Die Wahrnehmung der geblitzten Linie wurde durch TMS mit einer SOA zwischen 75 und 125ms gestört. Mit bewegten Stimuli ergab sich ein Maximum der Maskierung durch TMS ebenfalls zwischen 75 und 125ms SOA.

In den bisher durchgeführten Messungen lässt sich mit TMS über dem visuellen Kortex kein Laufzeitunterschied für geblitzte und bewegte Objekte nachweisen. Dies deutet entweder darauf hin, dass eine Latenzdifferenz erst auf einer höheren Verarbeitungsebene entsteht, oder dass dem "flash-lag effect" ein anderer Mechanismus zugrunde liegt.

## **Overestimation of 15-40 percent of configural information in faces: The role of geometrical illusions**

**Adrian Schwaninger & Franziska Hofer**

**Department of Psychology, University of Zuerich, Switzerland**

**aschwan@allgpsy.unizh.ch**

Several previous studies have stressed the importance of configural information in face recognition. In this study the perception of configural information was investigated. Using the method of adjustment Experiment 1 revealed that the inter-eye distance is overestimated by 15 percent and the eye-mouth distance by more than 30 percent. In Experiment 2 this effect was replicated using a different set of stimuli. In Experiment 3 several possible explanations were tested: Horizontal vertical illusion, Muller-Lyer illusion, Oppel-Kundt illusion, context effects, Pragnanz effect, and the role of surface information. Experiment 4 consisted of a replication in which a face and a line drawing was used in order to test for surface based face specific effects. The results of these four experiments suggest an important role of well-known perceptual illusions for the explanation of the large overestimation of configural information in faces.



**Was wir nicht wahrnehmen, obwohl es die Augen “sehen”:  
ein Blick auf die eigenen Sehzellen.  
Entoptische Strukturen im menschlichen Auge –  
sichtbar durch ein Mikroskop mit rotierender Aperturblende**

**Rainer Wolf, Matthias Schuchardt & Rainer Rosenzweig**

**Biozentrum der Universität Würzburg**

**lrwolf@biozentrum.uni-wuerzburg.de**

Betrachtet man einäugig eine homogene weiße Fläche durch ein 0,3-0,6mm großes Pinhole, das man dicht vor dem Auge per Hand mit 3-6Hz kreisförmig mit einem Bahndurchmesser von 2-3mm bewegt, so werden die “mouches volantes”, deren Schatten entsprechend rasch über die Retina huschen, unsichtbar. Stattdessen sieht man Schatten von Strukturen, die dicht über der lichtempfindlichen Schicht liegen: die Netzhautkapillaren, die die Foveola aussparen, und dazwischen eine “lederartige Struktur” (v.Campenhausen 1993). Genaues Hinsehen zeigt, dass diese aus feinen Pünktchen besteht, die gleichmäßig verteilt sind. Wie kommt dieses Punktemuster zustande?

Blickt man bei Durchlicht-Hellfeldbeleuchtung in ein Mikroskop mit rotierender Aperturblende, so entsteht im Sehfeld ein ähnlicher Effekt, weil der abbildende Strahlenkegel aus wechselnden Richtungen auf die Netzhaut fällt. Durch ein Abgleichverfahren wurde die Raumfrequenz dieses Musters ermittelt.

Betrachtet man durch das rotierende Pinhole ein kleine Schar von 0,7mm grossen Punkten, die einen Mittelpunktsabstand von 0,8mm haben, so werden beide Raumfrequenzen beim Betrachtungsabstand von durchschnittlich 95cm gleich. Hieraus resultiert ein Pünktchenabstand auf der Netzhaut von ca. 15µm, was der Sehzellgröße entspricht.

Wir schließen daraus, dass es sich um die “Schatten” der Sehzellkerne handelt, die wegen ihres höheren Brechungsindex` wie Kugellinsen wirken und das Licht bündeln. Da die Schatten nahezu netzhautstabil sind, neigen sie dazu, in der Wahrnehmung wegzu-”faden”. Hat man sie einmal wahrgenommen, werden sie bei Wiederholung immer deutlicher, und trotz schwachen Bildkontrasts kann sogar ein negatives Nachbild entstehen. Dies kann ein Indiz sein, dass eine “Mottle-Subtraktion” stattfindet, bei der Bildstörungen durch stabile entoptische Strukturen, die das Sehsystem “kennt”, vom Netzhautbild abgezogen werden. Ophthalmologisch könnte unsere Methode der frühzeitigen Selbstdiagnose einer Makula-Degeneration dienen.



## **Postersitzung: Objekterkennung**

## **Functional hemispheric asymmetries for the integration of stimulus level and form**

**Gregor Volberg & Ronald Hübner**

**Fachbereich Psychologie, Universität Konstanz**

**gregor.volberg@uni-konstanz.de**

It has frequently been reported that the processing of hierarchical stimuli is more efficient for global than for local structures in the right hemisphere (RH), and vice versa in the left hemisphere (LH). However, recent studies show that these effects mainly occur for conflicting stimuli. But how can response conflicts affect hemispheric asymmetries? One possibility is that response selection for a conflicting stimulus requires a more elaborated stimulus representation, where level and form of the stimulus are integrated. We hypothesize that the hemispheres differ with respect to this integration process, i.e. the LH and the RH accomplish this integration more efficiently for the local and global level, respectively.

To test this hypothesis an experiment was conducted in which a response conflict was also produced by spatially separated stimuli. If conflicts per se contribute to hemispheric differences, then the effects should also show up in such cases. For obtaining this goal, two different hierarchical letters were presented simultaneously left and right of fixation. Because the subjects had only to respond to a prespecified target level at one side in a given trial, this arrangement allowed to induce interference within a stimulus as well as between stimuli. Moreover, in the between stimulus case, the interference could either be within level or across levels.

The results show that the response times were increased for conflicting relative to those for nonconflicting stimuli. This effect was largest for conflicts across levels within a stimulus (52 ms), less pronounced for conflicts within the target level between stimuli (36 ms), and smallest for conflicts across levels between stimuli (10 ms). Most important, hemispheric asymmetries only occurred when there was a conflict across levels within the target stimulus.

Taken together, the results show again that hemispheric asymmetries for global/local processing only occur for conflicting stimuli. However, the conflict has to be within a hierarchical object. This supports the hypothesis that the integration of level and form plays a crucial role for hemispheres differences for global/local processing.

## **A relative encoding model of spatiotemporal boundary formation**

**Douglas W. Cunningham, Arnulf B. A. Graf & Heinrich H. Bülthoff**

**Max Planck Institute for Biological Cybernetics, Tübingen**

**douglas.cunningham@tuebingen.mpg.de**

When a camouflaged animal sits in front of the appropriate background, the animal is effectively invisible. As soon as the animal moves, however, it is easily visible despite the fact that at any given instant, there is no shape information. This process, referred to as Spatiotemporal Boundary Formation (SBF), can be initiated by a wide range of texture transformations, including changes in the visibility, shape, or color of individual texture elements. Shipley and colleagues have gathered a wealth of psychophysical data on SBF, and have presented a local motion vector model for the recovery of the orientation of local edge segments (LESs) from as few as three element changes (Shipley and Kellman, 1997). Here, we improve and extend this model to cover the extraction of global form and motion.

The model recovers the orientation of the LESs from a dataset consisting of the relative spatiotemporal location of the element changes. The recovered orientations of as few as two LESs is then be used to extract the global motion, which is then used to determine the relative spatiotemporal location and minimal length of the LESs. To complete the global form, the LESs are connected in a manner similar to that used in illusory contours. Unlike Shipley and Kellman's earlier model, which required that pairs of element changes be represented as local motion vectors, the present model merely encodes the relative spatiotemporal locations of the changes in any arbitrary coordinate system.

Computational simulations of the model show that it captures the major psychophysical aspects of SBF, including a dependency on the spatiotemporal density of element changes and a sensitivity to spurious changes. Interestingly, the relative encoding scheme yields several emergent properties that are strikingly similar to the perception of aperture viewed figures (Anorthoscopic Perception).

The model captures many of the important qualities of SBF, and offers a framework within which additional aspects of SBF may be modelled. Moreover, the relative encoding approach seems to inherently encapsulate other phenomenon, offering the possibility of unifying several phenomena within a single mathematical model.

## **Die ersten Millisekunden eines Gesichts: Frühe Prozesse der Gesichtserkennung**

**Claus-Christian Carbon & Helmut Leder**

**FU Berlin**

**ccc@experimental-psychology.de**

Die von Thompson (1980) demonstrierte „Thatcher-Illusion“, die darin besteht, dass man aus einem Gesichtsbild den Augen- und Mundbereich ausschneidet und um 180° dreht, wird oft als besonders eindrucksvolle Wahrnehmungstäuschung im Forschungsbereich der Gesichtserkennung zitiert. Dreht man nämlich solche durch ihre spezifische Manipulationsart grotesk wirkenden und schlecht zu identifizierenden Bilder als Ganzes um 180°, so ergibt sich trotz identischer physikalischer Verhältnisse ein vollkommen neuer visueller Eindruck: Die Identifizierungsrate und Geschwindigkeit nähert sich dem invertierten Original und die bei aufrechter Betrachtungsweise vermittelte Groteskheit verschwindet. Bisher wurde der Schwerpunkt bei der Erforschung von Thatcher-Gesichtern meist auf das Phänomen der Groteskheit und der Erkennbarkeit gesetzt, wobei jedoch die Darbietungszeiten keiner systematischen Variation unterzogen wurden. Dabei ergeben sich durch die Limitierung von Darbietungszeiten solcher Thatcher-Reize ein interessantes Paradigma zur Erforschung spezifischer Prozessannahmen bei der Identifizierung von Gesichtern und die sie konstituierenden Merkmale. So können die zeitliche Aufeinanderfolge und die Verknüpfung einzelner Prozessebenen, z.B. die Verarbeitung von inneren und äußeren Gesichtsbereichen untersucht werden. Zur Diskussion stehen neueste Experimentaldaten und damit verbundene Schlussfolgerungen.

## **Priming for plane-rotated objects depends on attention**

**Volker Thoma & Jules Davidoff**

**Department of Psychology, Goldsmiths College, University of London**

**v.thoma@gold.ac.uk**

Object recognition studies using a short-term priming paradigm show that attended images prime themselves and their left-right reflections, whereas ignored images prime themselves but not their reflections (Stankiewicz et al., 1998). In two experiments using Snodgrass & Vanderwart (1980) images we tested priming for common objects rotated in the picture plane. In Experiment 1 participants had to name objects in prime-probe trial pairs. The probe images were either shown in the same view as in the prime trial or rotated 90 degrees in the picture plane. Attended objects primed their corresponding probe object in the same view and when rotated, whereas ignored images only primed themselves in their corresponding view. This priming pattern was consistent for objects with a definite upright orientation (e.g. a house) as well as for objects without a definite orientation (e.g. a hammer). In Experiment 2 we tested whether rotated objects with a definite upright orientation prime themselves. As in experiment 1, substantial priming was observed for attended and ignored objects shown in their upright view in both the prime and probe trials. However, rotated objects primed themselves only when attended. These results show that visual priming of ignored objects is not viewpoint-invariant and is sensitive to rotations in the picture plane. Priming for ignored objects manifests itself between perception and object memory, as only familiar views prime themselves. At the same time priming for attended objects is view-independent. These data support models of human object recognition that rely on qualitative different representations (Hummel & Stankiewicz, 1996), namely part-based or structural representations for attended and holistic or view-like representations for ignored images.

## **Integration of local features into visual shapes in the human visual cortex**

**Christian F. Altmann, Zoe Kourtzi, Wolfgang Grodd & Heinrich H.  
Bülthoff**

**Max-Planck-Institute for Biological Cybernetics, Tübingen**

**christian.altmann@tuebingen.mpg.de**

The perception of visual shapes entails that local image features are integrated into global configurations that represent visual forms. The lateral occipital complex (LOC) in the human brain has been proposed to be primarily involved in the visual analysis of shape. The goal of the present study was to investigate the role of the LOC in figure-ground segmentation and contour integration of simple geometric shapes by using event-related functional magnetic resonance imaging in human subjects. The stimuli consisted of arrays of Gabor elements. Two types of stimuli were used: a) random patterns that consisted of randomly oriented and aligned Gabor elements and b) contours that consisted of a set of Gabor elements that were aligned to a closed contour and embedded in a background of randomly oriented Gabors. We independently localized the LOC in each subject and tested fMRI responses in this region of interest. Our first experiment showed stronger activation in the LOC for contours than for random patterns. Moreover, we found stronger activation in the LOC when the detection of contours was facilitated by additional visual cues, namely motion or disparity. In a second set of experiments, we degraded the contours and found decreased activation in the LOC when the contours were difficult to detect from their background. Our findings suggest that neural populations in the LOC are involved in the integration of local image features and the visual perception of shapes.



## **Dynamics of common fate**

**Ronny Werner, Christian Kaernbach & Adrian von Mühlenen**

**Institut für Allgemeine Psychologie, Universität Leipzig**

**post@ronnywerner.de**

We explored how much time it takes for a Gestalt to build up from coherent motion.

We presented random dot displays with independent random walk movements. For some period in time, a subset of the dots showed coherent motion, leading to the perception of a Gestalt. We determined the time necessary for Gestalt detection, for Gestalt recognition, and for the building-up of whole-part relations between elements of a Gestalt.

A major finding is that Gestalt detection happens rather fast: in less than 100 ms threshold is exceeded, and after 200 ms performance is nearly asymptotic. Gestalt recognition depends on the discriminability of the figures to be recognized. For easy-to-discriminate figures it is nearly as fast as Gestalt detection, whereas for more similar figures it takes somewhat longer. In contrast to this, it seems to take much more time before single dots can reliably be assigned to either the Gestalt or the background. Depending on the motion pattern of Gestalt and background, 200 to 500 ms are needed before this task can be solved with threshold performance.

We will argue, that this latter mechanism is dependent on selective attention and outlasts the phase of coherent motion.

## **Typizität und Formähnlichkeit von Kategoriemitgliedern sind beeinflusst durch topologische Transformationen**

**Markus Graf**

**Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen**

**markus.graf@tuebingen.mpg.de**

Verschiedene Mitglieder einer basic level Kategorie lassen sich häufig durch eine relativ einfache topologische (verformende) Transformation ineinander überführen (sog. Gummitch-Geometrie). Ein früheres Experiment zeigte, dass bei einer Kategorisierungsaufgabe unter Zeitdruck die Reaktionszeit und Fehlerrate ansteigen mit zunehmendem Umfang der topologischen Transformation von zwei sequentiell präsentierten Kategoriemitgliedern (Graf, TWK 2001). Falls topologische Transformationen bei der basic level Kategorisierung involviert sind, dann sollte die Performanz in verwandten Aufgaben ebenfalls durch den Umfang der Formdeformation beeinflusst sein. Zum einen sollte die Typizität (Repräsentativität) der Kategoriemitglieder bestimmt sein durch die transformationale Distanz zur Kategorierepräsentation. Zum anderen sollte die Formähnlichkeit von zwei Objekten abnehmen mit zunehmender topologischer Transformation zwischen den Objekten.

Diese Vorhersagen wurden untersucht für 2D Silhouetten (outline shapes) von Objekten aus 25 bekannten Objektkategorien. In der Typizitätsaufgabe mussten die Vpn die Typizität von verschiedenen Kategoriemitgliedern beurteilen, die mit einem Morphing-Algorithmus erzeugt wurden – d.h. sie sollten beurteilen, wie gut die Objekte zu ihrer Vorstellung der Kategorie passen. In der Ähnlichkeitsaufgabe wurde der Umfang der topologischen Transformation zwischen zwei Objekten der gleichen basic level Kategorie manipuliert, und die Vpn mussten die Ähnlichkeit der Objekte beurteilen.

Die Ergebnisse bestätigten die Vorhersagen: Zum einen variierten die Typizitätsratings auf systematische Art und Weise mit der topologischen Formtransformation. Die Ratings zeigten eine Kategoriestruktur, bei der die Typizität abnahm mit zunehmender Distanz zum typischsten Kategoriemitglied. Zum zweiten nahm die wahrgenommene Ähnlichkeit ab mit zunehmendem Umfang topologischer Transformation.

Die Befunde demonstrieren, dass die basic level Kategorisierung und die Formähnlichkeit von Objekten vom Umfang topologischer Transformation abhängen. Die Daten können durch ein Alignment-Modell der Kategorisierung und der Ähnlichkeit erklärt werden, das topologische Transformationen beinhaltet. Das vorgeschlagene Modell kann als eine bild-basierte Erweiterung des structural alignment Modells der Ähnlichkeit (z.B. Markman & Gentner, 1993) betrachtet werden.

## **Recognizing faces across different views: does caricaturing help?**

**Barbara Knappmeyer, Yi Cheng & Isabelle Bülthoff**

**Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen**

**barbara.knappmeyer@tuebingen.mpg.de**

Caricatured faces are recognized as quickly and accurately as (and sometimes faster and better than) the veridical versions (Benson & Perrett, 1994). This “caricature effect” (CE) has been demonstrated only for the frontal view of faces and only when the caricatures were presented during the testing phase. First, we investigated whether the caricature effect generalizes across changes in viewpoint (frontal, three-quarter, and profile). Second, we examined the effect of presenting caricatured faces during the learning phase, which we term the “reverse caricature effect” (RCE). Face recognition performance was tested using two tasks: an old/new recognition paradigm and a sequential matching task. Observers learned faces either in the frontal, three-quarter, or profile views, and were tested with all three viewpoints. Half of the subjects participated in the CE condition (learning with veridicals, testing with caricatures) and the other half of the subjects participated in the RCE condition (learning with caricatures, testing with veridicals). The caricatures were created using a 3D face morphing algorithm (Blanz & Vetter, 1999). Accuracy sensitivity was measured using  $d'$ . For the CE condition, caricatures were recognized more accurately than veridical versions of the same face (mean  $d'$ : sequential matching: caricature=1.15, veridical=1.09; Old/New: caricature=1.42, veridical=1.18). This difference was (nearly) significant (sequential matching:  $F(2,58)=28$ ,  $p<0.001$ ; Old/New:  $F(1, 162)=3.19$ ,  $p=0.076$ ). The interaction between face caricature level and viewpoint (testing view and/or learning view) was not significant. This suggests that the caricature effect generalizes across viewpoint. Similar results were found for the RCE condition. These results are discussed within the framework of a face space model for representing faces.

## Face gender is not perceived categorically

Isabelle Bühlhoff

Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen

isabelle.buelthoff@tuebingen.mpg.de

In previous studies, we investigated whether male and female faces are perceived as distinct categories at the perceptual level and found no evidence of categorical perception using various discrimination tasks. In the present study we tested whether categorical perception of our stimuli might become apparent with yet another discrimination task, a sequential same-different task. The face stimuli used in all our experiments were derived from a database of 200 3D-laser scans of male and female faces (<http://faces.kyb.tuebingen.mpg.de>). Series of 3D-morphs were computed between individual male and female faces using the method of Blanz & Vetter (1999). Additionally, all faces of the database were used to compute average male and female faces to generate another series of morphs which was devoid of any individual features. One prediction of categorical perception is that two face stimuli that belong to different gender categories should be easier to discriminate than two face stimuli belonging to the same gender. In all our studies including the present one, most face pairs that straddle the gender category were not more easily discriminated than same category pairs. Thus, despite the use of different discrimination tasks, we found no categorical effect for face gender with our face stimuli, even when exemplar specific effects are eliminated as it is the case with average faces. We will discuss these results and compare them to the conflicting results of Campanella et al. (2001) who carried out similar experiments with different morphing techniques.

## **Facial self recognition and its specific relation with the right hemisphere**

**Hyo Un Yoon, Christian Plewnia, Mathias Bartels & Tilo Kircher**

**Universitätsklinik für Psychiatrie, Tübingen**

**hyoun.yoon@med.uni-tuebingen.de**

There are several studies about face recognition indicated that the activity of the right hemisphere of the brain plays a dominant role in terms of facial self recognition (Keenan et al. 1999, 2000, Preilowski 1979). Facial self recognition does not take place by humans before age of 18 months and only great adult apes can recognize themselves into the mirror. It is therefore assumed that this ability can be correlated with self consciousness. Our aim of the study was to find out the relations between the right hemisphere of the brain and the facial self recognition. In experiment 1 we presented the various kinds of facial identities (one's own, that of a friend, famous and unknown persons) either on the left or right side of the computer screen. The duration of presentation time was 100 ms because the average speed of saccade in humans lies approximately 120 ms. The reaction times of the subjects were measured and the response hand was right. In experiment 2 we presented manipulated faces. Using a special morph program, we could produce a morph-series between two start faces and a target face. Standardised faces of the subjects themselves, their friends and an unknown person (as start faces) were morphed in 15 steps against faces of strangers (as target faces). Thus there were three kinds of morph-series (self vs. strange, friend vs. strange and an unknown person vs. strange). These images were presented in the middle of the computer screen serially. The reaction times of each image was measured and the response hand was left. In experiment 1 we could see significant effects of facial identities, it means there were reaction time advantages of the recognition of the highly familiar faces compared with less familiar faces, but no effects could be seen in terms of the presentation side. In experiment 2 we could not see any significant effects of facial identities. In conclusion, we could not demonstrate a remarkable role a right hemisphere in terms of facial self recognition.

## **Maskierung visueller Reize durch Magnetstimulation in zwei Zeitperioden**

**Klaas Puls & Thomas Kammer**

**Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen**

**klaas.puls@tuebingen.mpg.de**

Transkranielle Magnetstimulation (TMS) über dem Hinterkopf erhöht die Kontrast-Wahrnehmungsschwelle für geblitzte visuelle Reize (Kammer & Nusseck 1998). Neben dem bekanntesten Zeitintervall mit einer SOA von +100 ms gibt es Hinweise, daß es eine bis zwei frühere Perioden innerhalb der visuellen Reizverarbeitung gibt, die durch TMS gestört werden können (Corthout et al 1998, 1999, 2000). Das erste Maximum wird im Bereich von 70 ms SOA beschrieben (TMS vor visuellem Reiz!), daß zweite zwischen 35 und +45 ms SOA. Bisher ist nicht klar, ob es sich bei diesen frühen Perioden um kortikale Effekte oder um nicht-kortikale Einflüsse der TMS handelt.

Die Versuchspersonen mussten eine einfache Diskriminierungsaufgabe zu einem geblitzten Objekt ausführen (Wahlpflichtaufgabe mit 4 Alternativen). Die Modulation der Kontrastwahrnehmungsschwelle durch TMS wurde für zwei Hintergrundhelligkeiten (0.3 und 3 cd/m<sup>2</sup>) und mehrere TMS-Intensitäten in einem Zeitfenster von -100 ms bis +200 ms SOA ermittelt.

Bei allen fünf Versuchspersonen fand sich eine ausgeprägte Zunahme der Kontrast-Wahrnehmungsschwelle im Zeitfenster zwischen +75 und +145 ms SOA. Zusätzlich zeigten vier von fünf Versuchspersonen eine weniger stark ausgeprägte Schwellenanhebung in einem zweiten Zeitintervall zwischen 35 und +45 ms SOA. Mit stärkerer TMS-Intensität nahmen beide Modulationen zu. Bei dunklem Hintergrund war die relative Schwellenzunahme (Weber-Kontrast) größer als bei hellem Hintergrund und die Maxima der Modulation traten bei späteren SOA auf.

Die Abhängigkeit des TMS-Maskierungseffektes von der Hintergrundluminanz im Zeitfenster +100 ms SOA spiegelt die visuelle Übertragungszeit wieder und spricht für einen kortikalen Ursprung. Die von Corthout beschriebene Maskierung mit früheren TMS SOA lässt sich mit stärkeren TMS-Intensitäten reproduzieren. Da sich das Maximum der Modulation für diesen Effekt etwa bei 0 ms SOA befindet, erscheint ein unspezifischer, nicht-kortikaler TMS-Effekt, z.B. Irritation durch den akustischen Artefakt plausibel.

## Psychophysikalische Studien zur Lerninvarianz von Objekten

H. Lee, G. Rainer & N.K. Logothetis

Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen

han.lee@tuebingen.mpg.de

Psychophysikalische Experimente an Menschen zum visuellen Lernen haben gezeigt, dass durch das Lernen Generalisierungen entlang bestimmter Stimulusdimensionen stattfinden. In unseren Experimenten untersuchen wir solche Invarianzen des visuellen Lernens in Affen mit natürlichen Objekten. Dazu wurden Makaken trainiert, einen delayed matching-to-sample (DMS) task auszuführen: Den Affen wurde in jedem Durchgang kurz ein Testobjekt präsentiert und nach einer kurzen Verzögerung ein Vergleichsobjekt. Die Affen mussten entscheiden ob das Vergleichsobjekt identisch mit dem Testobjekt war oder nicht und dementsprechend einen Hebel loslassen. Die Testobjekte wurden systematisch mit Rauschen interpoliert, während die Vergleichsobjekte unmanipuliert blieben. Die Wahrnehmungsleistung der Affen nahm mit zunehmenden Rauschen ab. In jeder Sitzung wurden sowohl bekannte Objekte, die jedesmal gezeigt wurden, als auch neue, unbekannte Objekte gezeigt. Im Vergleich zu den neuen Objekten konnten bekannte Objekte unter stärkerem Rauschen identifiziert werden, d.h. die Affen besaßen für bekannte Objekte eine niedrigere Schwelle. Zusätzlich zeigte sich während des Trainings, dass die Affen für stark verrauschte Testobjekte, die für sie nicht identifizierbar waren, ein individuell ausgeprägtes, stereotypes Verhalten an den Tag legten. Die Affen hatten nämlich eine Tendenz für neue Vergleichsobjekte den Hebel viel öfter loszulassen als für bekannte Vergleichsobjekte. Dies führte zu systematischen Veränderungen der psychometrischen Funktion. Wir entwickelten eine Methode, mit der die psychometrische Funktion bezüglich dieser Antwortpräferenz ("response bias") korrigiert werden kann. Den erfahrungsbedingten Unterschied in der Wahrnehmungsleistung nutzten wir, um systematisch zu untersuchen, für welche Objekteigenschaften visuelles Lernen generalisiert. Dazu wurden zwischen den Trainingssitzungen Testsitzungen eingefügt, in denen jeweils eine bestimmte Eigenschaft der Objekte verändert wurde. Durch den Vergleich von Test- und Trainingssitzungen lässt sich zeigen, ob eine bestimmte Objekteigenschaft relevant für das visuelle Lernen ist oder nicht. Vorläufige Daten von einem Affen mit gespiegelten und grössenveränderten Objekten belegen, dass visuelles Lernen bezüglich dieser Manipulationen teilweise invariant ist.

## **Investigation of face representation in monkeys using adaptational aftereffects**

**I.V. Bondar, D.A. Leopold, J.M. Pauls & N.K. Logothetis**

**Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen**

**igor.bondar@tuebingen.mpg.de**

Adaptational aftereffects have often been described as the “psychophysicist’s electrode” because of their ability to isolate specific populations of neurons related to perception. We have recently demonstrated that adaptational aftereffects can systematically and precisely bias the perception of complex patterns such as faces (Leopold et al., 2001). These results suggested a privileged role for the prototype or ‘central tendency’ of an object category in the representation of faces, which may be expressed in the selective responses of neurons in the inferotemporal cortex. Specifically, the analysis of a complex sensory pattern may involve a comparison with a prototype representation implicitly stored in the sensory apparatus. The present study is a first step to investigating this hypothesis in alert, behaving, monkeys.

Two monkeys were trained to indicate the identity of up to four individual faces by pressing one of four buttons. In the first experiment they were shown brief presentations of faces whose identity was modulated between the mean face and each individual, and required to identify the face. In the second experiment a 4-second adaptation to a different face preceded each test face presentation.

Without adaptation, thresholds for discriminating between the memorized faces were evaluated in both monkeys, and were very similar to those of humans performing the same task. Following adaptation, perception was biased according to the structure of the adapting stimulus. The nature and magnitude of the adaptation effects were very similar to that observed in humans.

These results suggest that mechanisms underlying face recognition in the monkey are similar to those present in humans, even when it is across species. Current studies are underway using multielectrode bundles implanted in the inferotemporal cortex of both monkeys to elucidate the role of the prototype in the neural representation of faces.



## **‘Rein zeitbasierte Figur-Grund-Segmentierung’ ist auch nach Tiefpassfilterung noch notwendig**

**Farid I. Kandil & Manfred Fahle**

**Human Neurobiologie, Universität Bremen**

**kandil@uni-bremen.de**

Lee und Blake zeigten mit einem Feld aus sich hin- und herbewegenden Gaborstimuli, dass Figur und Grund allein dadurch zu unterscheiden seien, dass die Gaborreize in der Figur ihre Bewegungsrichtung zu anderen Zeitpunkten ändern als die im Hintergrund. Farid und Adelson wiesen dagegen nach, dass wiederholte Richtungsumkehrungen der Gaborstimuli (und auch der von ihnen benutzten Punkte) dazu führt, dass sich der Kontrast vorübergehend erhöht, während er reduziert wird, wenn sich die Stimuli fortlaufend in eine Richtung bewegen. Da die Stimuli in Figur und Grund unabhängigen Zufallsreihen folgen, kommt es zu Kontrastunterschieden, die mit einem zeitlichen Tiefpassfilter erkannt werden können. Ein Zeitdetektor wäre demnach nicht nötig. Wir überprüfen diese Behauptung. In einem aus 15x15 Feldern bestehenden visuellen Stimulus bewegt sich in jedem Feld eine Punkteformation. Die Figur umfasst einen Bereich von 7x5 Feldern, deren Ausrichtung (horizontal oder vertikal) von den Versuchspersonen erkannt werden muss. Im Gegensatz zu früheren Experimenten ist das zeitliche Muster für die Figur nicht von dem des Hintergrundes unabhängig, sondern mit diesem bis auf eine konstante zeitliche Verzögerung identisch, wodurch eventuelle Kontrastartefakte zeitlich begrenzt werden. Im ersten Experiment (mit fester zeitlicher Abfolge) zeigte sich, dass reine Bewegungsumkehrungen als Reiz für eine Figur-Grund-Segmentierung nicht ausreichen. Das macht sowohl Lee und Blakes Hypothese als auch eine Beteiligung von Bewegungsdetektoren unwahrscheinlich. Vielmehr ist bei jeder Umkehr eine Pause von 30 ms notwendig, damit die Figur erkannt werden kann, was für die Kontrastartefakthypothese spricht. In einem zweiten Experiment (mit zufälliger zeitlicher Abfolge) war die Figur ab einer konstanten Verzögerung von 30 ms zu erkennen. Eine zeitliche Tiefpassfilterung detektiert zwar Kontrastunterschiede zwischen Figur und Grund. Aufgrund der zeitlichen Struktur der Stimuli muss aber der nachgeschaltete raum-zeitliche Mechanismus diese Unterschiede mit einer Auflösung von 30 ms verarbeiten, was die Hypothese einer zeitbasierten Figur-Grund-Segmentierung unterstützt.

## **A Neural model of recurrent processing for texture boundary detection in the infero-temporal pathway**

**Axel Thielscher & Heiko Neumann**

**Department of Psychiatry, University of Ulm**

**axel.thielscher@medizin.uni-ulm.de**

Regions composed of different texture patterns are segmented pre-attentively by the visual system. A body of empirical evidence suggests that visual cortical mechanisms of texture segmentation rely on the detection of discontinuities between otherwise homogeneous texture regions (Gallant et al 1995; Nothdurft 1992). Recent data indicates that cortical area V4 plays a key role in texture segmentation (Kastner et al. 2000). We investigate how different cortical areas along the ventral visual pathway with different computational competencies manage to achieve the robust segmentation of texture form patterns.

A detailed biologically motivated neural model was defined in accordance with the available anatomical and electrophysiological data. The model consists of three areas V1, V2 and V4 and builds upon a model of V1-V2 boundary processing and illusory contour formation (Neumann & Sepp 1999). The key features of the computational mechanisms are as follows: (1) Topographical organization of maps of model cells in each area; (2) increasing receptive field sizes along the hierarchy of areas (1:3:8 size ratio); (3) modulation of cell activity via feedback activation from higher-order areas; (4) normalization of cell activation in a space-feature domain neighborhood via center-surround competition.

Computational experiments have been conducted using texture stimuli made up of oriented line elements as used in psychophysical studies of Nothdurft (1992). Our model correctly replicates findings of empirical investigations such as, e.g., the pre-attentive pop-out of a center figure evoked by a sufficiently large orientation contrast at the region boundary, and the suppression of pop-out by orientation noise in the background. In addition, the influence of alignment effects on pop-out are demonstrated.

The model allows to trace back psychophysical findings on texture segmentation to the possibly underlying neural mechanisms. In particular, it suggests the importance of recurrent interaction between cortical areas along the ventral pathway for the robust computation of surface shape.

Gallant, J.L., van Essen, D.C., Nothdurft, H.C. (1995). in: *Early Vision and Beyond*, T.V. Papathomas, Editor, The MIT Press, Cambridge, pp. 89-98

Kastner, S., de Weerd, P., Ungerleider, L.G. (2000). *Journal of Neurophysiology* 83: 2453-2457

Neumann, H., Sepp, W. (1999). *Biological Cybernetics* 81: 425-444

Nothdurft, H.C. (1992). *Perception & Psychophysics* 52(4): 355-375

## **Raum-zeitliche neuronale Aktivität in einem Oszillator-Modell des Thalamus**

**Benjamin Liske, Jürgen Schwarz & Andreas Stevens**

**EEG Labor II, Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Tuebingen**

**benjamin.liske@student.uni-tuebingen.de**

Ein Grossteil der sensorischen Informationen erreichen über thalamo-corticale Relayneurone den Cortex, von wo aus sie in verschiedenen Schleifen ueber subcorticale Strukturen (Basalganglien) auf andere corticale Areale einwirken und über den Nucleus Reticularis auf die thalamischen Kerne zurickprojizieren. Man nimmt an, dass Informationen zwischen corticalen Arealen nur dann ausgetauscht werden kann, wenn die Aktivität dieser Areale wenigstens zeitweise synchronisiert ist und das thalamo-reticulare System einen wesentlichen Anteil an der Entstehung synchroner neuronaler Aktivität hat. Untersucht wird in einem einfachen Modell des Thalamus basierend auf gekoppelten nichtlinearen Oszillatoren wie die Wechselwirkung von sensorischem Input und cortico-thalamischen Feedback dabei sowohl Frequenz und Phasenbeziehungen, wie auch die raum-zeitliche neuronale Aktivität beeinflusst. Dabei zeigt bereits das vorliegende vereinfachte Modell des Thalamus in guter Übereinstimmung mit tierexperimentellen Befunden bei Läsionen des sensorischen Inputs Aktivität im Theta-Wellen Bereich und bei Läsionen des corticalen Feedbacks eine starke ortsabhängigkeit der Amplituden.

## Über die Austauschbarkeit von Ort und Zeit

**Michael Dorr & Erhardt Barth**

**Institut für Neuro- und Bioinformatik, Lübeck**

**dorr@inb.mu-luebeck.de**

Die Trennung von Form und Bewegung in der Beschreibung und Modellierung der visuellen Wahrnehmung hat Tradition und ist durch eine Reihe von Überlegungen und Befunden zu begründen, z.B. durch die Trennung in Magno- und Parvosystem. Demgegenüber stehen Methoden der Bild- und Signalverarbeitung, in denen zwischen Ort und Zeit nicht explizit unterschieden wird. Es wird zum Beispiel das Problem der Detektion von orientierten Strukturen in Orts-Zeit (Bewegung) so behandelt wie das Problem der Detektion von orientierten Strukturen im Bild (Kanten oder Linien). Besonders deutlich wird die orts-zeitliche Betrachtungsweise in nichtlinearen Modellen, die auf der Differentialgeometrie aufbauen und damit orts-zeitliche Form als Einheit beschreiben.

Wir untersuchen, inwieweit bestimmte Reize, die vornehmlich als örtliche Muster beschrieben werden, zu ähnlichen Wahrnehmungsleistungen führen wie entsprechende orts-zeitliche Muster. Ziel ist es, den perzeptuellen Unterschied zwischen Ort und Zeit besser zu verstehen, um daraus schließlich für die Modellbildung einen gesonderten Status der Zeit gegenüber dem Ort ableiten zu können.

In Anlehnung an bekannte Experimente zur Texturwahrnehmung erzeugen wir Texturen, die mehr oder weniger unterscheidbar und dabei aus den gleichen Linienelementen aufgebaut sind. Diese Muster werden dann durch Austausch der Koordinaten in orts-zeitliche Muster umgewandelt. In beiden Fällen wird die Unterscheidbarkeit der Texturen experimentell untersucht.

Einfache örtliche Merkmale wie die Orientierung von Linienelementen führen auch als orts-zeitliche Muster zu unterscheidbaren Texturen. Komplexere Eigenschaften dagegen, die als örtliche Muster gut trennbar sind, wie z. B. offen und geschlossen, sind als orts-zeitliche Muster nur schwer unterscheidbar. Wir stellen eine Liste von Mustern auf und gliedern sie anhand der Unterscheidbarkeit im Ort und in der Orts-Zeit.

## **Topographische Muster der Gesichtsfelderweiterung: Veränderung objektiver und subjektiver Gesichtsfeldgröße im Verlauf eines Restitutionstrainings**

**Dorothe A. Poggel, Eva M. Müller-Oehring, Erich Kasten, Ulrike  
Bunzenthal & Bernhard A. Sabel**

**Generation Research Program, Bad Tölz**

**poggel@grp.hwz.uni-muenchen.de**

Topographische Muster der Gesichtsfelderweiterung wurden im Verlauf eines sechsmo-  
natigen computergestützten Restitutionstrainings beobachtet. Dabei wurden Veränderun-  
gen der objektiven und subjektiven Gesichtsfeldgröße sowie ihre Zusammenhänge unter-  
sucht. Perimetrische und hochauflösende campimetrische Gesichtsfeldtests dienten als  
objektive Maße der Defektgröße. Die subjektive Position der Gesichtsfeldgrenze wurde  
von den Patienten separat für das rechte und das linke Auge in ein standardisiertes  
Schema eingezeichnet. Diese Variablen wurden in einer Baseline-Messung erhoben.  
Neunzehn Patienten mit post-chiasmatischen Läsionen des visuellen Systems wurden mit  
einem computergestützten Restitutionstraining behandelt. Nach Beendigung des Train-  
ings wurden erneut die objektive und subjektive Gesichtsfeldgröße bestimmt. Topogra-  
phische Muster der Funktionserholung wurden analysiert und Korrelationen zwischen  
der perimetrisch bestimmten und der subjektiven Skotomgröße berechnet. Bereits vor  
dem Training korrelierte die subjektive Defektgröße mit der objektiv bestimmten Fläche  
des blinden Areals in der Perimetrie bzw. Campimetrie. Parallel zur Verbesserung der  
Stimulusdetektion in objektiven Tests, die über den Trainingszeitraum hinweg beobach-  
tet wurde, verkleinerte sich auch die subjektive Skotomgröße. Außerdem waren nach  
dem Training subjektive und objektive Gesichtsfeldgröße stärker miteinander korreliert  
als in der Baseline-Messung. Die meisten Patienten zeigten eine angemessene und  
erstaunlich genaue Repräsentation des Gesichtsfeldausfalls hinsichtlich seiner Form und  
Größe. Foveale Defekte wurden dabei subjektiv größer eingeschätzt als periphere Ein-  
schränkungen. Trainingsinduzierte Verbesserungen waren ebenfalls in den Zeichnungen  
der Patienten erkennbar. Das Trainingsprogramm führte nicht nur zu einer Vergrößerung  
intakter Bereiche in den objektiven Gesichtsfeldtests, sondern es beeinflusste auch die  
subjektive Repräsentation des Skotoms. Sowohl objektive als auch subjektive Maße der  
Defektgröße spiegeln die Architektur des visuellen Systems wider: Die topographischen  
Muster der Funktionserholung folgen den Gesetzen des corticalen Magnifizierungsfak-  
tors. Diese Muster hängen mit der subjektiven Bedeutung der Verbesserung zusammen,  
die von der Exzentrizität beeinflusst wird, bei der eine Verschiebung der Gesichtsfeld-  
grenze auftritt.

## **Invariance of the psychometric function's slope across the visual field for contrast-dependent character recognition**

**Hans Strasburger**

**Generation Research Program / Human Studies Center,  
University of München, Bad Tölz**

**[hans.strasburger@lrz.uni-muenchen.de](mailto:hans.strasburger@lrz.uni-muenchen.de)**

The psychometric function for the recognition of singly-presented digits as a function of stimulus contrast was measured at 2-deg steps across the horizontal meridian, under monocular and binocular viewing conditions. The ML-PEST staircase procedure (Harvey 1997, *Spatial Vision*) was used in a 10-alternative, forced-choice recognition paradigm to gather the data. At each retinal position, a full range of stimulus sizes were examined; contrast data for a given size/position condition were normalized to contrast threshold and the observer's response data pooled across sizes to achieve independence of stimulus size. Slope estimation was by Harvey's PsychoFit, a maximum-likelihood 2-parameter estimation method of psychometric function fitting. The contrast normalization excludes threshold fluctuations from the slope estimate which results in estimates about 50% higher than conventional ones. To compare slope values across studies, the  $b'$  (beta prime) measure of maximum slope, specified as proportion-correct/log10-unit, is proposed and conversion rules to an assortment of other slope measures are provided (Strasburger 2001, *Percept. Psychophys.*). Both the Weibull and logistic functions provided excellent fits to the observed data. The slopes of these functions at their point of inflection ranged from  $b' = 4.0$  to  $5.0$  proportion-correct/log10-unit contrast, for both monocular and binocular viewing and for all loci in the visual field. A single psychometric function shape, centered around a threshold value, therefore describes recognition performance at all retinal loci and binocularity. The function's slope is rather steep and at least twice that reported for a number of detection tasks. Methodological reasons for these pronouncedly high slopes are discussed, including work by Leek et al., Kaernbach, Klein, Wichmann & Hill, and Link.

## **Sind die größten VEP-Amplituden auch immer die signifikantesten? Ergebnis einer Studie mit Mehrkanal-Ableitung**

**Monika Heine & Thomas Meigen**

**Universitäts-Augenklinik Würzburg**

**monika.heine@mail.uni-wuerzburg.de**

Das visuell evozierte Potenzial (VEP) kann zur objektiven Visusabschätzung herangezogen werden. Um die optimale Elektrodenposition zu finden, verglichen wir die Amplituden und die Anzahl signifikanter Antworten von VEPs unterschiedlicher Elektrodenpositionen.

Bei 50 Normalpersonen (13-60J.) wurden monokular VEPs sechskanalig registriert, wobei Oz gegen sechs Referenzen abgeleitet wurde (1 frontal; 4 okzipital je 3,5 cm links, rechts, ober- und unterhalb von Oz; 1 nuchal 7 cm unterhalb von Oz). Als Reizmuster dienten Schachbrettmuster (7 Karogrößen zw.  $0,04^{\circ}$ - $2,26^{\circ}$ , Kontrast 99%, mittlere Leuchtdichte  $50 \text{ cd/m}^2$ ). Das Reizfeld betrug  $15^{\circ} \times 11,3^{\circ}$ . Die Muster-Onset-Reize (On/Off von 30ms/90ms) wurden unter Steady-State-Bedingungen (8Hz) präsentiert. Zur Datenanalyse wurden die Amplituden der Bildwechselfrequenzen im Fourierspektrum für die 6 Einzelkanäle ausgewertet, sowie der Anteil signifikanter VEP-Antworten ( $p < 1\%$ ) über das Signal-Rausch-Verhältnis zu den Nachbarfrequenzen bestimmt.

Die größten Amplituden wurden bei Ableitungen mit frontaler (LA:  $3,58 \mu\text{V} \pm 0,15$ ; RA:  $3,55 \mu\text{V} \pm 0,15$ ) und nuchaler (LA:  $2,18 \mu\text{V} \pm 0,11$ ; RA:  $2,15 \mu\text{V} \pm 0,10$ ) Referenz gefunden. Die Amplituden der Ableitungen mit okzipitaler Referenz lagen im Mittel bei LA:  $1,69 \mu\text{V} \pm 0,04$ ; RA:  $1,67 \mu\text{V} \pm 0,04$ . Der Anteil signifikanter VEP-Antworten ( $p < 1\%$ ) für die einzelnen Elektrodenpositionen war wie folgt: VEP(frontal): RA 80,0%; LA 76,6% VEP(nuchal): RA 75,4%; LA 74,3% VEP(rechts): RA 83,7%; LA 85,7% VEP(links): RA 78,9%; LA 81,7% VEP(oben): RA 79,1%; LA 80,6% VEP(unten): RA 73,4%; LA 72,6%

Obwohl die Ableitungen mit okzipitaler Referenz geringere VEP-Amplituden hatten, errechnete sich dennoch ein hoher Anteil statistisch signifikanter Antworten, was auf ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis aufgrund des geringeren Einflusses von Augenbewegungen zurückgeführt werden kann. Auch Elektrodenpositionen mit geringen Amplituden eignen sich zur VEP-Ableitung, da dadurch der Anteil signifikanter Antworten gesteigert werden kann, was für die Visusabschätzung im Schwellenbereich von großem Interesse ist.

## Visuelle Fähigkeiten lernen

Anke Huckauf

Institut für Psychologie, RWTH Aachen

anke@psych.rwth-aachen.de

Einige perzeptuelle Leistungen sind auch im Erwachsenenalter durch Training deutlich verbesserbar. Zugleich weisen diesbezügliche Befunde auf eine große Spezifität des Lernens hin. Wir interessieren uns für laterale Maskierungseffekte oder crowding, d.h. die Verschlechterung der Erkennung peripher dargebotener Buchstaben durch die Darbietung benachbarter Zeichen. Dabei wird als grundlegender Prozess eine räumliche Summation der Informationen angenommen (z.B. Chung, Levi & Legge, VisRes, 2001). Die Frage lautete, inwieweit und unter welchen Bedingungen laterale Maskierungseffekte durch Lernen reduziert werden können.

Unter verschiedenen Feedback-Bedingungen wurde im Training jeweils die Hälfte der im Testdurchgang dargebotenen Zeichenketten bearbeitet. Dabei musste der mittlere von drei kurzzeitig peripher dargebotenen Buchstaben identifiziert werden, wobei der Anteil korrekter Erkennungen gemessen wurde. Die Feedback-Bedingungen waren wie folgt: 1. nach jedem Durchgang erfolgte ein visuelles Feedback, indem die Zeichenkette am Fixationsort eingeblendet wurde, 2. beim visuellen Feedback wurde nur der Zielreiz dargeboten, 3. auditive Rückmeldung über die Richtigkeit der Antwort, 4. auditive Rückmeldung bei Verwechslungen mit einem Nachbarzeichen. Alle Probanden absolvierten nach dem Training den gleichen Testdurchgang, bei dem die Aufgabe ohne Feedback durchgeführt wurde. Eine Kontrollgruppe bearbeitete den Testdurchgang ohne vorheriges Training.

Ein signifikanter Lerngewinn wurde unter zwei Bedingungen beobachtet; zum einen, wenn im Trainingsdurchgang die Zeichenkette nach Abgabe der Antwort dargeboten wurde und zum anderen, wenn auf Verwechslungsfehler eine auditive Rückmeldung erfolgte. Der Lerngewinn betraf jeweils nur die Zeichenketten, die vorher trainiert wurden.

Der fehlende Transfer auf andere als im Training gesehene Zeichenketten weist darauf hin, dass generelle Prozesse der Zielreiz-Selektion nicht gelernt wurden. Die wiederholte Darbietung der Stimuli allein bewirkte jedoch ebenfalls keinen Lerngewinn. Eine gemeinsame Wirkung von perzeptiven und attentiven Faktoren kann die beobachteten Befunde erklären. Offensichtlich werden die Zeichenketten gelernt, wenn auf die Flankierreize aufgemerkt wird.



## Correlates of visual learning in area V4

Gregor Rainer & Nikos K. Logothetis

Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen

gregor.rainer@tuebingen.mpg.de

We trained monkeys to identify objects in the presence of varying amounts of visual noise in a delayed-matching-to-sample paradigm. Monkeys were presented with a brief cue object, which could be either a novel or familiar object at one of several stimulus levels ranging from 0% (visual noise) to 100% (undegraded object). After a brief delay, an undegraded probe object was presented and monkeys had to release a lever if the sample matched this test object. We used colored images of natural scenes, faces, etc. presented at the center of gaze. Experience with a particular set of objects allowed monkeys to identify them in the presence of greater amounts of noise compared to novel objects. We have previously shown that object-selective neurons in macaque prefrontal cortex reflect this behavioral improvement (Rainer&Miller, *Neuron* 27:179-189, 2000). By recording the activity of single neurons from eight electrodes simultaneously placed in parafoveal extrastriate area V4, we aim to describe the role of these neurons in communicating information about degraded objects, and examine if and how this information is modified by visual learning. We have preliminary data from 83 neurons from one monkey. Many neurons reliably communicated information about both novel and familiar degraded objects. At intermediate stimulus levels, these neurons signalled more information about familiar than about novel objects, consistent with a possible involvement in the behavioral improvements. In addition, we observed a tendency for undegraded familiar objects to elicit more activity than novel objects early on in the visual response. These findings suggest that visual experience can modify the properties of neurons in extrastriate area V4, and that learning already begins to affect neurons relatively early in the visual processing hierarchy.

## **The effect of training on vernier thresholds in the peripheral visual field: Psychophysics and electrophysiology**

**Ira Ludwig & Wolfgang Skrandies**

**Fachbereich Psychologie, Philipps-Universität Marburg**

**ludwigi@mail.uni-marburg.de**

Many studies have shown that perceptual abilities may improve by training, a fact often called perceptual learning. We studied perceptual learning in the peripheral visual field by determining psychophysical discrimination thresholds for visual targets (vernier stimuli). One aim was to relate perceptual improvements to changes of electrophysiological brain activity. A group of 24 healthy adults participated in our experiments where vernier thresholds were determined for targets presented to the fovea and in the left and right half field (7.2 degree eccentricity). Thresholds were measured before, during, and after a training session of about one hour duration as well as a day later. During the training, the subjects were presented with suprathreshold vernier targets in either the left or the right visual half field, and evoked brain activity was recorded from 30 electrodes over the occipital brain areas. Mean evoked potentials were computed for the first and the second half of the training (with 1200 stimulus presentations each), and the scalp topography of electrical brain activity was analysed. In the periphery, thresholds were significantly larger than at the fovea. With training, psychophysical thresholds first increased but were significantly lower on the next day resulting in an overall improvement. These effects were specific only for the trained half field. Perceptual training also affected parameters of electrical brain activity that displayed smaller field strength and altered topography after training. The effects were probably caused by adaptation (or habituation) to the peripheral training stimuli resulting in a temporarily impaired sensory performance associated with less efficient neurophysiological processing. The topographical changes of the evoked components indicate a shift of activation between different neuronal elements induced by training and perceptual learning.

## **Funktionelle Kernspintomographie kortikaler Aktivierung bei der Figur-Hintergrund Unterscheidung aufgrund von Leuchtdichte, Farbe, Bewegung und räumlicher Tiefe**

**Karoline Spang, S. Brandt, M. Morgan, V. Diehl, B. Terwey & M. Fahle**

**Human-Neurobiologie, Universität Bremen**

**kspang@uni-bremen.de**

Die Unterscheidung von Figur und Hintergrund ist ein wichtiger erster Schritt bei der visuellen Wahrnehmung von Objekten. Wir verglichen das bei funktioneller Kernspintomographie gemessene BOLD (blood-oxygenation-level dependent) Signal bei visueller Stimulierung des Kortex durch Präsentation von Figur-Grund Reizen mit einer Ruhebedingung, definiert durch Darbietung eines homogenen Feldes. Die Unterscheidung von Figur und Hintergrund erfolgte aufgrund von Unterschieden in der Leuchtdichte, Farbe, Bewegung oder räumlichen Tiefe, um festzustellen, ob die Figur-Grund Unterscheidung aufgrund unterschiedlicher Merkmale unterschiedliche Cortexareale aktiviert.

Wir präsentierten Schachbrettreize, deren Grenzen im Falle der leuchtdichte- oder farbdefinierten Stimuli entweder durch einen abrupten Übergang der Leuchtdichte oder Farbe definiert wurden oder alternativ durch eine schachbrettartige Anordnung von Punkten unterschiedlicher Leuchtdichte bzw. Farbe. Wir testeten 8 Probanden. Die visuellen Reize wurden durch einen Videoprojektor auf eine Leinwand geworfen, die sich am Fußende des Kernspintomographen (Feldstärke 1,5 Tesla, "Vision" Siemens) befand. Die Reize wurden mit einer Frequenz von 4 Hz geflickert. Zur Wahrnehmung von räumlicher Tiefe benutzten die Probanden eine Rot/Grün Brille, mit deren Hilfe dem rechten Auge rote Reize und dem linken Auge grüne Reize dargeboten werden konnten. Die Daten wurden mit Hilfe einer kommerziellen Software (Brainvoyager) analysiert.

Bei der Figur-Hintergrund Unterscheidung aufgrund von Leuchtdichte- oder Farbunterschieden wurden striäre und extrastriäre Kortexareale aktiviert. Bei der Darbietung von Schachbrettreizen, die durch unterschiedliche Bewegung von Punkten oder durch unterschiedliche räumliche Tiefe definiert waren, wurden dagegen vorwiegend extrastriäre Kortexareale aktiviert.

Wir schließen daraus, dass die neuronale Verarbeitung der Figur-Hintergrund Unterscheidung von unterschiedlichen Elementarreizen zwar einige gemeinsame Mechanismen haben mag, die kortikale Aktivierung jedoch bei der Objekterkennung aufgrund von Reizen, die sich nicht durch Leuchtdichte oder Farbe unterscheiden, vorwiegend in extrastriären Arealen stattzufinden scheint. Mit anderen Worten, es scheint unterschiedliche Mechanismen der kortikalen Verarbeitung bei der Unterscheidung von Figur und Hintergrund bei unterschiedlichen Submodalitäten zu geben.

## **Detection and discrimination in pink noise**

**Felix A. Wichmann & G. Bruce Henning**

**Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen**

**felix@tuebingen.mpg.de**

Much of our information about early spatial vision comes from detection experiments involving low-contrast stimuli, which are not, perhaps, particularly “natural” stimuli. Contrast discrimination experiments provide one way to explore the visual system’s response to stimuli of higher contrast whilst keeping the number of unknown parameters comparatively small. We explored both detection and contrast discrimination performance with sinusoidal and “pulse-train” (or line) gratings. Both types of grating had a fundamental spatial frequency of 2.09-c/deg but the pulse-train, ideally, contains, in addition to its fundamental component, all the harmonics of the fundamental. Although the 2.09-c/deg pulse-train produced on our display was measured using a high-performance digital camera (Photometrics) and shown to contain at least 8 harmonics at equal contrast, it was no more detectable than its most detectable component; no benefit from having additional information at the harmonics was measurable. The addition of broadband 1-D “pink” noise made it about a factor of four more detectable than any of its components. However, in contrast-discrimination experiments, with an in-phase pedestal or masking grating of the same form and phase as the signal and 15% contrast, the noise did not improve the discrimination performance of the pulse train relative to that of its sinusoidal components. We discuss the implications of these observations for models of early vision in particular the implications for possible sources of internal noise.

**Postersitzung:  
Binokulare Wahrnehmung**

## **Fixationsdisparation: Einflüsse der vertikalen Bildaufbaurichtung am CRT-Monitor auf die Konvergenzgenauigkeit**

**Stephanie Jainta & Wolfgang Jaschinski**

**Institut für Arbeitsphysiologie, Dortmund**

**jaschinski@ifado.de**

Von optimalem Binokularsehen spricht man, wenn sich die Sehachsen der Augen direkt im Fixationsobjekt schneiden. Abweichend davon findet man in normalsichtigen Personen oft einen Vergenzfehler (Fixationsdisparation) von ein paar Winkelminuten, der kleiner als der Panumbereich ist und somit nicht zu Doppelbildern führt (Howard & Rogers (1995, Binocular vision and stereopsis)). Jene Fixationsdisparation wurde in der vorliegenden Studie in Abhängigkeit davon gemessen, ob ein CRT-Monitor normal aufgestellt oder auf den Kopf gestellt wurde. Damit wurde der Effekt der vertikalen Bildaufbaurichtung auf den Vergenzfehler untersucht; d.h. die Frage, ob die schnelle räumlich-zeitliche Instabilität der Leuchtdichte im Takt der Bildwiederholffrequenz von 140 Hz einen Einfluß auf die Konvergenz haben könnte.

Die Fixationsdisparation, kann psychophysisch mit Hilfe von zwei Noniuslinien (Vernier-Linien), die dichoptisch getrennt dem rechten bzw. linken Auge dargeboten werden, gemessen werden: der physikalische Offset der dichoptischen Noniuslinien, der als subjektiv übereinanderstehend wahrgenommen wird, reflektiert die Größe des Vergenzfehlers. Als Kontrollmessung wurde in der vorliegenden Untersuchung beiden Augen beide Noniuslinien dargeboten: diese nicht-dichoptische Bedingung ergibt den Noniusfehler als physikalischen Versatz, der bei übereinanderstehenden Noniuslinien wahrgenommen wird.

Der Gruppenmittelwert ergab für die 23 Versuchsteilnehmer keine Unterschiede. Unter zusätzlicher Betrachtung des "Personen"-Faktors im varianzanalytischen Vorgehen zeigte sich nur für die Fixationsdisparation eine signifikante Interaktion "Person x Bildaufbaurichtung" ( $F(22,22) = 2.46, p < 0.05$ ), für den Noniusfehler nicht. Die Test-Rest-Korrelation der Veränderung in der Fixationsdisparation aufgrund der gedrehten Bildaufbaurichtung ist ebenfalls signifikant ( $r = 0.44, p = 0.02$ ).

Damit läßt sich vermuten, daß die Vergenzgenauigkeit einzelner Personen von der Bildaufbaurichtung abhängt. Für diese individuellen Empfindlichkeiten können noch keine spezifischen physiologischen Grundlagen zur Erklärung herangezogen werden. Möglicherweise besteht ein Zusammenhang mit Einflüssen von Bildwiederholffrequenzen im Bereich von 50- 100 Hz auf Sehfunktionen wie Akkommodation und Pupille (Kennedy et al., Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1998; Jaschinski et. al., Ergonomics, 1998).

## **Der minimale Leuchtdichtekontrast für stereoskopischen Glanz**

**Wolfgang Pieper & Ira Ludwig**

**Fachbereich Psychologie und Sportwissenschaft, Justus-Liebig-Universität Gießen**

**wolfgang.pieper@psychol.uni-giessen.de**

Bietet man den beiden Augen unterschiedliche monokulare Punktemuster ohne querdissipate Anteile dar, so beobachtet man je nach Art dieser Punkte die Phänomene binokulare Fusion, binokularer Wettstreit oder stereoskopischer Glanz. Der hier interessierende stereoskopische Glanz entsteht, wenn einem Auge schwarz umrandete Punkte mit hellem Innenfeld und dem anderen Auge an korrespondierender Stelle schwarze Punkte dargeboten werden. Der Beobachter hat dabei den Eindruck einer homogenen graphitähnlich glänzenden Fläche. Wir untersuchten den Einfluss der Größe der monokular dargebotenen Punkte und des Leuchtdichtekontrastes zwischen den beiden Innenfeldern auf die Entstehung des stereoskopischen Glanzes. Die Größe der Punkte betrug 3, 2, 1 oder 0,5 Grad. Die Leuchtdichte des hellen Innenfeldes wurde in elf Stufen zwischen 5 bis 50 cd/m<sup>2</sup> variiert, während die Leuchtdichte der schwarzen Flächen stets 0,7 cd/m<sup>2</sup> betrug. Die Reize erschienen auf zwei TFT-LCD Monitoren und wurden mit einer Spiegelstereoskop-Anordnung betrachtet. Die Leuchtdichtebedingungen wurden je achtmal in zufälliger Reihenfolge dargeboten. Zehn Versuchspersonen beurteilten die Punktemuster in Hinsicht auf das Vorhandensein stereoskopischen Glanzes. Stereoskopischer Glanz entstand ab einer mittleren Schwellenleuchtdichte von 9 cd/m<sup>2</sup> (Standardabweichung = 1,2 cd/m<sup>2</sup>), das entspricht einem Kontrast von 0,86. Unterhalb dieser Schwelle erschienen die Punkte als matte schwarze Flächen. Die Größe der Bildelemente hatte keinen Einfluss auf die Schwelle. Unsere Studie zeigt, dass bereits sehr geringe Leuchtdichteunterschiede genügen, um stereoskopischen Glanz zu erzeugen. Vor diesem Hintergrund erstaunt es nicht, dass einzelne Autoren (z. B. Helmholtz im Handbuch der Physiologischen Optik) fälschlich von Glanz als Folge der binokularen Kombination verschieden farbiger Flächen berichten. Auslöser des Glanzes ist in solchen Fällen jedoch nicht der Farbkontrast, sondern immer der Leuchtdichteunterschied, da isoluminante Farbreize keinen Glanz erzeugen (Pieper & Ludwig, 2001, Perception, 30).

## **Bestimmung der 3D-Verrechnungszeit mittels der “Delayed Stereopsis Illusion” (DSI)**

**Rainer Rosenzweig, Matthias Schuchardt & Rainer Wolf**

**MPI für biologische Kybernetik, Tübingen**

**rainer.rosenzweig@tuebingen.mpg.de**

Wieviel Zeit benötigt unser 3D-Sehen? Bei pseudoskopischer Betrachtung eines undurchsichtigen Quadrats, das räumlich vor einer zufallsgemusterten Fläche liegt, erscheint das Quadrat in einem rechteckigen Ausschnitt hinter dieser Fläche. Bewegt sich das Muster, das räumlich vor dem Rechteck wahrgenommen wird, vertikal, so nimmt man an der in Bewegungsrichtung vorderen Kante des Rechtecks eine illusionäre Lücke wahr (Delayed Stereopsis Illusion DSI). Diese Lücke trägt das Muster der bewegten Fläche, ihre räumliche Tiefe wird aber irgendwo zwischen Quadrat und Flächenebene wahrgenommen. Analog zu B.Julesz' topologischen “Niemandsländern” an den beiden vertikalen Rändern des Quadrates, bezeichnen wir diese DSI-Lücke als “rechenzeitbedingtes Niemandsländ”. Denn anhand der Breite dieser Lücke, deren äußeren Rand wir unter definierten Versuchsbedingungen von Probanden markieren ließen, kann man die Verrechnungszeit bestimmen, die das Gehirn für die Bestimmung der Tiefenposition des aus dem “Nichts” auftauchenden Musters benötigt.

Messdaten wurden psychophysisch mit einem realen sowie einem Computer-generierten Modellsystem gewonnen.

Unsere ursprüngliche Annahme, dass die 3D-Verrechnungszeit, die sich aus dem “rechenzeitbedingten Niemandsländ” ergibt und Mustererkennung sowie 3D-Verrechnung einschließt, über alle Geschwindigkeiten des Musters konstant ist, hat sich nicht bestätigt. Vielmehr erkennt man mindestens zwei Bereiche, in denen die Breite des rechenzeitbedingten Niemandsländes mit zunehmender Bewegungsgeschwindigkeit linear anwächst: Bei Werten unter 2,5 Grad/s ergeben sich Verrechnungszeiten von durchschnittlich 290ms, die ab 2,5 Grad/s aber bis auf 128ms sinken.

Auch beim 3D-Sehen scheinen unterschiedliche Verarbeitungswege für schnelle und langsame Bewegungen, wie sie Gegenfurtner et al. (Trends Neurosci 19:394-401,1996) beschreiben, für unterschiedliche Verrechnungszeiten verantwortlich zu sein. Lerneffekte und Parameter wie Raumfrequenzen, Disparität zwischen Quadrat und bewegter Fläche, Augenbewegungen und Helligkeit hatten keinen messbaren Einfluss auf die Breite der DSI-Lücke. Letzteres ist Indiz, dass der Pulfrich-Effekt nicht durch verzögerte Erregung des abgedunkelten Auges, sondern durch laterale Hemmung (v.Campenhausen 1996) verursacht wird.



## **The locus of perceived equidistance in binocular vision**

**Jürgen Heller**

**Universität Regensburg**

**[juergen.heller@psychologie.uni-regensburg.de](mailto:juergen.heller@psychologie.uni-regensburg.de)**

Egocentric distance is assumed to play a central role in visual spatial orientation, especially under reduced cue conditions. Concerning the locus of perceived equidistance, i.e. the points in space that are apparently located at a constant distance from the observer, various empirical studies have revealed a characteristic change of its form depending on absolute distance. This result is taken as indication of the influence of binocular information, like the extraretinal vergence signal. It will be shown that this interpretation is by no means uniquely forced by the data. The presented empirical evidence favors the idea of an independent combination of monocular information. The notion of independence referred to is captured by a formal theory, which has been shown to follow logically from a set of axioms. This theory is strongly supported by the results of an experimental test of the structural assumption that lies at the core of this axiomatic approach. The suggested formal framework allows for integrating assumptions on the optics of the eye, or on the neural preprocessing that occurs prior to binocular combination into a theory of binocular space perception.



**Postersitzung:  
Bewegungswahrnehmung**

## Keine Adaptation durch oszillierende Bewegung?

Sven P. Heinrich & Michael Bach

Universitäts-Augenklinik Freiburg

shein@uni-freiburg

Ein Merkmal bewegungsverarbeitender Mechanismen ist ihre starke Adaptierbarkeit. Im Gegensatz zu bisher verwendeten kontinuierlichen Reizen haben wir einen oszillierenden Adaptationsreiz benutzt, der rasch zwischen zwei entgegengesetzten Richtungen wechselt. Da jede Richtung während 50% der Adaptationszeit gezeigt wird, wäre eine Adaptation richtungsspezifischer Bewegungsdetektoren zu erwarten [1,2], die sich auf die psychophysischen Schwellen für Richtungsunterscheidung auswirken sollte.

Es wurden kontrahierende und expandierende Punktmuster verwendet. Testreize bestanden aus einem Anteil sich zufällig bewegendere Punkte und einem Anteil sich korreliert bewegendere Punkte. Mittels einer 2AFC-Aufgabe (Kontraktion/Expansion) wurde während 100 Wiederholungen die Schwelle (% korrelierte Punkte) bestimmt, getrennt für expandierende und kontrahierende Testmuster. Es gab für jede der 9 Versuchspersonen 4 Varianten mit unterschiedlichen Adaptationsreizen zwischen den Testbewegungen: oszillierende Bewegung (7 Hz), intermittierende Kontraktion (7 Hz, 50% duty-cycle), entsprechende Expansion und statisches Muster.

Die Schwellen für statische und oszillierende Adaptation waren nahezu gleich (Median: 10,5% bzw. 12% korrelierte Punkte,  $p=0,68$ ). Bei intermittierender gerichteter Adaptation war die Schwelle in Adaptationsrichtung deutlich erhöht (48%,  $p<0.01$ ) und in Gegenrichtung deutlich erniedrigt (0% (kleinstmöglicher Wert),  $p<0.01$ ).

Es überrascht, daß oszillierende Bewegung die Schwellen nicht beeinflusst. Offenbar findet keine Adaptation richtungsspezifischer Mechanismen statt. Aktuelle Experimente mit visuell evozierten Potentialen stützen diese Annahme. Mögliche Erklärungen sind u.a. (a) raschere Erholung von der Adaptation durch entgegengesetzte Bewegung und (b) zeitliche Integration (Tiefpaß) der Bewegungsinformation durch den Adaptationsmechanismus. Letztere könnte auf einfache Weise in bestehende Modelle eingefügt werden.

[1] Hoffmann M, Dorn T, Bach M (1999) Time course of motion adaptation: Motion onset visual evoked potentials and subjective estimates. *Vision Res* 39:437-444

[2] Hoffmann MB, Unsöld A, Bach M (2001) Directional tuning of motion adaptation in the motion-onset VEP. *Vision Res* 41:2187-2194

## Global motion processing: When S-cones kick in

Alexa I. Ruppertsberg, Sophie M. Wuerger & Marco Bertamini

MacKay Institute of Communication and Neuroscience, Keele University

a.ruppertsberg@keele.ac.uk

The interaction of colour and motion cues for global motion integration across space has only recently been studied (Edwards & Badcock, 1996, *Vision Research*, 36). To establish the chromatic tolerance limits of global motion we first needed to determine global motion detection thresholds (81%) as a function of the chromatic contrast in the isoluminant cone-opponent colour-space (S- (M-L) space). These thresholds provide an isomotion contour in the chosen colour space.

We used 300 coloured Gaussian blobs moving on an isoluminant grey background (isoluminance = 50cd/m<sup>2</sup>). Observers had to distinguish between an interval with random motion and an interval with 40% of the blobs moving either left or right (2IFC).

In Experiment 1 the diameter of a Gaussian dot was 0.22°, its speed 1°/s, resulting in a displacement of 0.25°, the viewing distance was 200 cm, and the size of the display was 5.1° x 4°. Eight out of ten observers were not able to perform the task for S-cone isolating colours. In all other colour directions the thresholds were determined by the stimulation of the red-green mechanism.

To test this hypothesis, we performed Experiment 2 where we added chromatic noise (with a constant projection onto the red-green mechanism) to the red and green stimuli. We found that the width of the chromatic noise distribution did not affect the results and the thresholds were predicted by the projection onto the red-green mechanism.

In Experiment 3 we tested whether possible luminance artefacts could account for the results in Experiment 1. We established observers' individual isoluminance by heterochromatic flicker and rerun Experiment 1. We obtained the same results.

In Experiment 4 we changed the viewing distance to 50cm, the speed was kept constant resulting in 0.25° displacement, the dot size became 0.86°, and the size of the display 19.8° x 15.6°. Under these conditions we were able to establish participants' thresholds also for S-cone isolating colours.

Global motion extraction in the isoluminant plane appears to be mediated exclusively by a red-green mechanism for small dot sizes and only for bigger dot sizes do S-cones contribute to global motion processing.

## Biologische Bewegung definiert durch Bewegung 2. Ordnung

Uwe J. Ilg, Jan Churan & Martin Giese

Kognitive Neurologie, Neurologische Universitätsklinik Tübingen

[uwe.ilg@uni-tuebingen.de](mailto:uwe.ilg@uni-tuebingen.de)

Das menschliche visuelle System hat die erstaunliche Fähigkeit, Objekte als ganze wahrzunehmen, selbst wenn diese Objekte nur extrem spärlich repräsentiert sind oder eine nicht-rigide Bewegung ausführen. Dabei spielt Bewegung eine besondere Rolle: wird z.B. ein Mensch mit einigen wenigen Lichtpunkten markiert, so nehmen wir diesen Menschen und dessen ausgeführte Aktion wahr (Biologische Bewegung Johansson 1973), jedoch nur solange die Punkte in Bewegung sind. Wird Biologische Bewegung auch dann wahrgenommen, wenn die einzelnen Punkte des Objekts durch Bewegung 2. Ordnung definiert sind? Diese Frage sollte durch die vorliegende Studie beantwortet werden. Wir setzten eine durch 10 Punkte definierte Johansson-Figur eines gehenden Menschen ein. Einerseits waren die Punkte durch eine vom Hintergrund abweichende Helligkeit definiert, andererseits waren die Punkte durch ihre Bewegung (Bewegung erster Ordnung [FM], drift-freie [DFM] und Theta-Bewegung [TM]) vom Hintergrund zu unterscheiden. Die Aufgabe der Versuchspersonen bestand darin, die Richtung des Gehers (rechts oder links) durch einen Tastendruck mitzuteilen. Wir veränderten systematisch die Präsentationsdauer und ermittelten so die psychometrischen Antwortkurven jeder Versuchsperson. Aus diesen Kurven wurde die Zeit bestimmt, bei der der Stimulus mit einer Wahrscheinlichkeit von 75% korrekt erkannt wurde. Zunächst wiederholten wir den Befund, dass die Wahrnehmung von Biologischer Bewegung kritisch von der korrekten Orientierung des Reizes abhängt. Der Geher mußte aufrecht im Mittel für mindestens 86 ms präsentiert werden, damit die VPn die Bewegungsrichtung korrekt angeben konnten. Wird der Geher um 180 Grad gedreht, verlängert sich diese Zeit auf 487 ms. Die korrekte Wahrnehmung der Bewegungsrichtung erforderte bei dem luminanz-definierten Stimulus im Mittel 42 ms, die drei anderen Stimuli benötigten deutlich verlängerte, aber untereinander nicht signifikant unterschiedliche Zeiten (FM 276 ms, DFM 195 ms, TM 242 ms). Die Wahrnehmung des Gehers ist bei genügend langer Präsentationsdauer auch dann möglich, wenn der Geher durch Bewegung 2. Ordnung definiert ist. Unsere Resultate deuten an, dass die Mechanismen zur Analyse von Biologischer Bewegung über die Ausgangssignale der verschiedenen Module zur Analyse lokaler Bewegungen integrieren können.

## **Neural mechanisms for robust integration and segregation of motion patterns**

**Pierre Bayerl & Heiko Neumann**

**Abteilung Neuroinformatik, Universität Ulm**

**pierre.bayerl@neuro.informatik.uni-ulm.de**

In order to perceive coherent patterns of visual motion, it is critical to accomplish a robust integration of local motion signals. For example, in a recently discovered motion illusion (Pinna & Brelstaff, *Vis.Res.* 40:2091-2096, 2000) a (static) pattern consisting of two rings of diamond-shaped items each outlined by light and dark lines leads to a strong illusory motion effect when an approaching observer fixates the center of the rings. Here, we present a model of how different cortical areas, namely V1, MT and MSTd, interact to accomplish the robust analysis of moving visual patterns.

Retinal flow patterns are non-linearly transformed along the retino-cortical pathway. This mapping can be described in closed form by a complex logarithm (Schwartz, *Biol. Cybern.* 37:63-76, 1980). Such a transformation achieves a mapping of the peripheral true motion (of the fixating observer) into a horizontally oriented uniform gauge pattern. Motion information from two successive frames of a movement simulation are integrated along the V1-MT-MSTd feedforward pathway utilizing direction selective cells of increasing spatial size (X:Y:Z ratio). Cells of model MSTd make recurrent feedback connections with MT cells. Activated direction sensitive MT cells are modulated by MSTd cells of similar direction preference. The general computational mechanisms of the MT-MSTd recurrence are derived from a previous model of recurrent V1-V2 boundary processing and illusory contour formation (Neumann & Sepp, *Biol. Cybern.* 81:425-444, 1999).

The motion illusion is shown to induce a motion pattern in the cortical MT and MST areas. MST-MT feedback achieves the necessary disambiguation of initial noisy estimates. This leads to segregated opponent motion patterns along circular directions when perceptual splitting occurs, while homogeneous motion fields occur when no perceptual splitting is observed.

The results provide evidence for the essential role of feedback from higher-order motion area MST.

## **Complex finger sequences elicit gamma-band activity over the mesial premotor cortex**

**Barbara Ripper, Jochen Kaiser & Werner Lutzenberger**

**Institut für Medizinische Psychologie, Tübingen**

**barbara.ripper@uni-tuebingen.de**

The functional significance of the supplementary motor area (SMA) in the mesial premotor region for the planning, preparation and execution of voluntary movements is well established. Since electrocortical studies have mainly investigated increases in gamma-band activity (GBA) in primary sensorimotor areas, it is still unclear if changes in GBA also occur in the SMA. Considering the fact that the SMA seems to be especially involved in the processing of complex movements suggests a preference of such tasks to elicit an enhancement in GBA. In this study we were thus interested in the localization of magnetoencephalographic (MEG) GBA changes to an internally paced complex finger sequence task compared to an externally paced finger task and a neutral condition. In twelve right-handed subjects MEG (143 first order magnetic gradiometers) was recorded during three conditions. In the “neutral condition” subjects had no further instruction, in the “externally paced finger task” subjects had to react to an irregularly presented tactile stimulus on their right thumb by touching their left thumb with their left index finger, while in the “internally paced finger sequence task” subjects continuously opposed sequentially the left thumb to the left index finger once, to the middle finger twice, to the ring finger three times and to the little finger four times, and then repeated this sequence in reverse order. Differences in spectral amplitude between the neutral condition and the externally and the internally paced tasks were assessed by bootstrap analysis. The internally paced complex finger sequence task was distinguished from the neutral condition by a spectral amplitude increase in the gamma-band range at 69 Hz located centrally over the mesial premotor cortex probably representing the SMA. In addition, analysis yielded a coherence increase between this sensor and sensors over the sensorimotor region. Comparing the externally paced finger task with the neutral condition yielded no GBA increase. Thus, compared to the internally paced finger sequence this task did not seem to be complex enough to involve a measureable increase in gamma-band activity in the SMA.



## **Direction selective detection of auditory and visual motion stimuli**

**Sophie M. Wuerger, Markus Hofbauer, Georg Meyer, Florian Roehrbein,  
Kerstin Schill & Christoph Zetsche**

**MacKayInstitute of Communication and Neuroscience, Keele University**

**s.m.wuerger@cns.keele.ac.uk**

There is evidence that visual and auditory signals are integrated at a perceptual level and in spatial attention tasks. In this study we investigated whether the subthreshold integration of visual and auditory motion signals depends on the direction of the motion signals in the two modalities.

The visual motion stimulus consisted of a random dot kinematogram (RDK) extending over 25 degrees of visual angle. A certain percentage of the dots moved in the same direction whereas the remaining dots moved in random directions. The RDK was presented for only 175 ms to minimise eye movements. The auditory stimulus consisted of two components, a noise pedestal which was different for each loudspeaker, and an incremental noise component that was cross-faded between the two loudspeakers, giving rise to a motion percept. The visual and the auditory motion had matched speeds of 10 degrees per second. The motion signals were either to the right or to the left. Auditory and visual motion directions could either be consistent (both to the left or both to the right), or inconsistent (one to the left, the other to the right). In each trial, two intervals were presented. One interval contained the noise stimulus (neither auditory nor visual motion); in the other interval the signal was present which was defined as either visual, auditory, or motion in both modalities. The task of the observer was to identify which interval contained motion.

For each of the two conditions (consistent and inconsistent motion) we fitted two-dimensional psychometric functions and estimated the motion thresholds. We find that the thresholds for inconsistent and consistent auditory and visual motions are very similar. Together with other results this suggests that an integration of auditory and visual motion signals can occur for relative distance changes between observer and object but is not selective for the direction of the movement.

## **Gender discrimination from biological motion: What kind of information is used?**

**Sandra Richwien & Nikolaus Troje**

**Department of Psychology, Ruhr-Universität Bochum**

**troje@bio.psy.ruhr-uni-bochum.de**

The information provided in a point-light display of a walking figure conveys information both about the geometry and structure of the moving body as well as about the dynamics itself. Human observers can estimate the sex of a point-light walker with a reasonable accuracy. In this study we examine whether information about gender is carried rather by motion mediated structural information or by dynamic cues. Three groups of observers were presented with point-light displays of 80 individual walkers and had to attribute a gender to each of them. To the first 8 observers the walkers were shown in frontal view (0 deg), another 8 observers saw them in half profile (30 deg) and yet another 8 observers were presented with profile views (90 deg). After a first block of sex ratings of the veridical walkers a second block was shown which contained modifications of the walkers. Those stimuli were either normalized by their structure, thus containing only dynamic information to be used for gender classification or they were normalized by their dynamics, thus containing only structural information. Both factors effected the number of mis-classifications (Orientation:  $F(2,21)=31.9$ ,  $p<0.001$ ; In-formation:  $F(2,42)=27.2$ ,  $p<0.001$ ). The interaction was not significant. With respect to the orientation of the walker, performance was best in the 0 deg condition (27% errors on average) and worst in the profile view condition (44% errors). Error rates on the veridical walkers were on average across all orientations 30%. Performance on the dynamic-only stimuli was much better (32% errors) than on the structure-only stimuli (39% errors). Dynamical information seems to be more important for gender discrimination than structural information and is best accessible in the frontal view.

## **Individual recognition from biological motion: Structural versus dynamic information**

**M. Lavrov & N. Troje**

**Ruhr-Uni-Bochum**

**lavrov@bio.psy.ruhr-uni-bochum.de**

A familiar person can be recognized by the way he or she moves. We investigated this ability using point-light displays of seven different walkers shown from three different viewpoints. Each observer was presented with only one viewpoint and was trained to name the walkers. During training, diagnostic information was gradually reduced by normalizing the stimuli with respect to their size, their shape, and their speed. We evaluated the influence of those manipulations on the learning curve and on the performance in separate non-reinforced test sessions. Finally, the fully normalized walkers were shown in different orientations in order to test the observer's ability to generalize to new viewpoints. Starting at chance level (14% correct responses) subjects learned quickly to associate the correct names to the stimuli (77% correct on average across all observers after 60 presentations of each walker). Normalizing the walkers by their size did not impair performance neither in the learning curve nor in the testing sessions. Normalization of the walkers with respect to their shape did cause a slight drop in performance (from 88% to 77%). An additional normalization with respect to walking speed had a stronger effect (from 86% to 71%). After relearning, observers still reached a performance of 85% correct. Performance in the test sessions was somewhat smaller. Results confirmed the ones obtained from the learning curves: Size is not used as a cue and shape does only play a minor role. The last test on viewpoint generalisation showed that although performance drops considerably even with fully normalized walkers, a 90 deg viewpoint changed walker is correctly identified in 40% of all trials.

## **Perception and production of biological motion in patients with early brain lesions**

**Marina Pavlova, M. Staudt, A. Sokolov , S. Böhm ,  
N. Birbaumer & I. Krägeloh-Mann**

**University of Tübingen**

**marina.pavlova@uni-tuebingen.de**

Recent theoretical reasoning and experimental findings suggest that the process of perception and production of biological movement might share a common representational network (e.g., Blakemore & Decety, 2001; Grezes & Decety, 2002; Nishitani & Hari, 2000). Here, we address the issue of whether early disorders in the ability to produce biological motion relate to impairments in biological motion perception. **Methods.** By using the simultaneous masking paradigm (Pavlova & Sokolov, 2000; Pavlova et al., 2001), we examined visual sensitivity to biological motion in adolescents (13-16 yrs old) born pre-term (at 27-33 gestational week). All participants underwent a neurological examination. They differ in locomotion ability from normal to a complete walking disability. From all participants, MRI images were acquired. In the stimulus-known-exactly (SKE) detection task, participants judged the presence of the camouflaged point-light walker. **Results.** Irrespective of an ability to produce movement, patients with similar extent of periventricular leukomalacia (PVL) over the parieto-occipital complex exhibit nearly the same sensitivity to biological motion. Sensitivity correlates negatively with the extent of PVL over the parieto-occipital complex, whereas neither the severity of motor impairment nor the extent of lesions along the pyramidal tract significantly relate to the sensitivity index. **Conclusions.** The data suggest that perception of biological motion is not substantially affected by an observer's restrictions in body movement. Instead, the findings favor the assumption that a common network for perception and production of biological motion might be inherent for the brain.

Blakemore, S.-J., & Decety, J. (2001). From the perception of action to the understanding of intention. *Nat. Rev. Neurosci.*, 2, 561-567.

Grezes, J., & Decety, J. (2002). Does visual perception of object afford action? Evidence from neuroimaging study. *Neuropsychologia*, 40, 212-222.

Nishitani, N., & Hari, R. (2000). Temporal dynamics of cortical representation for action. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 97, 913-918.

Pavlova, M., Krägeloh-Mann, I., Sokolov, A., Böhm, S., & Birbaumer, N. (2001). Deficient processing of biological motion in patients with early brain damage. *Soc. Neurosci. Abstr.*, Vol. 27, Program No. 722.26.

Pavlova, M., & Sokolov, A. (2000). Orientation specificity in biological motion perception. *Perception & Psychophysics*, 62, 998-1007.

## Wahrnehmung von Abprallen und Durchgleiten bei ambigüen Bewegungsreizen

Jürgen Golz & Rainer Mausfeld

Institut für Psychologie, CAU Kiel

golz@psychologie.uni-kiel.de

Bewegen sich zwei identische Figuren (z.B. Kreisscheiben) auf einer Geraden aufeinander zu, überlagern sich und bewegen sich dann wieder voneinander fort, so kann dieser Reiz auf zwei verschiedene Arten wahrgenommen werden: Die Figuren seien voneinander abgeprallt und jeweils in die Richtung zurückgelaufen, aus der sie gekommen sind, oder die Figuren hätten sich hintereinanderdurchgleitend ohne Änderung der Bewegungsrichtung fortbewegt. Ein bei der Erforschung der Determinanten für die Wahrnehmung von Abprallen vs. Durchgleiten bei diesen Bewegungsreizen immer wiederkehrender Befund ist, dass Versuchspersonen in der einfachsten, oben beschriebenen Bedingung häufiger Durchgleiten wahrnehmen als Abprallen [z.B. 1, 2, 3]. Dies wurde nicht nur als bemerkenswert empfunden [2], sondern es wurde sogar ein perzeptueller Mechanismus (*temporal recruitment*) als Erklärung für diesen Bias postuliert und empirisch untersucht [3]. Eine wesentlich einfachere Erklärung dieses Befundes liegt jedoch auf der Hand: Es wird häufiger Durchgleiten wahrgenommen, da die beiden Scheiben am Treffpunkt vollständig überlagernd gezeichnet wurden. Eine solche Reizkonstellation ist mit physikalischen Ereignissen des Durchgleitens konsistent, jedoch nicht mit Abprallereignissen. Letztere gehen mit Berührung der Objekte aber nicht mit vollständiger Überlagerung einher. Die bisher verwendeten, überlagernd gezeichneten Reize sind also entgegen der impliziten Annahme in bisherigen Arbeiten - nicht absolut ambigü, sondern enthalten die Information, dass das zugrunde liegende physikalische Ereignis mit höherer Wahrscheinlichkeit ein Durchgleiten ist. Es stellt sich daher die Frage, ob das Wahrnehmungssystem die Art der Überlagerung zum Zeitpunkt des Zusammentreffens berücksichtigt. Unsere Hypothese war, dass sich der Bias zugunsten des Durchgleit-Perzeptes in ein Bias zugunsten des Abprall-Perzeptes umkehrt, wenn die Scheiben sich nur berührend anstatt sich vollständig überlagernd gezeichnet werden. Die Ergebnisse unseres Experimentes bestätigen diese Hypothese: die Häufigkeiten mit der Versuchspersonen bei wiederholter Darbietung Durchgleiten bzw. Abprallen wahrnahmen, waren so gut wie symmetrisch umgekehrt in den beiden experimentellen Bedingungen (Scheiben berühren sich / Scheiben überlagern sich vollständig). Wir schließen daher, dass es keinen prinzipiellen *directional bias* [3] zugunsten des Durchgleit-Perzeptes gibt, sondern dass in den bisher verwendeten, überlagernd gezeichneten Reizen häufiger Durchgleiten wahrgenommen wird, weil das Wahrnehmungssystem für die Art der Überlagerung zum Zeitpunkt des Zusammentreffens als Indikator für das zugrundeliegende physikalische Ereignis sensitiv ist.

1. Sekuler, R., & Sekuler, A. B. (1997). Sound alters visual motion perception. *Nature*, 325, 308.
2. Shimojo, S. & Shams, L. (2001). Sensory modalities are not separate modalities: plasticity and interactions. *Current Opinion in Neurobiology*, 11, 505-509.
3. Bertenthal, B., Banton, T. & Bradburry, A. (1993). Directional bias in the perception of translating patterns. *Perception*, 22, 193-207.

## **Processing of chromatic and achromatic motion signals in human cortex**

**J.W. Rieger, K.R. Gegenfurtner, C. Tempelmann & H.-J. Heinze**

**Department of Neurology II, Universität Magdeburg**

**jochem.rieger@nat.uni-magdeburg.de**

The widely accepted hypothesis of parallel pathways states that motion and color are processed separately in two functionally specialized pathways. Motion perception is therefore thought to be impaired for stimuli defined by chromatic contrast alone. Newer work (Gegenfurtner & Hawken, TINS, 1996) provided evidence that for slowly moving gratings the sensitivity for motion in chromatic stimuli (L-M modulation) by far exceeds the sensitivity for achromatic stimuli. This relationship is reversed for faster moving stimuli as expected according to the parallel pathway hypothesis. These findings suggest the existence of two mechanisms for motion perception: a slow mechanism with high chromatic sensitivity and a fast mechanism with high achromatic sensitivity. The fast achromatic mechanism with low chromatic sensitivity is attributed to the MT-complex. However, the neural substrate for the slow, chromatic mechanism is unknown. Several candidates exist: the V3/V3a-complex shows high direction and chromatic selectivity in monkeys and in humans. Additionally V4 and V8 exhibit strong activation by chromatic stimulation although they are relatively insensitive at higher flicker rates. In this study we were to seek the neural correlate for this differential motion processing.

We conducted a block-design fMRI experiment, in which we presented rotating isoluminant and luminance modulated sine wave pinwheel gratings at two different speeds to 8 subjects (slow: 0.25Hz or 18deg/sec; fast 8Hz or 576deg/sec). Isoluminant and achromatic gratings were approximately matched for cone contrast (10% contrast). All four conditions were randomly interleaved within each block. The direction of motion was reversed every 8 seconds to reduce adaptation. The point of isoluminance was determined individually in the scanner by means of a motion-nulling-paradigm.

The slowly moving gratings consistently lead to a higher activation on the dorsal and also on the ventral surface of the occipital lobe. The dorsal activation often extended anterior over the transverse occipital sulcus. The orthogonal contrast between isoluminant and luminance defined slowly moving gratings revealed a stronger activation for isoluminant gratings in ventral and dorsal occipital cortex in similar or overlapping locations.

Our results suggest that mostly regions on dorsal but also on ventral occipital cortex are more sensitive to slowly moving gratings as compared to fast moving ones. Moreover, slowly rotating isoluminant gratings lead to stronger activation on the ventral but also on the dorsal occipital lobe as compared to luminance gratings rotating at the same slow speed. The activations we found were located separate from the MT-complex and might be located in the V3/V3A complex and in V4/V8. Further work is necessary to confirm these localizations.

**Why do dots appear to move faster  
when viewed through a smaller window?  
A study of visual perception and the responses  
of neurons in primate extrastriate areas MT and MST**

**Jennifer Shelley, Natalie Rüb, Stefan Schumann, Jan Churan & Uwe Ilg**

**Department of Cognitive Neurology, Universität Tübingen**

**jenn.shelley@gmx.net**

It is commonly known that moving stimuli appear to move faster when they move behind a smaller aperture. Ryan and Zanker have studied this phenomenon using psychophysical experiments (Exp Brain Res 141: 79-87, 2001). They reported that the effect does not depend on the duration of the stimulus, but is influenced by the aperture size along the motion path and the location of the stimulus in the visual field. We are able to reproduce the field-size effect in a psychophysics experiment; the perceived velocity of moving dots increases as aperture size decreases. The extrastriate areas MT and MST are essential to the processing of visual motion for goal-directed behavior and the perception of motion. We recorded from 30 directionally selective single-units in area MT/MST of two awake behaving monkeys. The monkey fixated a spot while a field of random dots moved behind one of three different sized circular apertures ( $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ) within the receptive field of the neuron. For each trial the dots moved for one second in the preferred direction of the neuron and then for one second in the opposite direction. Eight different velocities were used ( $1^\circ/s$ ,  $5^\circ/s$ ,  $10^\circ/s$ ,  $20^\circ/s$ ,  $30^\circ/s$ ,  $40^\circ/s$ ,  $80^\circ/s$ , and  $160^\circ/s$ ). Velocity tuning profiles of each neuron were determined for the three aperture sizes. We report that the velocity for which neurons in area MT/MST gave the maximal response depended significantly on the size of the aperture (ANOVA:  $p < 0.01$ ). In thirteen of thirty neurons, the preferred velocity decreased with a decrease in aperture size. The dependence of the velocity tuning profiles on the aperture size parallels the field-size effect that has been demonstrated by psychophysical experiments.

## **Ideal-Observer-Modell zur Wahrnehmung biologischer Bewegung mittels Forminformation**

**Joachim Lange & Markus Lappe**

**LS Allgemeine Zoologie & Neurobiologie, Bochum**

**lange@neurobiologie.ruhr-uni-bochum.de**

Das menschliche Gehirn ist in der Lage, biologische Bewegung schon anhand weniger, an den Körperteilen befestigter Punkte, zu erkennen. Das Signal kann hierbei aufgespalten werden in Form- und Bewegungsanteile. Psychophysikalische Untersuchungen (Beintema & Lappe, TWK 2001) zeigten, dass biologische Bewegung auch in Abwesenheit lokaler Bewegungsinformation allein anhand von Positionssignalen erkannt werden kann.

Wir benutzen ein „Ideal Observer“-Modell, um nachzuvollziehen, in wie weit Diskriminationsaufgaben zur Wahrnehmung biologischer Bewegung allein aufgrund von Forminformation gelöst werden können. Hierfür zeichneten wir mit einem Bewegungsmesssystem (Ascension Motionstar) die Bewegungsbahnen von Punkten auf, die an den Gelenken mehrerer Versuchspersonen befestigt waren. Anschließend mittelten wir über diese laufenden Personen und erhielten dadurch einen „Durchschnittstypen“ eines menschlichen Läufers. Unser Modell benutzt einen vollen Laufzyklus (1 Doppelschritt) dieses Durchschnittstypen, aufgeteilt in 50 Frames mit gleichem zeitlichen Abstand, als internen Standard. Es berechnet für einen gegebenen Reiz den kürzesten linearen Abstand aller Punkte eines Bildes zu Körperteilen des internen Läufermodells. Dabei wird zunächst jedes Einzelbild der Sequenz unabhängig verarbeitet. Analog zu den Versuchen von Beintema & Lappe führten wir als erste Aufgabe eine Richtungsdiskrimination durch, bei der das Modell durch Vergleich zwischen dem Reiz und den internen Läufermodellen eines nach rechts bzw. nach links laufenden Menschen die Laufrichtung detektieren sollte. Als zweite Aufgabe untersuchten wir eine „Kohärenzdetektion“. Hierbei sollte das Programm entscheiden, ob es sich um einen Läufer handelt, der mit Ober- und Unterkörper in die gleiche (kohärent) oder entgegengesetzte (inkohärent) Richtung zeigt.

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl für die Richtungs- als auch für Kohärenzaufgabe allein die Forminformation ausreichend ist, um die Aufgabe zu lösen. Ähnlich zu den psychophysikalischen Daten steigt die Erkennungsrate mit zunehmender Anzahl der Punkte, die zufällig auf dem gesamten Körper verteilt wurden. Die Erkennungsraten in der Kohärenzaufgabe liegen dabei jeweils unter denen der Richtungsufgabe. Allerdings blieben in beiden Aufgaben die mittleren Erkennungsraten unter denen der menschlichen Betrachter.

Diese Ergebnisse unterstützen die bisherige Erkenntnis, dass Positionssignale in Abwesenheit von lokalen Bewegungsinformationen ausreichend sind, um biologische Bewegung zu erkennen. Jedoch müssen zur detaillierteren Reproduktion des Wahrnehmungsdaten weitere Prozesse hinzugezogen werden, die z.B. die Abfolge der Bilder in einer Sequenz berücksichtigen.



## **Neuronal plausibles Modell für die Erkennung Biologischer Bewegung**

**Martin A. Giese & L.M. Vaina**

**Abteilung für Kognitive Neurologie, Uni Klinik Tübingen**

**[martin.giese@tuebingen.mpg.de](mailto:martin.giese@tuebingen.mpg.de)**

Die neuronalen Mechanismen für die Erkennung biologischer Bewegungen sind immer noch weitgehend unbekannt. Können die bekannten experimentellen Befunde mit bekannten neuronalen Mechanismen erklärt werden? Ist es möglich, eine einheitliche neuronale Theorie zu entwickeln, die die bekannten Befunde integriert?

Ein neuronales Modell wird präsentiert, das viele bekannte Ergebnisse zur Wahrnehmung biologischer Bewegung aus Neurophysiologie, Psychophysik und funktioneller Bildgebung integriert. Das Modell besteht aus zwei hierarchischen Verarbeitungspfaden, die Form- und optische Flussinformation analysieren. Die Komplexität der Merkmale, die von den neuronalen Detektoren extrahiert werden, nimmt entlang der Verarbeitungspfade zu. Gleiches gilt für die Positions- und Skaleninvarianz der Detektoren. Invarianz wird durch nichtlineare Poolen der Ausgangssignale nicht-invarianter Detektoren erklärt. Das Modell postuliert die Repräsentation von Bewegungsmustern auf der Basis zweier unterschiedlicher Neuronenklassen:

(1) Im Formpfad gibt es Neurone, die "Schnappschüsse" (Bilder) von Körperkonfigurationen repräsentieren, die während biologischer Bewegung auftreten. (2) Im Bewegungspfad gibt es Neurone, die komplexe optische Flussfelder repräsentieren. Das Modell postuliert zudem, dass die Selektivität dieser komplexen Merkmalsdetektoren durch Lernen entsteht. Eine Sensitivität für die zeitliche Ordnung der Bewegungsmuster wird durch einen einfachen neuronalen Mechanismus erklärt, der auf asymmetrischen lateralen Verbindungen zwischen Detektorneuronen beruht.

Das Modell reproduziert eine Reihe bekannter experimenteller Befunde zur biologischen Bewegungserkennung, u.a.:

(1) Hohe Selektivität bei der Unterscheidung verschiedener biologischer Bewegungen, die ausreichend ist, um Personen anhand des Ganges zu erkennen. (2) Hohe Robustheit der Erkennung bei Degradierung der biologischen Bewegungsstimuli. Johansson Point-Light-Stimuli werden erkannt, selbst bei Einbettung in bewegte Hintergrundpunkte (scrambled walker noise). (3) Ansichtsabhängigkeit der biologischen Bewegungserkennung (Inversions-effekt) und der neuronalen Antworten Area TPO. (4) Kurze minimale Präsentationszeiten für die Diskrimination biologischer Bewegungsstimuli (<200 ms).

Darüber hinaus macht das Modell eine Reihe von Vorhersagen, die experimentell testbar sind, z.B.:

(1) Lernen beliebiger raumzeitlich glatter Bewegungsmuster ist möglich unabhängig von ihrer biomechanischen Relevanz. (2) Die Aktivitäten in verschiedenen Arealen des visuellen Kortex für verschiedene Stimulusklassen können vorhergesagt werden. Dies ermöglicht direkten Vergleich mit Ergebnissen aus fMRI und PET Studien. (3) Die per-

zeptuellen Defizite von Patienten mit Läsionen im ventralen und dorsalen visuellen Verarbeitungspfad können vorhergesagt werden.

Eine Vielzahl von experimentellen Befunden zur biologischen Bewegungserkennung können durch relativ einfache neuronale Mechanismen erklärt werden. Wahrscheinlich sind der ventrale und der dorsale Verarbeitungspfad an der Erkennung biologischer Bewegung beteiligt.

## **Bewegungswahrnehmung untersucht mit evozierten Potentialen – welche Reize sind geeignet?**

**A.E.H. Renkl, S.P. Heinrich & M. Bach**

**Universitäts-Augenklinik Freiburg**

**renkl@aug.ukl.uni-freiburg.de**

Die visuelle Bewegungswahrnehmung ist in ihrer Bedeutung vergleichbar mit der Helligkeits- und Farbwahrnehmung, wird aber bislang selten spezifisch geprüft. Evozierte Potentiale können die Bewegungswahrnehmung des Menschen untersuchen helfen. Aber welche Reize aktivieren möglichst spezifisch nur die Bewegungsdetektoren?

Wir identifizieren Bewegungsdetektoren durch ihre Richtungsspezifität, die sich durch Bewegungsadaptation nachweisen lässt. In 10 Probanden verglichen wir 3 verschiedene bewegte Reizmuster: vertikale Sinusgitter, vertikale Zufallsstreifen und zweidimensionale Punktmuster. Als Basisbedingung wurden kurze, nicht adaptierende Testbewegungen ( $8^\circ/s$ ) nach rechts und links dargeboten. Danach wurde durch langandauernde Bewegung eine Richtung adaptiert und in diesem Zustand wieder kurze Rechts- und Linksbewegungen angeboten.

Alle 3 Reize lösten deutliche Bewegungsantworten aus, die in unterschiedlichem Ausmass richtungsspezifisch adaptierten: Zufallspunkte am stärksten, Sinusgitter sehr wenig. Bei Prüfung auf Kreuzadaptation (z.B. Adaptation mit Punkten, Test mit Streifen) wies die Eigenadaptation den stärksten Effekt auf ( $p < 0,01$ ).

Ein Bewegungsreiz aktiviert auch bewegungsunspezifische Neuronensysteme. Verschiedene Bewegungsreize aktivieren unterschiedliche Subpopulationen von Bewegungsdetektoren, wobei Zufallspunkte offenbar die größte Population erreichen. Gitterreize wie Sinus- oder Rechteckstreifen scheinen für die Untersuchung der Bewegungswahrnehmung wenig geeignet.

## **Antworten der Neurone in Arealen MT und MST auf visuelle, akustische und visuell-akustische Bewegungsreize**

**Jan Churan & Uwe J. Ilg**

**Abteilung Kognitive Neurologie, Universitätsklinikum Tübingen**

**jan.churan@uni-tuebingen.de**

Ein bewegtes Objekt wird unter natürlichen Bedingungen stets durch eine Kombination von mehreren Eigenschaften bestimmt, durch welche es sich vom Hintergrund abhebt. Bei diesen Eigenschaften kann es sich um visuelle Merkmale erster und zweiter Ordnung handeln, aber auch um Geräusche, die von dem bewegten Objekt ausgehen. Um ein bewegtes Objekt als Ganzes wahrzunehmen, muß es daher multimodal repräsentiert sein. Wir untersuchten den Einfluß von visuellen, akustischen und visuell-akustischen Bewegungsreizen auf die Aktivität von Neuronen in den visuellen Bewegungsarealen MT und MST von Rhesusaffen. Die Versuchstiere wurden trainiert, eine Richtungsdiskriminationsaufgabe (links vs. rechts) mit den unterschiedlichen Bewegungsstimuli durchzuführen. Während dieser Aufgabe wurde die Aktivität einzelner Neurone ( $n=32$ ) in den Arealen MT und MST gemessen. Die psychophysischen Messungen an 2 Versuchstieren ergaben, daß die Affen in der Lage sind, die Bewegungsrichtung aller drei Reize zu diskriminieren (Binomialtest,  $p<0.01$ ). Die elektrophysiologischen Resultate zeigten, daß während der visuelle und visuell-akustische Reiz signifikant richtungsselektive Antworten in allen Neuronen auslösten, der akustische Reiz bei keinem der untersuchten Neurone ausreichte, um eine signifikante Veränderung ihrer Aktivität hervorzurufen. Desweiteren wurden die neuronalen Antworten auf den visuellen und kombinierten visuell-akustischen Stimulus verglichen. Es zeigte sich, daß der simultan zum visuellen Stimulus dargebotene akustische Bewegungsreiz einen geringen modulatorischen Einfluß auf das Antwortverhalten der Neurone hatte. Die Amplitude der neuronalen Antwort zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Versuchsbedingungen. Lediglich die erste Zunahme der neuronalen Aktivität erfolgte beim visuell-akustischen Stimulus um durchschnittlich 33 ms früher (t-test,  $p<0.05$ ) als beim ausschließlich visuellen Stimulus. Unsere Ergebnisse legen nahe, daß in den Arealen MT und MST keine multimodale Repräsentation von Objektbewegung vorliegt. Vielmehr scheint der auditorische Stimulus die Antwort auf den visuellen Reiz leicht zu faszilitieren.

**What is meant by “upside down”?  
Reference frames for the inversion effects  
in face recognition and biological motion detection**

**Nikolaus Troje & Andreas Förster**

**Fakultät für Psychologie, Ruhr-Universität Bochum**

**nikolaus.troje@ruhr-uni-bochum.de**

Both face recognition and biological motion perception are strongly orientation dependent. Recognition performance decreases if the stimuli are rotated with respect to their normal upright orientation. Here, we examine the question of whether this effect operates in egocentric coordinates or in external coordinates.

Two different tasks were employed. In the first task observers had to indicate whether two successively presented images of human faces were same or different. In the second task subjects had to indicate whether a display of 50 moving dots contained a point-light walker or not. The stimuli were either shown right side up or rotated 90 degrees clockwise. The observer was either sitting upright or lying on his left side.

In the face recognition task, error rates were effected neither by the observers position nor by the stimulus orientation. A strong interaction ( $F(1,7)=23.7, p<0.005$ ) between the two factors indicated, that the performance is only determined by the relative orientation of stimulus and observer. Performance is best if the stimulus has the same orientation as the observer. The same result is obtained for the biological motion task (interaction:  $F(1,7)=22.6, p<0.005$ ).

We conclude that the frame of reference within which both inversion effects operate is an egocentric, probably a retinal frame of reference.

## **Dynamics of category scale for visual speed in variable contexts**

**Alexander Sokolov & Marina Pavlova**

**TU Braunschweig**

**alexander.sokolov@uni-tuebingen.de**

When a set comprises disproportionately many stimuli with either high or low expression of a property, people's judgments crucially depend on whether mainly frequent or infrequent stimuli have been judged earlier. These frequency and primacy effects are shown to combine or cancel each other resulting, for example, in the divergence of ratings for identical visual speeds (Sokolov, Pavlova, & Baird, 2001; Sokolov, Pavlova, & Ehrenstein, 2000). Here, we use these data to uncover the dynamics (time course and direction of change) of subjective scales within single runs of variable presentation order and frequency of distinct visual speeds. The results indicate that as the trial series unfolds, substantially increasing the frequency of higher (or lower) speeds either (i) does not change or (ii) yields a decrease (or increase) of ratings depending upon whether the initial trials have been dominated by similar or other stimuli, respectively. These findings suggest that the response scale is spontaneously adjusted to the current stimulus frequency by consolidating or abolishing the scale centration on the sub-range of the initial stimuli.

Sokolov, A., Pavlova, M., & Baird, J.C. (2001). Response scale transfer for visual speed. *Perception & Psychophysics*, 63: in press.

Sokolov, A., Pavlova, M., & Ehrenstein, W.H. (2000). Primacy and frequency effects in absolute judgments of visual velocity. *Perception & Psychophysics*, 62: 998-1007.

## **Residuelle visuelle Bewegungswahrnehmung im hemianopischen Gesichtsfeld: Vermittelt über den ipsilateralen visuellen Kortex?**

**Esther Marx, Sandra Bense, Thomas Stephan, Tarek Yousry,  
Marianne Dieterich & Thomas Brandt**

**Neurologische Forschung, Klinikum Großhadern**

**emarx@nefo.med.uni-muenchen.de**

Ein 20-jähriger Patient, der nach einer inkompletten Hemisphärektomie rechts im 11. Lebensjahr trotz homonymer Hemianopsie nach links über eine residuelle Bewegungswahrnehmung im hemianopischen Gesichtsfeld berichtete, wurde im fMRT und psychophysisch untersucht, um den Zusammenhang zwischen Funktion und Anatomie visueller Bewegungswahrnehmung zu analysieren.

In den psychophysischen Untersuchungen zur Bewegungswahrnehmung wurde ein mit randomisierten Latenzen bewegter Lichtpunkt ( $40^\circ/s$ ) im rechten oder linken peripheren Gesichtsfeld ( $8-12^\circ$  parazentral) dargeboten, während Fixation eines zentralen stationären Sehzieles. Mit Hilfe der fMRT (BOLD-EPI-Sequenz) wurden in einem weiteren Versuch die Aktivierungsmuster des visuellen Cortex während Halbfeld-Bewegungsreizung untersucht.

Der Patient war in der Lage horizontale und vertikale Bewegungen des peripheren Lichtpunktes im hemianopen Halbfeld zu detektieren. Die mittleren Detektionszeiten für horizontale und vertikale Objektbewegungen waren mit  $3,29 \pm 2,39s$  für das hemianopische linke Gesichtsfeld im Vergleich zu Normalpersonen ( $0,39 \pm 0,15s$ ;  $n=12$ ) signifikant verlängert. Im fMRT fanden sich bei Bewegungsreizung der gesunden linken Hemisphäre Aktivierungen im primären visuellen Kortex und den angrenzenden parieto-okzipitalen Arealen (Precuneus/Cuneus, Gyrus supramarginalis, Lobulus parietalis inferior) und der bewegungssensitiven Area MT/V5. Die rechts Resthemisphäre zeigte keine Aktivierung. Bei Halbfeldbewegungsreizung der rechten Resthemisphäre fanden sich ebenfalls rechts keine Aktivierungen. Dagegen fanden sich Aktivierungen in der linken Hemisphäre parieto-okzipital (Precuneus/Cuneus, Gyrus lingualis und supramarginalis, Lobulus parietalis inferior) und im Gyrus temporalis medius.

Die Fähigkeit der Bewegungswahrnehmung im rechten hemianopen Feld ist offenbar eine Leistung der gesunden linken Hemisphäre, wobei das aktivierte Areal nach der Lokalisation nicht dem bewegungssensitiven Areal V5 entspricht.





**Postersitzung:  
Sensomotorische Integration**

## **Einfache Bewegungsstrategien kompensieren Wahrnehmungsfehler**

**Markus Raab**

**Max Planck Institute for Human Development, Berlin**

**raab@mpib-berlin.mpg.de**

Wie können Ungenauigkeiten des Wahrnehmungssystems bei hochgeübten Tischtennisspielern motorisch kompensiert werden? Im Tischtennis wird davon ausgegangen, dass die tau-Information (Veränderungsrate des anfliegenden Balles) benutzt wird, um die Zeit bis zum Ball-Schlägerkontakt berechnen zu können. Tresilian (1994) argumentiert nun, dass bei solchen sehr schnellen Bewegungen und Ballgeschwindigkeiten, wie sie beim Tischtennisschlagen auftreten, tau zu ungenau ist. Deshalb kann tau alleine nicht präzise genug Informationen über den Zeitpunkt des Ball-Schlägerkontaktes liefern, um die beobachteten Leistungen zu erklären. Als Alternative bietet Tresilian die Nutzung weiterer visueller Informationen an. Tischtennisspieler benutzen möglicherweise eine einfache motorische Lösung, um Ungenauigkeiten in der Wahrnehmung auszugleichen, wie sie beispielsweise durch die Benutzung von tau verursacht werden und somit zu einer beobachtbaren Genauigkeit des sensomotorischen Systems führen

10 Tischtennis-Jugend-Nationalkader aus dem Deutschen Tischtenniszentrum in Heidelberg wurden in einem Tischtennistechnikwechseltest hinsichtlich ihrer Bewegungstrajektorien untersucht. Die Testsituation beinhaltete Sequenzen von 400 Vorhand- und Rückhandschlägen. Die Sequenzen wurden in geringer und schneller Geschwindigkeit sowie in Sequenzen mit bekannter und unbekannter Reihenfolge der Vorhand- und Rückhandschläge dargeboten. Eine dreidimensionale Analyse der Bewegungstrajektorien und der Genauigkeit der Treffer auf ein Zielfeld auf der anderen Seite des Tischtennistisches wurde mit Hilfe von drei Videokameras und der Software Simi-Motion realisiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Bewegungstrajektorien keinen konstanten Bewegungsbeginn, keine konstante Bewegungsdauer und keine Unterschiede der Bewegungsvariabilität von einzelnen Bewegungen zwischen bekannten und unbekanntem Sequenzen aufweisen. Die Spieler benutzen eine Trajektorie durch den Raum, die es erlaubt, ohne genaue Kenntnis des Treffpunktes zu Treffern auf dem Zielfeld zu gelangen. Dies wird unter anderem dadurch bestätigt, dass bereits ca. 70ms vor dem Treffpunkt von Schläger und Ball weder die Neigung des Schlägers verändert wird, noch sich die x-y,z-Komponenten der einzelnen Gelenkwinkel verändern. Ein Befund der bereits in zwei-dimensionalen Analysen bei einfachen Vorhandschlägen von Bootsma und Van Wieringen (1988) gefunden, jedoch nicht in dieser Weise interpretiert wurde. Intraindividuelle Schläge, die eine hohe Bewegungsbeginnvariabilität zeigen, führen bei unveränderter Bewegungstrajektorie vor Ball-Schläger-Kontakt zu einer hohen Trefferrate.

Motorische Strategien können Wahrnehmungsfehler kompensieren, wenn sie bei ungenauer Vorhersage des Treffpunktes von Ball und Schläger eine Trajektorie wählen, die es ermöglicht, die Bewegungsbahn und die Neigung des Schlägerkopfes konstant zu halten. Diese Bewegungsbahn wird bereits ca. 70-100 ms vor Ball-Schlägerkontakt erreicht und führt selbst bei nicht exakter Vorhersage des Treffpunktes zu einer hohen Trefferrate. Die

Ergebnisse der dreidimensionalen Bewegungsanalysen sprechen dafür, dass die Spieler eine Bewegungsstrategie anwenden, die wir Bat-flat-heuristic nennen. Weitere mögliche und komplexere Bewegungsprogramme sind aufgrund der Bewegungsanalysen nicht völlig auszuschließen. Die Ergebnisse sprechen jedoch dafür, dass das sensomotorische System durch die Repräsentation einfacher perzeptueller Bewegungsziele und einer während der Bewegung adjustierten Kontrolle, das Verhalten von Tischtennispielern erklären kann. Das Modell zur Bat-flat-heuristic beschreibt das beobachtbare Verhalten durch die Interaktion der sensorischen und motorischen kompensatorischen Variabilität.

## **Bewegungssteuerung unter dem Einfluss mechanischer Schwingungsreize**

**Christian Haas & Dietmar Schmidbleicher**

**Institut für Sportwissenschaften, J.W. Goethe-Universität Frankfurt**

**c.haas@sport.uni-frankfurt.de**

Aus zahlreichen Studien ist bekannt, dass die Übertragung von mechanischen Schwingungen auf das biologische System einen potenten Reiz für verschiedene Sensorsysteme darstellt. Unter anderem können sich - bedingt durch multimodale Divergenzen - kinästhetische Illusionen ergeben, die vor allem die Präzision der Bewegungssteuerung negativ beeinflussen. Gegenstand der vorliegenden Untersuchung war die Analyse der Verarbeitungsmechanismen derartiger komplexer Reizsituationen sowie die Überprüfung der Ausbildungsmöglichkeit von adäquaten Bewegungsmustern.

Die gewählte Anforderungssituation basierte auf einem simulierten skisportspezifischen Bewegungsablauf. Durch den Einsatz eines speziell konstruierten, von einem Laufband angetriebenen Rollskisystems wurden verschiedene Schwingungsvorgänge (Frequenz: 5 - 13 Hz, Amplitude: 6 - 14 mm) generiert. Um quantitative Aussagen über die Bewegungsregulation treffen zu können, wurden Bodenreaktionskraftmessungen sowie elektromyographische Ableitungen vorgenommen. Die Bewertung der Schwingungsregulation erfolgte anhand von zeitdiskreten und kontinuierlichen Parametern. Zur Beurteilung der mechanischen Regulationseffizienz, die als Leistungskriterium angesehen wurde, diente die Standardabweichung des Kraft-Zeit-Verlaufs. Die Personenstichprobe setzte sich aus zwei unterschiedlich qualifizierten Gruppen (Studenten & Spezialisten) á 15 Vpn. zusammen.

Hinsichtlich der mechanischen Effizienz der Schwingungsregulation konnten bei rund der Hälfte aller Testsituationen signifikante Gruppenunterschiede zugunsten der Spezialisten festgestellt werden. Die Ergebnisse der zeitkontinuierlichen Datenverarbeitung zeigten bei den Studenten sowohl auf dynamischer als auch auf neuromuskulärer Ebene multiple, unscharfe Peaks in den jeweiligen Leistungsspektren. Die Spezialisten wiesen demgegenüber scharfe, dominante Peaks im harmonischen und supraharmischen Frequenzbereich auf.

Die Gruppenunterschiede können als trainingsbedingte Anpassungen gewertet werden. In Längsschnittstudien wurden derartige Adaptationsvorgänge bestätigt. Das Zustandekommen der aus den Spektralanalysen hervorgehenden mechano-nervalen Synchronisationsform der Spezialisten kann über das Prinzip der Versklavung erklärt werden. So ist denkbar, dass die Spezialisten einen Ordner ausbilden, der die übrigen Parameter entsprechend eines geeigneten Musters versklavt und auf diesem Weg zu einer Kooperation zwischen externen und internen (neuronalen) Oszillationen führt. Von Vorteil wären derartige Funktionsmechanismen im Hinblick auf eine verringerte Anzahl an zu kontrollierenden Parametern, welches zu einer Reduktion der Dimensionalität des Systems und somit zu geringeren Anforderungen an kortikale Rechenleistungen führen würde.

## **Fröhlich Illusion vs. Onset Repulsion: Effekte der psychophysischen Methode**

**Dirk Kerzel**

**Max-Planck-Institut für psychologische Forschung, München**

**kerzel@mpipf-muenchen.mpg.de**

Wenn Beobachter gefragt werden, die erste Position eines bewegten Reizes anzugeben, dann sind die Urteile typischerweise in Bewegungsrichtung verschoben (Fröhlich-Effekt). Es gibt allerdings neuere Studien, die eine Verschiebung der ersten Position entgegen die Bewegungsrichtung des Zielreizes berichten (Hubbard, 2001, *Cognition*, in press; Thornton, 2001, *Spatial Vision*, in press). Die Verschiebung entgegen die Bewegungsrichtung wird als Onset Repulsion Effect (ORE) bezeichnet. Ziel dieser Studie ist es, den augenscheinlichen Widerspruch zwischen Fröhlich-Effekt und ORE aufzuklären.

Die Versuchspersonen wurden gebeten die erste Position eines linear oder kreisförmig bewegten Zielreizes anzugeben. Der Reiz bewegte sich mit einer (tangentialen) Geschwindigkeit zwischen 3 und 80 °/s. Als psychophysische Methode wurden entweder absolute Urteile durch Einstellung der ersten Position mittels Zeigebewegungen oder aber relative Urteile verwendet.

Es zeigten sich starke Unterschiede in der Fehllokalisierung als Funktion der präsentierten Geschwindigkeit und psychophysischen Methode. Wenn die Position des Zielreizes mit der eines Referenzreizes verglichen werden musste, dann zeigte sich ein Fröhlich-Effekt bei hohen Zielreizgeschwindigkeiten von mehr als 20 °/s, nicht aber bei niedrigeren Geschwindigkeiten. Wenn hingegen die erste Position mittels (Maus-) Zeigebewegungen eingestellt werden sollte, dann zeigte sich eine Verschiebung entgegen die Bewegungsrichtung bei geringen Geschwindigkeiten von weniger als 20 °/s, nicht aber bei hohen Geschwindigkeiten. Die Art der Stimulusbewegung (linear oder kreisförmig) hatte keinen Einfluss auf die Fehllokalisierung. Unterschiede im Zeitintervall zwischen Erscheinen des Zielreizes und Lokalisationsurteil können die Unterschiede zwischen absoluter und relativer Lokalisation nicht erklären, da auch ein zeitlich versetzter Referenzreiz, der 500 ms nach dem Zielreiz erschien, keinen ORE produzierte.

Die Befunde sprechen dafür, dass Beobachter bei Zeigebewegungen zur ersten Position eines bewegten Reizes die zurückgelegte Strecke des Zielreizes überschätzen. Diese Überkompensation vermeidet den offensichtlichen Fehler, auf eine spätere Position entlang der Bewegungsbahn zu zeigen. Die Befunde sprechen nicht dafür, dass relative (kognitive) Urteile ungenauer sind als absolute (motorische) Urteile, aber sie unterstützen die Hypothese, dass unterschiedliche Verarbeitungsprozesse zugrunde liegen.

## **Translations do affect vestibular stabilization performance**

**Markus von der Heyde & Heinrich H. Bühlhoff**

**Max Planck Institute for Biological Cybernetics, Tübingen**

**markus.von.der.heyde@tuebingen.mpg.de**

We investigated the usability of vestibular translatory motion cues in self stabilization. Six blindfolded observers were asked to control the pitch or roll axis of a Stewart motion platform which followed the movements of a virtual inverse pendulum. Specifically, we varied the turning point of the pendulum with respect to the observer's head. Shifting the turning point along the body axis leaves the vestibular rotational cues identical while changing only the translatory component of the motion.

We started with three hypotheses:

- I) If the translatory components do not affect stabilization, performance should be equal for all conditions.
- II) If translation does affect stabilization, then increasing the distance between head and turning point should systematically alter performance.
- III) In posture control, humans always rotate (tilt) around points below the head and therefore those conditions should result in better performance.

Subjects controlled the pendulum with a virtual force proportional to the deflection of a joystick (acceleration based control). Five different turning point heights with respect to the head ( $h=0.0\text{m}$ ,  $\pm 0.6\text{m}$ , and  $\pm 1.2\text{m}$ ) were tested in trials that lasted 120 seconds each. To exclude learning artifacts, observers were trained in random order at all heights four times. Observers typically reached a stable performance after three of the four blocks (i.e., after about 30 minutes of training).

Surprisingly, the final performance (absolute error and variability) was best for the condition where the turning point was  $0.6\text{m}$  above the head. Performance decreased with increasing distance from this optimum. Therefore, none of our hypotheses seem to be true. These results might have important implications for training in helicopter simulators.

## **Visuelle und haptische Wahrnehmung der Neigung von Flächen**

**Andreas Hellmann & Jörg Huber**

**Universität Oldenburg**

**andreas.hellmann@uni-oldenburg.de**

Möglichst genau wahrnehmen zu können, welche Neigung eine Fläche, z.B. ein Untergrund oder ein Gegenstand, gegen die Horizontale hat, kann bei vielen Tätigkeiten wichtig sein. In den hier vorgestellten Experimenten ging es um die Frage, wie genau die visuelle und die haptische Wahrnehmung von Neigungen ist, welche Fehler dabei auftreten, und wie genau solche Neigungen haptisch reproduzierbar sind. Untersucht wurde der Transfer zwischen den beiden Modalitäten und innerhalb der haptischen Modalität.

Im ersten Experiment sahen die Versuchspersonen auf einer Projektionsfläche Aufnahmen von geneigten Flächen (5 - 45°). Ihre Aufgabe war es jeweils, die gesehene Neigung durch Einstellen einer Fläche (Wippe) mit einer Hand bzw. einem Fuß zu reproduzieren (für die Versuchsperson sichtbar oder nicht). Im zweiten Experiment sahen die Versuchspersonen eine reale Fläche (Neigung 5 - 40°). Ihre Aufgabe war, die gesehene Neigung mit der Hand durch Einstellen einer Wippe zu reproduzieren. Hand und Wippe waren verdeckt. Die geneigten Flächen wurden auf Augenhöhe oder auf zwei Stufen (20 & 40°) darunter dargeboten.

Im dritten Experiment wurde den Versuchspersonen eine geneigte Fläche (-10 bis +30°) haptisch über eine Hand oder einen Fuß dargeboten. Ihre Aufgabe war es jeweils, die haptisch wahrgenommene Neigung durch Einstellen einer Wippe mit einer Hand bzw. einem Fuß zu reproduzieren (nicht sichtbar).

Die Korrelation zwischen dargebotener und reproduzierter Neigung ist in allen experimentellen Bedingungen hoch. Bei visueller Wahrnehmung und haptischer Reproduktion der Neigung von Flächen kommt es zu einer Unterschätzung, sie ist um so stärker, je stärker die dargebotene Neigung. Dies ist sowohl bei bildlicher als auch bei realer Darbietung geneigter Flächen der Fall. Der Effekt ist bei Reproduktion per Fuß stärker als bei manueller Reproduktion. Sind Hand bzw. Fuß und Wippe während der Reproduktion verdeckt, so ist die Unterschätzung additiv stärker, als wenn diese sichtbar sind. Bei haptischer Wahrnehmung und haptischer Reproduktion der Neigung von Flächen kommt es insgesamt nicht zu einer Unterschätzung. Bei Reproduktion per Hand werden bei größeren dargebotenen Neigungen (über 10°) sogar etwas zu starke Neigungen eingestellt, bei Reproduktion per Fuß dagegen zeigt sich bei größeren dargebotenen Neigungen eine leichte Unterschätzung.

Die haptische Wahrnehmung der Neigung von Flächen gegen die Horizontale ist recht genau. Für geringere Neigungen ist auch die haptische Wahrnehmung mit der unteren Extremität ähnlich genau wie mit der oberen Extremität. Beim Transfer von der visuellen in die haptische Modalität treten Unterschätzungseffekte auf, die noch erklärt werden müssen. Die Diskussion wird sich auf unterschiedliche Referenzsysteme konzentrieren.

## **Does speed stress affect perceptual or motoric processes? Inferences from the lateralized readiness potential**

**Gerhard Rinkenauer, Rolf Ulrich & Allen Osman**

**Psychologisches Institut Tübingen**

**gerhard.rinkenauer@uni-tuebingen.de**

Two reaction time (RT) experiments were conducted to assess the locus of speed-accuracy tradeoff (SAT) within the RT interval. Experiment 1 employed a line discrimination task whereas Experiment 2 employed a lexical decision task to emphasize perceptual and cognitive processing respectively. In both experiments participants performed under three levels of speed stress, the magnitude of which was adapted individually by a tracking algorithm. RT, response force, lateralized readiness potential, and P300 latency was measured to examine the effect of speed stress manipulation on perceptual and motoric processes. Both experiments revealed that speed stress affects the duration of perceptual as well as the duration of motoric processes. The finding of a perceptual locus of SAT is in accordance with the majority of SAT models. These models, however, do not currently account for the additional finding that speed stress also shortens the durations of motoric processes.



## **Elektrophysiologische Korrelate dynamischer Reize im Simon Paradigma**

**Katrin Wiegand & Edmund Wascher**

**Max-Planck-Institut für Psychologische Forschung, München**

**wiegand@mpipf-muenchen.mpg.de**

Der Vorteil von Reaktionen, die auf derselben Seite ausgeführt werden an der auch der Reiz präsentiert wurde (Simon Effekt) wird oftmals als Resultat der Interaktion räumlicher Codes interpretiert. Unter dieser Theorie sollte jeder saliente Kode denselben Effekt auslösen. Die daraus ableitbare Annahme, dass auch irrelevante Richtungsinformationen Kompatibilitätseffekte auslösen sowie die Frage mit welchen EKP-Komponenten diese einhergehen sollte mit der vorliegenden Studie überprüft werden. In zwei Experimenten mussten die Versuchspersonen auf bewegte Buchstaben entweder mit einem rechten oder linken Tastendruck reagieren (entsprechend der Identität des Buchstaben). Die Reize starteten ihre Bewegung zeitgleich mit dem lateralen Onset (die Exzentrizität variierte von Durchgang zu Durchgang) in eine der beiden Richtungen auf der horizontalen Dimension. Dabei konnte der Reiz entweder alleine oder von einem symmetrischen Füllreiz begleitet präsentiert werden. EEG-Aktivität wurde an 64 Elektrodenpositionen gemessen. Die Ergebnisse der beiden Experimente zeigten, dass direktionale Codes Kompatibilitätseffekte auslösen können. Diese erweisen sich jedoch in starkem Maße abhängig von experimentellen Manipulationen und werden zum Teil von Positionseffekten dominiert. In den ereigniskorrelierten Potentialen zeigten sich Latenz- und Amplitudenunterschiede ipsilateraler versus kontralateraler Hemisphäre bezüglich der Komponenten P1 und N1. Einzelne dargebotene dynamische Reize, deren Onset lateral zur Fixation lag, evozierten eine positive Komponente über posterioren Arealen zwischen 100 und 150 ms, deren Amplitudenmaximum ipsilateral später und größer ausfiel als an kontralateralen Elektroden. Die Präsentation eines Füllreizes führte zum Verschwinden dieses P1-Effektes und eliminierte zudem die Latenzunterschiede zwischen ipsilateraler und kontralateraler Hemisphäre der N1 Komponente, welche unter der Bedingung einzelner Reize zu beobachten war. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass unilateral präsentierte dynamische Reize mit einer ipsilateralen Latenzverschiebung früher sensorische ERP Komponenten einhergehen. Diese ERP-Effekte sind weder alleine auf die Tatsache der lateralisierten Präsentation noch auf die Bewegung zurückzuführen, sondern treten scheinbar nur bei der Kombination dieser beiden Reizeigenschaften hervor.

## **Grasp effects of visual illusions: Simply artifacts?**

**Volker H. Franz, Heinrich H. Bühlhoff & Manfred Fehle**

**Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen**

**volker.franz@tuebingen.mpg.de**

It is an open question whether visual illusions affect motor responses to the same extent as perceptual responses. In previous studies (e.g.: Franz, Gegenfurtner, Bühlhoff, & Fehle 2000) we found similar effects of the Ebbinghaus illusion on perception and on grasping. This finding contradicts a strong version of the action versus perception hypothesis (Milner & Goodale, 1995) which states that the motor system is unaffected by visual illusions. Here, we tested whether our grasp effects might have been artifacts. This could be the case if the motor system treated the illusion inducing context elements as obstacles and tried to avoid them. To test for this possibility, we varied the distance between context elements and target.

An aluminum disc (31, 34, or 37 mm in diameter, 5 mm in height) was positioned as target on a board. Around the target either small or large context discs (10 or 58 mm in diameter) were drawn at near or far distances (24 or 31 mm midpoint to nearest point on context circles). Close to the board a monitor was mounted on which a comparison disc was displayed. In the perceptual task 52 subjects adjusted the size of the comparison stimulus to match the size of the target. In the grasping task subjects grasped the target. Subjects wore shutter glasses and could not see their hand during grasping. The grasp trajectory was recorded and the maximum preshape aperture was calculated.

The motor illusion responded to the variation of distance between context elements and target in exactly the same way as the perceptual illusion. None of three different obstacle avoidance hypotheses can explain these results.

Our results suggest that the same signals are responsible for the perceptual and for the motor illusion. This either indicates that the action versus hypothesis needs modification, or that the Ebbinghaus illusion is generated before the separation of the perceptual and the motor streams.

## **Einfluss von manuellen visuomotorischen Aufgaben auf die neuronale Aktivität des Areals MT des Rhesusaffen**

**Alwin Gieselmann, Björn Tschalener, Wolfgang Kruse & Klaus-Peter Hoffmann**

**Allgemeine Zoologie & Neurobiologie Ruhr-Universität-Bochum**

**[gieselm@neurobiologie.ruhr-uni-bochum.de](mailto:gieselm@neurobiologie.ruhr-uni-bochum.de)**

Reversible Inaktivierungen im Sulcus temporalis superior des Rhesusaffen sowie fMRI-Studien am Menschen zeigen, dass das Areal MT(V5) an der Kontrolle manueller, visuomotorischer Aufgaben beteiligt ist. Ausserdem ist durch andere Studien bekannt, dass die neuronale Aktivität des Areals MT durch sogenannte Top-Down-Mechanismen wie z.B. Aufmerksamkeit beeinflusst werden kann. Diese Studie soll untersuchen, ob und in welchem Maße visuell geführte Handbewegungen die neuronale Aktivität im Areal MT des Rhesusaffen beeinflussen.

Neurone des Areals MT wurden extrazellulär abgeleitet und ihre Aktivität unter visuomotorischen (VMB) und unter rein visuellen Bedingungen (VB) verglichen. In den VMB steuerte der Affe mit der Hand einen Cursor auf einem Bildschirm mittels eines 2D-Manipulandums. Die Aufgabe bestand aus Folgebewegungen mit visuellen Zielen, die sich mit konstanter Geschwindigkeit und Richtung durch das rezeptive Feld (RF) der jeweiligen Zellen bewegten. In den VB machte der Affe keine visuell geführten Handbewegungen und die visuelle Stimulation bestand aus denselben sich bewegenden Zielen wie in den VMB. Zusätzlich konnte ein Fakecursor präsentiert werden, der die Cursorbewegung der VMB nachstellen sollte, um die visuelle Stimulation in den VMB und in den VB gleich zu halten. In allen Bedingungen musste der Affe seinen Blick während der Aufgabe fixieren.

Die verschiedenen Variationen der VB ergaben unterschiedliche Anteile an signifikant ( $p < 0.05$ , T-Test) modulierenden Zellen. Wenn in den VB kein Fakecursor präsentiert wurde, änderten 65% (14/20) der Zellen ihre Aktivität. Bei einer Bewegung des Fake cursors mit linearer und konstanter Geschwindigkeit änderten 69% (9/13) der Zellen ihre Aktivität. Im Mittel ( $n=8$ ) betrug das Ausmaß der Änderung bei Bewegungen in Vorzugsrichtung +20%. Bestand die Trajektorie des Fake cursors aus einer wiederholten Präsentation einer zuvor durchgeführten Folgebewegung antworteten 40% (10/25) der Zellen mit einer geänderten Aktivität. In diesem Fall änderte sich die Aktivität im Mittel ( $n=17$ ) bei Bewegungen in Vorzugsrichtung nur noch um +4%. Je ähnlicher die visuelle Stimulation in den VMB und in den VB, desto geringer ist also der Unterschied in den Antworten der MT-Zellen.

Die beschriebenen Befunde zeigen, dass allein die Relevanz der visuellen Stimuli in diesen visuomotorischen Aufgaben Effekte auf die neuronale Aktivität im Areal MT hervorrufen kann. Ob eine Unterscheidung von motorischer und perceptiver Aufmerksamkeit zur Erklärung unserer Befunde angebracht ist müssen weitere Untersuchungen zeigen.

## **Bewegungserleben und Handlungskontrolle**

**Bernd Groeben & Christian Haas**

**Institut für Sportwissenschaften, Goethe-Universität Frankfurt**

**b.groeben@sport.uni-frankfurt.de**

Bewegungen sind die einzigen direkten Einwirkungsmöglichkeiten auf die Umgebung. Als solche sind sie vermutlich eng mit den Intentionen und Erlebnissen der Akteure im Handeln verbunden. In der nachfolgend dargestellten Untersuchung wurde vermutet, dass das phänomenale Erleben a) von den Verhaltensmöglichkeiten des Subjekts abhängt und b) spezifische Einwirkungsoptionen der Aufgabenbewältigung ermöglicht.

In einem Laborexperiment (n=9) wurde untersucht, inwieweit übungsabhängige Veränderungen des Bewegungserlebens mit biomechanischen Variablen der Bewegungskontrolle interagieren. Die Kriteriumsufgabe bestand aus 30, jeweils 60-sek. Fahrten auf oszillierenden Rollski (Frequenz: 9 Hz; Amplitude: 10 mm). Hierbei sollten die Vpn lernen, trotz der Unruhen im Lauf der Ski einen möglichst gleichmäßigen Druck auf den Boden zu erzeugen. Phänomenale Aspekte wurden durch standardisierte Interviews bzw. durch ein semantisches Differential, die Effektivität der Schwingungsregulation durch Messungen der Bodenreaktionskräfte und durch elektromyographische Ableitungen erfasst.

In den Äußerungen der Vpn im Interview konnten zwei verschiedenartige Typen der Aufgabenbewältigung identifiziert werden. Hierbei wurde zwischen einer "direkten", auf die Beine, Füße oder Ski, und einer "indirekten", auf die Ruhe des Kopfes bzw. auf optische Marken gerichteten, Kontrollvariante unterschieden. Im Ausgangstest hat sich gezeigt, dass für die hier untersuchte Bewegungsaufgabe die "indirekte" Kontrollvariante effektiver ist ( $p < .01$ ).

Die von den Vpn beschriebenen Erlebnisse liefern erste Hinweise, dass bewegungsbezogene Übungsprozesse tatsächlich phänomenal repräsentierte Strukturen kreieren. Diese werden offenbar über bewegungsspezifische Effekte generiert, die von den Lernenden zunächst bemerkt, und dann im weiteren Lernverlauf zunehmend intuitiv zur Aufgabenbewältigung genutzt werden. Da der Übungserfolg von einer unterschiedlichen Nutzung dieser Strukturen abhängt ( $p < .01$ ), werden in diesen vermutlich die Verhaltensmöglichkeiten repräsentiert, die den Umgang mit der gegebenen Aufgabe limitieren.

## **Der Einfluß maskierter Reize auf Zeigebewegungen**

**Elke Präg, Odmar Neumann, Werner Klotz, Heinrich H. Bühlhoff,  
Manfred Fahle, Volker H. Franz & Manfred Heumann**

**Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen**

**elke.praeg@tuebingen.mpg.de**

Priming von motorischen Reaktionen durch nicht-bewusst wahrnehmbare Reize wurde bereits vielfach demonstriert (z.B. Klotz & Neumann, 1999). Einige Studien beschäftigten sich auch schon mit dem Einfluss auf andere Formen von Verhalten wie der Latenz einer vokalen Reaktion (Ansorge, Klotz & Neumann, 1998) oder großmotorischen Reaktionen (z.B. Sprünge; Kibele, 2000). In einer Untersuchung von Schmidt (im Druck) wurde erstmals auch der Einfluss maskierter Reize auf Zeigebewegungen untersucht, wobei die Versuchspersonen (VPen) direkt auf geprimte Zielreize zeigen sollten. Hierdurch ergab sich jedoch eine direkte Kompatibilität zwischen Ort des Zielreizes und dem Ziel der Zeigebewegung. Wir versuchten diese Kompatibilität auszuschliessen, indem die Zielreize lediglich die Richtung angaben in welche gezeigt werden sollte.

Sieben VPen wurde eine Abfolge von Prime und Zielreiz so präsentiert, dass der Zielreiz den Prime vollständig maskierte (Dauer Prime: 26 msec, Zielreiz: 91 msec, Inter Stimulus Intervall: 39 msec). Der Zielreiz war ein Quadrat in einer von zwei möglichen Orientierungen (0 oder 45 Grad). Der Prime war entweder ebenfalls ein Quadrat oder ein Ring (neutraler Reiz). Bei kongruenten Abfolgen hatten Prime und Zielreiz dieselbe Orientierung, bei inkongruenten Abfolgen unterschieden sich die Orientierungen um 45 Grad. In der Wahrnehmungsaufgabe sollten die VPen entscheiden, ob der Prime ein Quadrat oder ein Ring war. In zwei weiteren Aufgaben sollten sie so schnell wie möglich auf die Orientierung des Zielreizes reagieren (Reaktionszeitaufgabe: Tastendruck rechts oder links, Zeigeaufgabe: Zeigen zu einem Zielpunkt rechts oder links). Die Zeigebewegungen wurden mit Hilfe von Infrarot-Markern auf dem Zeigefinger der VP aufgezeichnet (Optotrak System).

Die VPen konnten den Prime in der Wahrnehmungsaufgabe nicht diskriminieren ( $d' = 0.1$ ,  $t(6) = 1.18$ ,  $p = .28$ ). In der Reaktionszeitaufgabe zeigte sich ein Vorteil für kongruente Reize gegenüber inkongruenten Reizen (57 msec,  $t(6) = 8.2$ ,  $p < .001$ ). Dieser Vorteil zeigte sich ebenfalls in unterschiedlichen Trajektorien in der Zeigeaufgabe.

Es scheint, daß vollständig maskierte Reize auch dann einen Einfluß auf Zeigebewegungen haben, wenn keine Kompatibilität zwischen dem Ort des Zielreizes und dem Ziel der Zeigebewegung vorliegt.

## **Prism adaptation: Dependency on motion trajectory**

**Lutz Munka, Christian Kaernbach & Douglas W. Cunningham**

**Institut für Allgemeine Psychologie, Universität Leipzig**

**lutz-munka@psychologie.uni-leipzig.de**

In order to pick up an object, its visual location must be converted into the appropriate motor commands. Introducing a discrepancy between the seen and felt location of the object (e.g., via prism goggles) initially impairs our ability to touch it. The sensory systems rapidly adapt to the discrepancy, however, returning perception and performance to near normal. Subsequent removal of the discrepancy leads to a renewed performance decrement -- a Negative Aftereffect (NAE). It is generally believed that this adaptation consists primarily of "recalibrating" the transformation between the visual and proprioceptive perception of spatial location (Bedford, 1999). According to such a purely perceptual account of adaptation, the exact path used to reach the object should not be important. If, however, it is the transformation from perception to action that is being altered, then changing the motion trajectory should reduce or eliminate the NAE.

Starting with both hands on the desktop, the chin resting on a horizontal bar, participants (N=72) had to touch a cross presented at eye level on a touch screen 30 cm in front of them. Four trajectories were possible: reaching to the cross from below or (swinging the arm backwards) from above the bar, using either their left or their right hand. Reaching Accuracy without feedback was determined for all four trajectories before and after adaptation to a single trajectory with prism goggles (19° horizontal displacement). The NAE was 46mm (8.7°) for the adapted trajectory, 26mm negligible for both trajectories of the other hand. The NAE was larger for unfamiliar (above bar, or usage of non-preferred hand) than for familiar trajectories.

Visuomotor adaptation is not merely a perceptual recalibration. Not only does the structure of the motion trajectory play a central role, but the familiarity of the trajectory also seems to be important. These results have strong implications for all models of visuomotor adaptation.

## **The role of V5/MT in visually guided hand movements**

**Celia Oreja-Guevara, R. Kleiser, W. Paulus, R.J. Seitz & K.P. Hoffmann**

**Allgemeine Zoologie&Neurobiologie, Ruhr-Universität-Bochum**

**oreja@neurobiologie.ruhr-uni-bochum.de**

The area MT located in the “dorsal pathway” of the primate brain is specialized in the processing of visual motion information. The aim of our study was to investigate the functional role of the extrastriate visual area V5 (hMT) on the control of visually guided hand movements in the human.

Eight subjects performed visually guided hand movements, either tracking moving targets or reaching to stationary targets by moving a cursor using a MRI compatible joystick during fMRI scanning. Two different horizontal directions were presented to subjects. We have used a block design with six conditions, three of them with hand and eye movements and the rest without hand movements. Before scanning, subjects were exposed to one hundred 2 s trials of the stimulation for practising. Subject eye and hand movement were monitored during scanning. Functional imaging was performed with T2\*-weighted gradient echoplanar imaging (EPI). Brainvoyager 4.4 was used for data analysis. We computed a correlation analysis for each subject and used the general linear model (GLM) for multisubject analysis.

Our results show highly significant neural activations in area V5 during visually guided hand tracking movements while subjects were fixating a central spot. An increased neural activity was shown in area V5 with visually guided reaching movements too, but less than during tracking movements. We found a highly significant activation in colliculus superior during the reaching task with fixation. Neural activation of ipsilateral cerebellum and SMA ipsilateral to the hand used was shown in all visually guided hand movements, but not in tasks without hand movements.

Our results indicate that visual monitoring during tracking and reaching requires the involvement of area V5.

## Visual-tactile matching: An fMRI study

Matthias Bischoff, Gebhard Sammer, Peter Kirsch & Dieter Vaitl

Bender Institute of Neuroimaging, Universität Gießen

Matthias.Bischoff@psychol.uni-giessen.de

Using PET Banati et al. (2000) investigated the integration of sensory signals across the tactile and visual modalities. Subjects performing crossmodal matching showed rCBF increases in the anterior cingulate cortex, the inferior parietal lobules, the left dorsolateral prefrontal cortex and the left claustrum/insular cortex. The results were concluded to be congruent with heteromodal and supramodal areas. The activation of multimodal areas is necessary to solve the crossmodal task. However, the findings in the literature are not consistent. The aim of the present study was to replicate the study of Banati et al. using fMRI. 20 subjects participated in the study. The task was to match an arc, which was placed in the centre of a card with four surrounding circles of different diameter. Responses were indicated by an appropriate button press. Two intramodal conditions and one intermodal condition were investigated. The visual task (VV) was to perform the matching between arc and circle. The stimuli were plotted on a card, which was held by the subjects. In the intramodal tactile (TT) condition the subjects fumbled on the back of the card to match arc and circle. In this condition subjects were prevented from watching the card. In the intermodal condition (TV) subjects were instructed to match the arc on the back (tactile) with the appropriate circle in the front (visual). Each condition consisted of ten cards. The subjects had 15 seconds (visual-visual, tactile-visual) or 20 seconds (tactile-tactile) per card to solve the task. BOLD-signals were recorded using echo-planar imaging (24 slices, interleaved measurement, thickness 5mm, zero-gap, flip angle=30, TA=100ms, TE=60ms, TR=3.4sec., FOV=192). SPM99 was used for data processing. Time-slice correction, realignment, normalization, and smoothing (FWHM=8mm) were computed prior to statistical analysis. For each subject a GLM was fitted to the data including the regressors VV, TT, TV, rest, movements and responses. Group statistic parametric maps were computed as 2nd level random effects analysis. The comparison of TV-(TT+VV) showed activation in the left paracentral lobule, the left nucleus caudatus, bilaterally in the precuneus, and the right medial frontal gyrus. Additionally there was a significant activation in the anterior lobe of the cerebellum. Summarizing, the results of the PET study of Banati et al. could not fully be replicated with fMRI. However, the activations found in the paracentral lobule and the anterior medial frontal gyrus might be due to an arbitrary visuomotor mapping network performing object to action mapping. In addition, modifications were necessary to apply the paradigm within the scanner. The mean rate of matching errors was about 4.86 per condition, indicating that the task difficulty matched the ability of the subjects.

Banati, R.B., Goerres, G.W., Tjoa, C., Aggleton, J.P., Grasby, P. (2000). The functional anatomy of visual-tactile integration in man: a study using positron emission tomography.



## **Vestibulär Evozierte Potentiale: Untersuchungen in Schwerelosigkeit und unter Schwerkraft**

**Rainer Loose, Thomas Probst, Oliver Tucha, Erhard Bablok,  
Steffen Aschenbrenner & Klaus W. Lange**

**Institut für Experimentelle Psychologie, Universität Regensburg**

**rainer.loose@psychologie.uni-regensburg.de**

Das Gleichgewichtssystem des Menschen kann mit Hilfe von Vestibulär Evozierten Potentialen (VESTEPs) während passiver Bewegungen untersucht werden. In dem vorgestellten Experiment wurden VESTEPs bei 11 gesunden Probanden während Drehungen um die X-Achse (Nase-Hinterkopf-Achse) abgeleitet. Bei solchen Drehungen werden außer den vertikalen Bogengängen auch die Otolithenorgane stimuliert, die das Schwerkraftfeld messen. Um VESTEPs ohne Einfluß der Otolithenorgane abzuleiten, wurden daher bei vier der 11 Probanden ebenfalls VESTEPs unter Schwerelosigkeit abgeleitet. Die Schwerelosigkeit wurde erzeugt in Parabelflügen. In der Schwerelosigkeit wurden transiente Negativierungen abgeleitet, die dem Geschwindigkeitsprofil der Bewegung ähneln. Im Schwerkraftfeld wurden neben der transienten Komponente anhaltende Positivierungen oder Negativierungen (je nach Bewegungsrichtung) abgeleitet, die dem Positionssignal der Bewegung ähneln. Diese zusätzlichen Komponenten sollten durch Stimulation der Otolithenorgane verursacht sein. Es scheint demnach zukünftig möglich, innerhalb der VESTEPs transiente Bogengangs-Komponenten und anhaltende Otolithen-Komponenten getrennt voneinander zu betrachten. Diese Ergebnisse stimmen optimistisch im Hinblick auf das Ziel einer selektiven Untersuchung des Gleichgewichtssystems.

## **Task-specific plasticity of somatosensory cortex in patients with writer's cramp**

**C. Braun, R. Schweizer, U. Heinz, K. Wiech, N. Birbaumer & H. Topka**

**MEG-Zentrum,  
Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie, Tübingen**

**chrisoph.braun@meg.uni-tuebingen.de**

Focal dystonias such as writer's cramp are characterized by sustained and involuntary muscle cramps that accompany the execution of specific voluntary motor tasks. At this point, the pathophysiology of focal dystonia and in particular the mechanisms of its task-specificity are not fully understood. Recent functional imaging studies suggest that the development of writer's cramp may in some way be related to abnormal plasticity of the intrinsic somatotopic organization of somatosensory cortex which in turn may lead to abnormal motor function. However, as task-specific reorganization of somatosensory cortex also occurs in healthy subjects, the significance of changes in the organization of somatosensory cortex in the pathogenesis of writer's cramp remains unclear. In order to explore the mechanisms of task-specificity in focal dystonias, we investigated the somatotopic organization of primary somatosensory cortex at rest and during execution of different motor tasks in healthy subjects and in 7 patients with writer's cramp using magnetoencephalography. As reported earlier, distances of cortical representation areas of the thumb and little finger representation of the affected arms were significantly smaller in patients as compared to healthy subjects. However, patients showed normal modulation of the cortical organization of these two finger representations as induced by voluntary execution of different motor tasks. Our data suggest that the capability of somatosensory cortex to reorganize during different tasks is not specifically impaired in writer's cramp and, therefore, abnormal plasticity of somatosensory cortex is unlikely to represent a primary cause of writer's cramp. More likely, abnormalities in the somatotopy of primary somatosensory cortex in writer's cramp are secondary to changes in neuronal structures that project to somatosensory cortex such as thalamus or basal ganglia.

## **A combined model for intermanual transfer: Evidence from electroencephalography**

**Regine Lange, Christoph Braun & Benjamin Godde**

**Institut für Medizinische Psychologie Tübingen**

**reglange@aol.com**

There is evidence that training with one hand facilitates both normal and mirror movements of the opposite hand (1,2). Two main theories have been put forward to explain this phenomenon. (i) According to the mirror engram theory, the correct engrams are stored in the left hemisphere, the right hemisphere contains the mirror reversed engrams (3)(ii) The motor theory suggests that the motor patterns of one hand control the mirror movements of the other hand. For the performance of normal movements using the untrained hand, these patterns have to be reversed (4). Using electroencephalography, these two theories were tested.

21 right handed subjects were trained in the performance of a trajectory movement with their right (R-group) or left (L-group) hand. EEG-data were recorded for the learned task and for the normal and mirror movements using the opposite hand.

R-group: For the left-handed normal movements, a negative wave was observed over frontal and left central cortex in the early period before movement onset. For the other two tasks, a negative wave was determined immediately before movement onset over left frontal cortex only. L-group: A negative wave was observed over the left frontal cortex for the learned task, over the right parietal cortex with right-handed mirror movements. Coherences between parietal electrodes were higher under right-handed mirror as compared to normal movements.

R-group: Result support the motor theory. The negative wave under the normal movements using left hand is presumably due to the reversal of the previous established motor program of the right hand. The mirror movements, however, are likely to be controlled by the unchanged right-handed motor patterns. L-group: Results are in accordance with the mirror engram theory. The interparietal coherence under mirror movements might be explained with the projection of mirror engrams from the right to the left hemisphere.

(1) Thut G, Cook ND, Regard M et al. *Exp Brain Res* 1996; 108: 321-327

(2) Yang M-J *Neuropsychologia* 1997; 35:1491-1498

(3) Orton ST *J Am Med Association* 1928; 90: 1095-1099

(4) Chan JL and Ross ED *Neurol* 1988; 38-; 59-63

## Haptisches Erkennen und begriffliche Repräsentation

Cornelius Steckner

FOCAS Köln

csteckner@hotmail.com

Das haptische Ertasten, das Erkennen und Benennen von charakteristischen Gegenstandsformen ist ohne weitere Übung möglich: selbst der mit der einen Hand verdeckt betastete Gegenstand läßt sich mit der freien Hand zeichnen oder auch reproduzierend formen. Unterschiedlicher Zeitversatz dabei reicht von direkten Wahrnehmungsleistungen bis zu Gedächtnisleistungen. So führt auch umgekehrt eine bloß gehörte Gegenstandsbenennung zu einer repräsentativen bildlichen Gegenstandsform. Welche physikalischen Eigenschaften beinhaltet die modalitätsübergreifende personale Integration?

Die senso-motorische Koppelung und die Visuell-haptische Integration sind bei diesen Experimenten durch den übergreifenden Formcharakter verbunden. Die Gegenstände selbst und die sie repräsentierenden Zeichnungen sind nun aber auch messbare physikalische Objekte. Die Digitalisierung sämtlicher Formkurven erlaubt infolgedessen einen Vergleich der Kurveigenschaften nach Formkongruenz und Größe, gegebenenfalls auch die physikalischen Eigenschaften der von den signifikanten Formkurven erfaßten Körperoberflächen. Diese methodische Grundlage gibt den allgemeinen Zugang zu gegenstandsbezogenen begrifflichen Konsistenzen, zu Erwartungen und objektiv vorhandenen Eigenschaften. Ergebnisse: Vergleicht man nun nicht allein die Meßdaten von personal integrierten Formkurven, sondern bündelt die von mehreren Versuchspersonen gewonnenen Geometrien, so lassen sich neben Objektvarianzen auch zentrale Messwerte als "Bedeutungskerne" erschließen sowie auch die kommunikative Bedeutung der Begriffsbildung, insofern etwa bei Wortexperimenten die Benennung die Objekteigenschaften sozusagen in die messbare Formkurve hinein transportiert. Dieser Effekt wurde darüber hinaus durch Vorgabe unterschiedlicher Gegenstandsvarianzen hinsichtlich einer aus dem haptischen Erkennen gewonnenen Begriffsverallgemeinerung studiert. Schlussfolgerung: Das haptische Erkennen unter Ausschaltung visueller Kontrolle stellt dabei sicher, daß die Begriffsbildung nicht primär visuell ist. Sie stellt sich aber wie bei fragmentierter visueller Information auch bei nur unvollständiger Erreichbarkeit der Gegenstandsform ein, bei unterbrochenen Umrissen und nur teilweisem Abtasten, ganz abgesehen davon, daß das Erkennen der Gegenstandsformen weder ein kontinuierliches Abtasten noch kontinuierlichen Hautkontakt voraussetzt und auch durch Zeitbegrenzung eingeschränkt werden kann. Doch selbst solche Teilinformation ist ausreichend für eine weitgehend maßgerechte Darstellung in sich geschlossener Umrisse. Untersucht wurden Münzen, Tierfiguren und rotatiossymmetrische Körper. Versuchspersonen waren Erwachsene und Kinder.

- C. Steckner, Empirische Objektklassifikation, Begriffsanalyse und Design, in: W. Lex (Hg.), Arbeitstagung Begriffsanalyse und Künstliche Intelligenz, Informatik-Bericht 89/3. TU Clausthal, 1991, S. 135 - 145.

## **Chunking during a drawing task**

**Andreas G. Fleischer & Thomas Westphal**

**Universität Hamburg, Fachbereich Biologie**

**fleischer@biokybernetik.uni-hamburg.de**

Planning aimed hand movements requires a certain amount of information to be stored in the working memory. Because of its limited storage capacity the subject is forced to structure the task in a sequence of movement elements. During the performance of such movement elements the amount of information required to finish the sequence decays and it becomes more and more urgent to get new information on how to continue. Therefore, the perception-action-pattern is determined by the amount of information available. This was analyzed on the basis of eye- and hand-movements during copying simple line drawing.

The subjects were asked to copy a simple line drawing presented on a screen by means of a digital tablet. Nine different drawings of different complexity had to be copied 15 times during a single session. The coordinates and the pressure of the pen tip on the digital tablet was recorded. The kinematics of the hand-movement was analyzed with respect to the decay of the required information for continuing the movement sequence. With respect to the movement trajectories the analysis of eye-movements allows to differentiate between the two phases information uptake and control of the redrawn part of the figure.

The results revealed specific perception-action-patterns during the progress of the movements caused by the limited capacity of memorizing line segments within the contextual structure of the drawing. Due to training the subjects were able to group an increasing number of lines segments. This resulted in a clear change of the perception-action-pattern. In order to quantify the tolerance accepted by the subject within his or her mental representation a measure was developed to describe the structural variance between the given figure and the redrawing.



# **Postersitzung: Blickbewegungen**

## **Unterdrückung blickstabilisierender Reflexe während Augenfolgebewegungen: Hinweise auf die Beteiligung einer extra-retinalen Referenz**

**Axel Lindner & Uwe J. Ilg**

**Kognitive Neurologie, Universität Tübingen**

**axel.lindner@uni-tuebingen.de**

Wenn wir einem bewegten Objekt mit dem Blick folgen, resultiert eine entgegengesetzte Bildverschiebung der stationären Umgebung auf der Netzhaut. Eine solche *globale* Bewegung stellt einen idealen Reiz für blickstabilisierende Reflexe dar, die der willkürlichen Augenfolgebewegung entgegengesetzt wären. Wir hatten bereits darüber berichtet, daß es während der Ausführung glatter Augenfolgebewegungen zu einer richtungsspezifischen Unterdrückung solcher Reflexe kommt: die Richtung selbst induzierter Bildverschiebung ausgenommen löst jede gerichtete Hintergrundbewegung eine Modulation der Augenfolgebewegung aus (Vision Res 41: 1685-1694, 2001). Dieser Befund erklärt u.a. die Tatsache, daß ein strukturierter Hintergrund die Güte der Augenfolgebewegungen nicht maßgeblich beeinflußt, der Mechanismus der dafür verantwortlichen richtungsspezifischen Unterdrückung blickstabilisierender Reflexe blieb jedoch unklar. Um Aufschluß darüber zu erhalten, registrierten wir Augenfolgebewegungen von sechs Versuchspersonen, während kurze, nicht vorhersehbare Bewegungen eines strukturierten Hintergrunds dargeboten wurden. In Experiment I variierten wir den zeitlichen Bezug (SOA) zwischen Beginn der Ziel- und Hintergrundbewegung und änderten dadurch auch deren Relativbewegung während der Initiierung der Augenfolgebewegung. In Experiment II wurde das Ziel während der Hintergrundbewegung für kurze Zeit ausgeblendet, eine Relativbewegung wurde somit vollständig ausgeschlossen. Wieder zeigten unsere Ergebnisse eine ausgeprägte Asymmetrie auf: nur wenn sich der Hintergrund in die Richtung des Blickziels bewegte, fand eine Modulation der Augenbewegung statt. Das Ausmaß der Modulation war unabhängig von der SOA (Experiment I: Faktor Richtung  $p < 0.001$ , SOA  $p > 0.05$ , Interaktion  $p > 0.05$ ; ANOVA2). Ebenso wurde die Modulation der Augenbewegung nicht durch die mangelnde Relativbewegung zwischen Ziel und Hintergrund beeinflußt (Experiment II: Faktor Richtung  $p < 0.001$ , Relativbewegung  $p > 0.05$ , Interaktion  $p > 0.05$ ; ANOVA2). Die Möglichkeit, daß die beobachtete Richtungsspezifität der Modulation durch Relativbewegung zwischen Ziel und Hintergrund erklärt werden kann, scheidet demnach aus. Unsere Ergebnisse legen die Vermutung nahe, daß die Unterdrückung blickstabilisierender Reflexe nicht durch einen visuellen Mechanismus erfolgt, sondern vielmehr durch ein *extra-retinales* Referenzsignal der Richtung der Augenfolgebewegung bestimmt wird.



## **Modeling the time course of visual-tactile spatial interaction**

**Hans Colonius, Adele Diederich, Sandra Tabeling & Daniela Bockhorst**

**Institut für Kognitionsforschung, Universität Oldenburg**

**[hans.colonius@uni-oldenburg.de](mailto:hans.colonius@uni-oldenburg.de)**

Presenting an auditory stimulus in close spatio-temporal relation to a visual target stimulus has been shown to influence saccadic reaction time (SRT) to a visual target even if participants are instructed to ignore the auditory accessory (focused-attention task). Here we investigate whether a tactile stimulus has a similar bisensory interaction effect. A visual target (LED) and a tactile accessory stimulus (vibrating shaker applied to palm) were presented at 20° or 70° eccentricity ipsi- and contralaterally at different stimulus onset asynchronies (tactile stimulus 100 ms, 50 ms, 0 ms before visual, or 50 ms after visual stimulus). Average visual-tactile SRT was up to 80 ms shorter than unimodal (visual) SRT. Specifically, average bimodal SRT was shorter for ipsi- than for contralateral presentation, and shorter for 20° than for 70° eccentricity. SRT facilitation decreased with SOA: response to the visual target was faster the earlier the accessory was presented. The two-stage model for multisensory interaction (Colonius & Arndt, 2001) distinguishes a peripheral parallel processing stage from a more central decision stage where interaction occurs. Probability of interaction depends on the outcome of the first stage contingent upon unisensory stimulus properties only, while the amount and direction of interaction (facilitation/inhibition) is a function of the spatial configuration of stimuli. A parametric version of the two-stage model gave a satisfactory fit for individual data from 6 subjects. We conclude (1) that presentation of a tactile accessory stimulus has a facilitating effect on SRT to a visual target depending both on the spatial and temporal configuration, and (2) that these effects can be described by the two-stage model.

## Charakterisierung individueller beidäugiger sakkadischer Augenbewegungen

Wilhelm Bernhard Kloke, Wolfgang Jaschinski & Alf Köhn

Institut für Arbeitsphysiologie, Universität Dortmund

kloke@arb-phys.uni-dortmund.de

In der Literatur (Collewijn et al., Vision Research 1995, p. 3335-3358) wurde beschrieben, daß bei sakkadischen Augenbewegungen die beiden Augen unterschiedliche maximale Geschwindigkeit erreichen. Die daraus resultierenden temporären Vergenzbewegungen werden in der folgenden Studie unter dem Aspekt der Reproduzierbarkeit sowie inter-individueller Unterschiede untersucht. Verschiedene Ansätze, die individuelle binokulare Kopplung der Augenbewegung zu charakterisieren, wurden untersucht.

Bei 21 Probanden wurden Augenbewegungen mit einem Infrarot-Reflexionsverfahren beidäugig gemessen. Es wurden Reize für horizontale zentrifugale Blickbewegungen von 5 Grad in beiden Richtungen relativ zu einem zentralen Fixationspunkt vorgegeben.

Im einzelnen zeigen sich die Unterschiede zwischen rechtem und linkem Auge in 2 Phasen, nämlich der eigentlichen schnellen Sakkade, sowie einer folgenden postsakkadischen Drift. Bei der Mehrheit der Probanden entstand durch die unterschiedliche Geschwindigkeit der Sakkaden, die jeweils auf der temporalen Seite größer war als auf der nasalen, eine Divergenz während der Sakkade. Die größere Sakkadengeschwindigkeit war außerdem mit einem Überschwingen der Bewegung verbunden. Danach trat eine konvergente postsakkadische Drift auf. Als Kenngrößen bieten sich an: (1) das Integral über die Differenz zwischen beiden Augen von Sakkadenbeginn bis 100ms nach Sakkadenmitte (Vergenzintegral), (2) die maximale Geschwindigkeit, ermittelt als Geschwindigkeit im Durchgang durch die Sakkadenmitte, und (3) die postsakkadische Drift, ermittelt als Differenz der Vergenz zwischen den Zeitpunkten 35ms und 85ms nach Sakkadenmitte, also nach dem Ende des o.g. Überschwingens.

Diese Größen wurden durch Wiederholung der Meßreihen in einer anderen Sitzung auf Reliabilität getestet. In der gemessenen Population zeigen sich individuelle Unterschiede in der Ausprägung der Kopplung der beidäugigen Augenbewegungen. Einzelne Personen zeigen weitgehend genauen Gleichlauf der Bewegung, andere dagegen zeigen Divergenzen während der Sakkade von bis zu 0,3 Grad. Für die 3 Kenngrößen ergaben sich Test-Retest-Korrelationen von 0,83 bzw. 0,73 für das Vergenzintegral, 0,74 bzw. 0,76 für die Geschwindigkeitsdifferenz und 0,60 bzw. 0,54 für die postsakkadische Drift (jeweils für die Sakkaden nach links bzw. rechts getrennt berechnet). Zwischen diesen Kenngrößen bestehen Interkorrelationen zwischen 0,63 und 0,92. Alle diese Korrelationen sind signifikant ( $p < 0,01$ ).

Es zeigt sich, daß reliable interindividuelle Unterschiede der beidäugigen sakkadischen Bewegungsmuster bestehen. Das verwendete Meßverfahren erlaubt die Bestimmung dieser Größen für umfangreichere Stichproben.

## **Mechanismen von Augenfolgebewegungen nach Initiierung der Folgebewegung**

**Sven Garbade & Heiner Deubel**

**LMU München**

**garbade@psy.uni-muenchen.de**

Unsere Untersuchungen beschäftigen sich mit dem Einfluß von Distraktoren auf die Steuerung von aktiven Augenfolgebewegungen. Die Fragestellung war, ob die bekannten Mechanismen, die zur Kontrolle der Initiierungsphase der Folgebewegungen zum Tragen kommen, auch einen Einfluß nach der Initiierung der Folgebewegung haben, oder ob diese durch andere Mechanismen ersetzt bzw. ergänzt werden.

In unseren Experimenten sollte ein Selektionsziel aktiv mit den Augen verfolgt werden ("active smooth pursuit"). Die Folgebewegung wurde mittels einer Step-Ramp initiiert. In einer Serie von Experimenten wurden Distraktoren mit einer anderen Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit als das Selektionsziel nach der Initiierung der Folgebewegung im visuellen Feld ( $\pm 3$  Sehwinkelgrad zum Selektionsziel) präsentiert.

Unsere Ergebnisse stützen die Annahme, daß eine Mittelung aller Bewegungsvektoren der im visuellen Feld vorhandenen Stimuli als Output des Pursuit Systems einen entscheidenden Beitrag zur Steuerung der Folgebewegung leistet. Zusätzlich zu diesem "weighted vector averaging" der Bewegungsvektoren, das bereits als maßgeblicher Mechanismus zur Generierung der Folgebewegung ausgemacht wurde, stellten wir weitere Einflußfaktoren fest. Die Folgebewegung kann hinsichtlich ihrer horizontalen und vertikalen Komponente unterteilt werden. Ist eine dieser Komponenten nicht an der Zielbewegung beteiligt, kann durch einen Distraktor nur eine unwesentliche Auslenkung dieser Komponente provoziert werden. Das bedeutet, das die Folgebewegung selektiv durch Distraktoren beeinflusst werden kann. Eine Komponente der Zielbewegung wird beschleunigt, wenn die Differenz zwischen der Geschwindigkeit einer Bewegungskomponente (horizontale oder vertikale) des Selektionszieles und der äquivalenten eines Distraktors größer als Null ist. Ist diese Differenz zwischen einer Bewegungskomponente des Selektionszieles und der entsprechenden des Distraktors kleiner als Null, wird die Zielbewegung verlangsamt. Entlang der Trajektorie des Selektionszieles ist der quantitative Einfluß der Distraktoren größer als auf Positionen, die nicht auf der Trajektorie liegen. Das deutet daraufhin, das Distraktoren, die auf der Trajektorie des Selektionszieles präsentiert werden, eine größer Salienz haben als solche, die nicht auf der Trajektorie des Selektionszieles präsentiert werden.

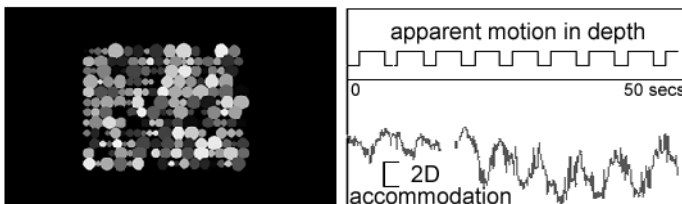
## Akkommodation auf künstliche Reize – welche visuellen Signale steuern die Akkommodation?

M. Weiss, A. Seidemann & F. Schaeffel

Universitäts-Augenklinik Tübingen.

monika.weiss@student.uni-tuebingen.de

Um mehr über die visuellen Signale der Akkommodation und eventuell auch der Emmetropisierung zu erfahren, wurde mit künstlich erzeugten Mustern versucht, beim Menschen Akkommodation auszulösen. Das Grundmuster wurde in BorlandC unter DOS programmiert und bestand aus 196 ausgefüllten Kreisen zufälliger Größe und Helligkeit (siehe Bild). (1) Um bevorzugt On- bzw. Off-Kanäle zu erregen, wurde das zeitliche Helligkeitsprofil für jeden Kreis sägezahnförmig variiert (langsam ansteigend und schnell abfallend, bzw. umgekehrt). On- und Off-Reiz wechselten mit einer Frequenz von 0,5 Hz. (2) Durch schrittweise Tiefpaßfilterung des Musters wurde eine zu- oder abnehmende Defokussierung vorgetäuscht. (3) Die Größe des Musters wurde, entsprechend der räumlichen Tiefenwahrnehmung, mit der Zeit verändert („looming“). 9 junge Probanden wurden aufgefordert, monokular durch eine 0,5mm Lochblende (Akkommodation open-loop), Kombinationen der Muster (1) – (3) auf einem 0,5m entfernten Bildschirm zu fixieren. Währenddessen wurde die Akkommodation des anderen, mit einem IR-Filter abgedeckten Auges mit dem PowerRefraktor aufgezeichnet. Das Muster (1) erzeugte nach Defokussierung bei allen Probanden den Eindruck einer gleichmäßigen Tiefenbewegung (Off-Stimulus: Muster kommt näher; On-Stimulus: Muster entfernt sich), löste aber nur bei einer Versuchsperson signifikante Akkommodation aus. Defokussierung (2) allein oder in Kombination mit (1) (zunehmend bei scheinbarer Annäherung des Musters) erzeugte nicht mehr Akkommodation. Hinzufügen von looming (3) oder looming allein induzierte dagegen deutliche Akkommodation (Bild re.), allerdings nur in 4 der 9 Probanden. Die Akkommodation reagiert bei verschiedenen Probanden sehr unterschiedlich auf künstliche Reizkonfigurationen. Am wirksamsten war looming (n=4 von 9), auf scheinbare Tiefenbewegung durch Stimulation der On-/Off-Kanäle reagierte nur eine Versuchsperson (n=1 von 9), Defokussierung durch Tiefpaßfilterung hatte keinen Einfluß auf die Akkommodation (n=0 von 9).



**Postersitzung:  
Raumwahrnehmung**

## **Route planning with regionalized spatial memory**

**Jan Malte Wiener & H.A. Mallot**

**Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen**

**jan.wiener@tuebingen.mpg.de**

According to the hierarchical theories of spatial representations, places are grouped together into regions which form higher level nodes of a graph-like representation of space. Support for these theories comes from a wide variety of experiments using different methods (distance- and directional judgments, priming, recall). However, the ultimate purpose of an internal representation of space is to allow navigation, route planning, and directed movements through the environment. To our knowledge it is still an open question whether or not hierarchically structured spatial representations influence navigational abilities such as route-planning behaviour of humans. By employing a navigational task in a virtual environment we provide additional evidence for the hierarchical theories of spatial representations, and their role in route planning. Subjects navigated through a virtual environment that was presented on a large half cylindrical projection screen. They learned the positions of twelve landmarks within the environment. According to the object category of the landmarks, the environment could be grouped into three different semantic regions. Subsequent to an exploration- and training-phase subjects were asked to navigate the shortest route connecting three of the objects. All test routes featured two alternative solutions of equal length that only differed in the number of region boundaries they passed by. Subjects preferred routes that minimized the number of region boundaries that were passed by. These results provide additional support for the hierarchical theories of spatial representations. Additionally the findings suggest that route planning is based on region-connectivity, not place-connectivity alone. We propose a planning mechanism that uses coarse space information (region-connectivity) for the goal(s) and fine space information (place-connectivity) for the current location. Such a planning mechanism would reduce computational effort by using a graph theoretic distance measure, i.e. the number of region boundaries crossed along a route.

## **Polarisation compass for robot navigation**

**Amelie Schmolke & Hanspeter A. Mallot**

**Kognitive Neurowissenschaft, Universität Tübingen**

**amelie.schmolke@uni-tuebingen.de**

For most navigation tasks, an agent - animal or robot - must be able to localise itself in its environment. Path integration, the continuous measure of travelled distance and angle, is thereby an easily accessible estimate, but it is correlated with an error which increases unbounded during the travel. In contrast, the information about the compass direction can provide the heading estimation with a constant error. In this work, the performance of pure path integration is compared with the combination of a polarisation compass and the translation measure from path integration in the miniature mobile robot Khepera.

The miniature robot Khepera was equipped with three polarisation sensors. This corresponds to the least number of sensors for an unambiguous determination of the polarisation direction. A lamp above the robot's arena serves as source of linear polarised light. The robot's estimation of its own position was gained in two ways: pure path integration using the wheel revolution counters and the heading measurement from the polarisation compass combined with the translation measurement from the wheel revolution counters. The real robot position was recorded by an external tracking system.

The robot's own position estimation is more accurate when using the heading information from the polarisation compass than with pure path integration. The error in the localisation only shows a slow increase in contrast to the exclusive use of the wheel revolution counters.

A polarisation compass is a effective way to enhance the position estimate of a mobile robot. It is associated with low sensor and energy needs which is especially interesting for miniature robots as the Khepera. Since the combination of path integration and compass orientation can be widely found in animals, this system provides a basis for modelling biological navigation tasks.

## **Encoding of motion in near extrapersonal space in the primate ventral intraparietal area (VIP)**

**Frank Bremmer, Anja Schlack, Klaus-Peter Hoffmann,  
Karl Zilles & Gereon R. Fink**

**Allgemeine Zoologie & Neurobiologie, Ruhr-Universität Bochum**

**frank.bremmer@physik.uni-marburg.de**

In humans and monkeys, damage to posterior parietal cortex (PPC) leads to polymodal disturbances of sensorimotor behavior such as hemispatial neglect or extinction, often organized in an egocentric frame of reference and being more pronounced in near than in far extrapersonal space. The macaque ventral intraparietal area (VIP) is part of a polymodal cortical network which subserves the encoding of sensory information in a common (cranio- or egocentric) frame of reference. Using polymodal motion stimuli and fMRI we recently demonstrated in human PPC the existence of an area that is functionally equivalent to macaque area VIP. In the present combined macaque single-cell and human fMRI-study we address the issue whether area VIP is also specifically involved in the processing of movement in near space.

Single cell recordings in the macaque: We recorded activity of neurons from area VIP in two awake behaving monkeys (*M. mulatta*) during exposure to a large field random dot pattern moving along a circular pathway. Eye position signals from both eyes were recorded using the search coil technique. Sensitivity of neurons to horizontal disparity was assessed by presenting images stereoscopically by means of LCD shutter goggles synchronized with the stimulus computer. During an individual trial, stimuli had one of seven different disparity values ranging from 3 degrees crossed (NEAR) to 3 degrees uncrossed (FAR) disparity in 1 degree steps. Fixation was always at a fixed distance (48 cm). Stimuli with different disparity values were presented in pseudo-randomized order across trials. fMRI in humans: Random dot patterns were presented in different virtual depths in a two-factorial design with factors space (near / far) and motion (moving dots / stationary dots). Functional MR images were processed using SPM99 software and analyzed for neural activations differentially induced by movement in near extrapersonal space ( $P < 0.05$ , corrected for multiple comparisons).

Single cell recordings in the macaque: The vast majority (>80%) of neurons had its response maximum for stimuli in near space. Accordingly, at the population level macaque area VIP responds strongly to motion in near but not in far extrapersonal space. fMRI in humans: Activity specifically related to movement in near extrapersonal space was observed bilaterally in the dorsal occipital cortex, in premotor cortex and along the intraparietal sulcus. The latter region of activation included the area previously identified as the human equivalent of macaque area VIP.

The data thus provide further evidence for the notion that human and macaque area VIP share identical functional properties and might be essential for normal sensorimotor behavior.



## Learning to predict views for visual homing

Wolfgang Stürzl & Hanspeter A. Mallot

Kognitive Neurowissenschaft, Universität Tübingen

wolfgang.stuerzl@uni-tuebingen.de

For many animals it is crucial to return reliably and fast to specific places. Cartwright and Collett [1] developed the so-called snapshot model to explain homing behavior of honey bees: memorized images (snapshots) near the hive are compared with the current view. Choosing the direction that reduces image distance will lead the bee closer to the goal. To avoid time consuming search for the best direction to move to, internal generation of expected views corresponding to different movements can be useful.

We present a simple network model (associative memory with unsupervised learning) capable of predicting image changes by learning the mean optical flow caused by straight movements of a miniature Khepera robot. No prior knowledge about the geometrical properties of the environment is necessary.

While performing a random walk the Khepera robot learns the average image deformation caused by straight movements. Panoramic images are taken through a conical mirror by a camera on top of the Khepera. Each time the robot has completed a straight move of approx. 5cm the network weights defining the transformation for view prediction are updated according to pixel correlation of images taken at the beginning and the end of the movement.

The proposed prediction algorithm is compared to the equal distance assumption used in [2], i.e. expected views are calculated assuming all surrounding objects have the same distance to the robot. As a quantitative measure we use the sum of absolute differences between previously predicted and current view. After about 20 learning steps the algorithm performs almost as well or even better as the equal distance assumption. Using the learned transformation on a different image sequence recorded in the same arena gives almost identical results.

The proposed algorithm is capable of fast online learning of the mean optical flow. Because of the straight forward extension to several different movements (rotations and movements of various size) the view prediction algorithm can be used for successful homing navigation.

- [1] Cartwright B. A., Collett T. S. (1983). Landmark learning in bees. *J. Comp. Physiol. A*, 521-543.
- [2] Franz M. O., Schölkopf B., Mallot H. A., Bülthoff H. (1998). Where did I take that snapshot? Scene-based homing by image matching. *Biol Cybern* 79(3), 191-202.

## **Spatial updating experiments in Virtual Reality: What makes the world turn around in our head?**

**Bernhard E. Riecke, Markus von der Heyde & Heinrich H. Bühlhoff**

**Max Planck Institute for Biological Cybernetics, Tübingen**

**bernhard.riecke@tuebingen.mpg.de**

During ego-turns, our mental spatial representation of the surround is automatically rotated to stay in alignment with the physical surround. We know that this “spatial updating” process is effortless, automatic, and typically obligatory (i.e., cognitively impenetrable and hard-to-suppress). We were interested in two main questions here: 1) Can visual cues be sufficient to initiate obligatory spatial updating, in contrast to the prevailing opinion that vestibular cues are required? 2) How do vestibular cues, field of view (FOV), display method, turn amplitude and velocity influence spatial updating performance?

**STIMULI:** A photo-realistic virtual replica of the Tübingen market place was presented via a curved projection screen (84x63° FOV or restricted to 40x30°) or a head-mounted display (HMD, 40x30°). A Stewart motion platform was used for vestibular stimulation. **TASK:** Participants were rotated successively to different orientations and asked to point “as quickly and accurately as possible” to four targets randomly selected from a set of 22 salient landmarks previously learned. Targets were announced consecutively via headphones and selected to be outside of the visible range (i.e., between 42° and 105° left or right from straight ahead). Performance was quantified as absolute pointing error, pointing variability, and response time.

In general, participants had no problem mentally updating their orientation in space (UPDATE condition) and spatial updating performance was the same as for rotations where they were immediately returned to the previous orientation (CONTROL condition). Spatial updating was always “obligatory” in the sense that it was significantly more difficult to IGNORE ego-turns (i.e., “point as if not having turned”). We observed this data pattern irrespective of turning velocity, head mounted display (HMD) or projection screen usage, and amount of vestibular cues accompanying the visual turn. Increasing the visual field of view (from 40x30° FOV to 84x63°) increased UPDATE performance especially for larger turns, i.e., potentially more difficult tasks. IGNORE performance, however, was unaltered. Large turns (>80°) were almost as easy to UPDATE as small turns, but much harder to IGNORE ( $p < 0.05$ ). This suggests that larger turns result in a more obligatory (hard-to-suppress) spatial updating of the world inside our head.

We conclude that photo-realistic visual stimuli from well-known environments including an abundance of salient landmarks are sufficient to trigger spatial updating and hence turn the world inside our head, irrespective of vestibular cues. This result conflicts with the prevailing opinion that vestibular cues are required for proper updating of ego-turns. Several factors might explain this difference, primarily the immersiveness of our visualization setup and the abundance of natural landmarks in a well-known environment.

## **Eigenrichtungswahrnehmung in der horizontalen Ebene nach Ganzkörperdrehungen**

**Stefan Glasauer**

**Neurologische Klinik, Ludwigs-Maximilians-Universität München**

**sglasauer@nefo.med.uni-muenchen.de**

Die Wahrnehmung der Eigenorientierung im Raum lässt sich in zwei Aufgaben unterteilen: 1) die Wahrnehmung der Körperlage zur Schwerkraft, und 2) die Wahrnehmung der Eigenorientierung in der erdhorizontalen Ebene. Während die Schwerkraft eine mit den Otolithen des vestibulären Systems messbare Referenzrichtung darstellt, ist solch eine Referenz in der erdhorizontalen Ebene nur über visuelle oder auditorische Information gegeben. Ohne diese Eingänge muss die Richtung in der erdhorizontalen Ebene während Ganzkörperdrehungen mit Hilfe von Wegintegrationsmechanismen ermittelt werden. Werden diese Drehungen um mehrere, nicht parallele Achsen ausgeführt, so verlangt eine korrekte Berechnung der Richtung mehr als nur eine einfache Integration der vestibulären Winkelgeschwindigkeitsinformation. Daher ergibt sich die Fragestellung, ob die Richtungswahrnehmung die Nichtkommutativität von Rotationen miteinbezieht. In anderen Worten: ist die Wahrnehmung der Eigenrichtung nach Rotationen wegunabhängig?

10 Versuchspersonen (VPs) wurden in einem 2-Achsen Drehstuhl mit drei verschiedenen Rotationen (Geschwindigkeit 100 Grad/s) von der aufrechten Ausgangslage in die selbe Endposition, in die um 80, 90, oder 100 Grad gegenüber der Ausgangslage verdrehte Rückenlage, gebracht, ohne visuelle oder auditorische Information über ihre Endlage im Raum zu erhalten. Vor der Drehung mussten sich die Versuchspersonen ihre Ausrichtung im Raum merken. Nach der Rotation zeigten die VPs mit Hilfe eines Indikators ihre wahrgenommene Lage relativ zur Ausgangsposition an.

7 von 10 Versuchspersonen konnten die Aufgabe ohne Probleme erfüllen. Die angezeigte Richtung war, bei einem mittleren Fehler von 23 Grad, unabhängig vom Weg, d.h., von den vorhergegangenen Rotationen.

Die meisten der Versuchspersonen waren in der Lage, ihre Eigenorientierung in der erdhorizontalen Ebene nach Rotationen um verschiedene Achsen anzuzeigen, ohne dass sich ein Unterschied in der angezeigten Richtung in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg herausstellte. Dies zeigt, dass der benutzte Wegintegrationsmechanismus nicht einfach die Winkelgeschwindigkeitsinformation der Bogengänge des vestibulären Systems aufintegriert, sondern die Nichtkommutativität von Rotationen mitberücksichtigt. Eine mögliche Implementierung eines solchen Mechanismus wäre, wie für das okulomotorische System vorgeschlagen, ein Quaternionenintegrator. Eine andere Möglichkeit stellt eine Aufteilung der Eigenorientierungsschätzung in eine Schätzung der Richtung zur Schwerkraft und der Richtung in der geschätzten horizontalen Ebene dar. Letztere entspräche den im Postsubiculum der Ratte gefundenen head-direction Zellen.

## Perisakkadische Kompression in zwei Dimensionen

Marcus Kaiser & Markus Lappe

Theoretische und kognitive Neurowissenschaft, Ruhr-Universität Bochum

kaiser@neurobiologie.ruhr-uni-bochum.de

Kurz vor oder während einer Sakkade geblitzte Objekte werden auf das Sakkadenziel verschoben wahrgenommen. Eine mögliche Interpretation wäre eine Kompression des Raumes um das Sakkadenziel herum. Bei einer Kompression sollte allerdings auch eine vertikale Verschiebung auf das Ziel bei horizontalen Sakkaden beobachtbar sein. Wir zeigen, dass für geblitzte Punkte eine Verschiebung orthogonal zur Sakkadenrichtung existiert. Dies tritt allerdings nur auf, wenn ein Objekt räumlich weiter exzentrisch als das Sakkadenziel präsentiert wird. Drei Versuchspersonen führten vor einem roten Bildschirm horizontale Sakkaden zu einem Ziel durch ( $20^\circ$  nach rechts). Ein grüner Punkt ( $1.2^\circ$  Durchmesser) wurde für 12ms vor, während oder nach der Sakkade präsentiert. Die Position des Punktes wurde zufällig aus einem um das Ziel zentrierten  $5 \times 5$  Gitter ( $8 \times 8^\circ$ ) ausgewählt. Nach der Sakkade sollte mit Hilfe eines Mauszeigers die wahrgenommene Position des Punktes angegeben werden. Es zeigte sich, dass Punkte, die kurz vor oder während einer Sakkade präsentiert wurden, horizontal auf das Ziel verschoben wurden. Punkte, die rechts vom Ziel präsentiert wurden, wurden zusätzlich auch vertikal auf das Ziel verschoben. Das bedeutet, die vertikale Komponente ist zu sehen, falls die Position des präsentierten Punktes nach der Sakkade im rechten Gesichtsfeld liegt. Eine mögliche Erklärung wäre, dass Rauminformationen, die vor der Sakkade im rechten und nach der Sakkade im linken Gesichtsfeld liegen, in eine andere Hemisphäre übertragen werden und dabei keine vertikale Verschiebung zeigen. Außerdem könnte das rechte Gesichtsfeld, durch Lateralisation bedingt, eine andere Verarbeitung zeigen. In einem zweiten Experiment untersuchten wir deshalb vertikale Sakkaden ( $20^\circ$  nach unten) bei denen die Punkte sowohl vor als auch nach der Sakkade im selben Gesichtsfeld liegen. Eine Verschiebung orthogonal zur Sakkadenrichtung (hier: horizontal) wurde für Punkte unterhalb des Zieles beobachtet. Da die Verschiebung in beiden Gesichtsfeldern stattfindet, kann Lateralisation ausgeschlossen werden. Eine Informationsübertragung zwischen den Hemisphären kann ebenso nicht für die Verschiebung verantwortlich sein. Es zeigt sich also, dass die Verschiebung auf das Ziel auch orthogonal zur Sakkadenrichtung stattfindet, aber nur für die Punkte, die weiter exzentrisch als das Ziel präsentiert werden. Diese Befunde legen den Schluss nahe, dass verschiedene Lokalisationsmechanismen für Raumbereiche vor und nach der Sakkade aktiv sind.

## **Evaluating architectural interiors with terms of everyday language**

**Gerald Franz, Markus von der Heyde & Heinrich H. Bühlhoff**

**Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen**

**gerald.franz@tuebingen.mpg.de**

Predicting or evaluating the quality of spatial situations is a major unsolved problem in architecture, because of the lack of generally accepted objective methods. Whereas psychophysics or cognitive science use exact methods and concepts, their common measurements and categories unfortunately do little to objectify the character of architectural interiors. Judgements in everyday language are not clearly divided into different perceptual, cognitive or emotional categories and seem at a first glance subjective and fuzzy. However, they reflect the human perception and awareness directly and naturally, and, systematic patterns provided, they may lead to generalizable predications.

This study was motivated by two main goals: First an exemplary statistical investigation about conciseness and intersubjectivity of colloquial judgements in general, and second an evaluation of assumed relations between judgements and measurable features of the scene.

In a brainstorming session with 24 participants most common and subjectively important categories to characterize interiors were collected. Subsequently, pictures of 15 different interiors were rated in 12 of those categories by 42 subjects in two groups (architects and laypersons). The experiment used a novel internet based questionnaire technique derived from the semantic differential. Each category was represented by a pair of oppositional adjectives and evaluated on a nine step Likert-like scale.

Conciseness and intersubjectivity differed from category to category, but averaged ratings showed clear correlations: Interrelations within evaluation categories could be demonstrated as well as correlations to basic image features of the evaluated interiors (color, brightness, saturation, amount of edges). In accordance with the assumptions, for example, warmth of the scene correlated with coziness ( $r^2=0.82$ ) as well as with red rgb value ( $r^2=0.66$ ). Furthermore, group specific differences were clearly apparent: architects responded more consistently and tended to prefer more austere designs.

Rating spatial situations using terms of everyday language provided qualitatively and quantitatively meaningful results. Especially systematic comparisons to image features seem to be a viable method for getting further insights into the underlying signification of judgements. Extending this data basis appears to be a promising way towards predicting and quantifying the character and ambience of rooms by their physical features.

## **Kontrastabhängigkeit perisakkadischer Kompression**

**Lars Michels & Markus Lappe**

**Theoretische und kognitive Neurowissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

**michels@neurobiologie.ruhr-uni-bochum.de**

Wird ein Reiz von geringem Kontrast perisakkadisch präsentiert, so wird er häufig nicht wahrgenommen (sakkadische Suppression). Reize von höherem Kontrast werden dagegen wahrgenommen, aber in ihrer wahrgenommenen Position auf das Sakkadenziel verschoben (Kompression). Die Zeitverläufe sakkadischer Suppression und Kompression sind sehr ähnlich. Beide Effekte beginnen ca. 50ms vor der Sakkade und sind maximal zu Sakkadenbeginn, was auf einen Zusammenhang zwischen diesen beiden Effekte hinweisen könnte. Wir haben daher die Abhängigkeit der Stärke perisakkadischer Kompression von dem Kontrast des gezeigten Reizes zusammen mit dem Auftreten von sakkadischer Suppression untersucht.

Drei Versuchspersonen führten vor einem grauem Monitor horizontale, 20° große Sakkaden durch. Kurz vor, während oder nach der Sakkade wurde ein vertikaler Balken für 7 ms präsentiert. Dieser konnte in sechs verschiedenen Kontraststufen (4 - 400%) gezeigt werden. Die Aufgabe der Versuchsperson bestand darin, nach ausgeführter Sakkade anzuzeigen, ob sie den Reiz wahrgenommen hat, und, wenn dies der Fall wahr, die wahrgenommene Position des Reizes mit Hilfe eines Mauszeigers anzuzeigen.

Es zeigte sich, dass der Reizkontrast einen geringen Einfluss auf die Stärke der sakkadischen Kompression hat. Die Kompression war bereits bei hohem Kontrast sehr stark ausgeprägt, nahm jedoch mit abnehmendem Kontrast noch weiter zu. Die Suppression zeigte ein gegenläufiges Verhalten. Sie war bei geringem Kontrast am stärksten und nahm mit zunehmendem Kontrast ab. Es zeigte sich jedoch wiederum eine zeitliche Korrelation zwischen beiden Phänomen. Sowohl für Kompression als auch für Suppression lag das Maximum zu Sakkadenbeginn. Die Ergebnisse legen nahe, dass ein Zusammenhang zwischen Kompression und Suppression existiert.

## **Experiments in virtual reality and the reality: Perception of distance and time in large scale urban areas**

**Michael M. Popp, Matthias Eichner & Marion Schade**

**Human Factors institute, Faculty of Aerospace Technology,  
University of the Armed Forces Munich**

**michael.popp@unibw-muenchen.de**

The perception of distance, walking through an urban area, depends on several factors. Besides knowledge about the physical length of a route on the basis of known parameters like traveling speed and time or number of steps are external factors like the visual appearance and details of the route or internal factors like the physiological effort or emotional states during the walk in discussion. It is not clear which of the latter factors are stored in memory and are used to estimate a perceived distance. The hypothesis of distance estimation on the basis of perceived and remembered effort is hold by several researchers. The experiment reported tried to clarify that question with an experiment in the reality and virtual reality. Doing so, we could separate the physiological effort component from all other sources which possibly effect distance estimations.

## Der Zeitverlauf von Verzerrungen im räumlichen Gedächtnis

**Antje Fillbrandt & Thomas Schmidt**

**Georg-Elias-Müller-Institut, Universität Göttingen**

**antje.fillbr@stud.uni-goettingen.de**

Die Speicherung räumlicher Informationen erfolgt mit Hilfe von Referenzsystemen. Die Verwendung von Referenzsystemen zeigt sich unter anderem in systematischen Verzerrungen der Gedächtnisrepräsentationen: Versuchspersonen neigen dazu, Zielreize weiter entfernt von gleichzeitig dargebotenen visuellen Landmarken zu erinnern, als sie tatsächlich präsentiert wurden (Werner & Diedrichsen, in press; Schmidt, Werner & Diedrichsen, submitted). Im vorliegenden Experiment soll der Zeitverlauf dieser Verzerrungen untersucht werden. In jedem Durchgang wurde ein Zielpunkt zwischen zwei horizontal angeordneten Landmarken dargeboten. Nach einem kurzen Maskierungsintervall (32, 64, 100, 200 oder 400 ms) wurde der Punkt erneut dargeboten, diesmal jedoch leicht nach links oder rechts verschoben. Die Versuchspersonen sollten die Richtung dieser Verschiebung angeben. Wir verwandten psychometrische Funktionen, um zu ermitteln, ob die Position der Zielpunkte systematisch verzerrt erinnert wurde. Die Ergebnisse zeigen, dass bereits nach 32 ms eine systematische Verzerrung der Gedächtnisrepräsentation vorliegt. Das Ausmaß der Verzerrung nimmt bis 400 ms noch weiter zu. Bei der Hälfte der Versuchspersonen zeigt sich überraschenderweise bei 32 und 64 ms eine Verzerrung entgegen der zu erwartenden Richtung. Diese Daten weisen darauf hin, daß sich Verzerrungen im visuellen Kurzzeitgedächtnis schneller entwickeln, als bisher vermutet wurde (z.B. Werner & Diedrichsen, in press).



## **Integration of landmark information and optic flow for path integration**

**Yu Jin & Sabine Gillner**

**Kognitive Neurowissenschaft, Universität Tübingen**

**sabine.gillner@uni-tuebingen.de**

Die Wegintegration beim Menschen ist bislang wenig untersucht. Loomis et al (1993) untersuchten das Vermögen des Menschen zur Wegintegration auf der Basis propriorezeptiver und vestibulärer Reize. Er fand systematische Fehler und schon bei kleinen Wegstrecken erstaunliche Abweichungen. Die Arbeiten von Riecke et al (2000) konnten zeigen, daß der Mensch sehr gut in der Lage ist, einen rein visuellen optischen Fluß für diese Aufgabe zu nutzen. Der Fehler war kleiner, als in der Loomis et al Studie. In unseren Experimenten haben wir untersucht, welche Bedeutung die visuelle optische Fluß Information hat, wenn den Versuchspersonen gleichzeitig visuelle Landmarken präsentiert werden.

Die Experimente wurden an einem Computer durchgeführt. Als Paradigma wurde die Dreiecksvervollständigung genutzt: Versuchspersonen wurden zwei Seiten eines Dreiecks passiv gefahren, und hatten dann die Aufgabe, zurück zum Startpunkt zu finden. In einigen Experimenten waren Landmarken positioniert, die z.T. nach einer Trainingsphase ohne das Wissen der Versuchspersonen verschoben wurden. Insgesamt nahmen 20 Versuchspersonen (10 Frauen, 10 Männer) an der Studie teil.

Am Computerbildschirm finden wir in der Regel schlechtere Ergebnisse als in der Riecke et al Studie, die auf das kleinere visuelle Feld zurückzuführen ist. Landmarken reduzierten den Fehler erheblich, etwa um den Faktor 10. Nur eine der 20 Versuchspersonen äußerte den Verdacht, daß nach der Trainingsphase Landmarken verschoben wurden. Allerdings finden wir auch in diesen Fällen trotzdem einen Einfluß der optischen Fluß Information. Erstaunlich war auch ein erheblicher Leistungsunterschied von Frauen und Männern in diesem Experiment - Frauen waren ohne Landmarken kaum in der Lage die Dreiecksvervollständigung durchzuführen.

Wie erwartet ist die Information, die Landmarken für die Wegfindung liefern, ein wesentlich stärkerer Hinweis, als der optische Fluß. Letzterer beeinflusst aber trotzdem das Ergebnis. Der Einfluß könnte sicher noch vergrößert werden, wenn wir ein Display mit einem größeren Gesichtsfeld benutzt hätten.

## **Der Einfluß natürlicher Referenzsysteme auf das räumliche Gedächtnis**

**Vanessa Jainek, Steffen Werner & Thomas Schmidt**

**Georg-Elias-Müller Institut für Psychologie, Universität Göttingen**

**vjainek@gwdg.de**

Beim freien Navigieren werden normalerweise unterschiedliche Ansichten der Umwelt zu einem orientierungsunabhängigen Wissen über die Umgebung aggregiert. Dabei könnten neben der Lage von Objekten z.B. auch die Verläufe von Gefällen in einer mentalen Karte abgelegt werden. Zudem gibt es Hinweise darauf, daß festgelegte Lernrichtungen zu einem orientierungsabhängigen Wissen über die Umgebung führen. 24 Versuchspersonen lernten 8 farbige Objekte, die in Winkeln von  $45^\circ$  zueinander an einem Waldhang angeordnet waren. Dabei waren zwei Objekte parallel zur Neigungsachse, zwei Objekte orthogonal zur Neigungsachse und die restlichen Farben schräg zur Neigung angebracht. Von zwei festgelegten Positionen, die  $135^\circ$  voneinander entfernt waren, lernten die Versuchspersonen die Anordnung. Die gelernten Objekte wurden später im Labor abgerufen, wobei die Vpn sich im Geiste auf die verschiedenen Objektpositionen ausrichten mußten. Die Ergebnisse bestätigen die Hypothese: Versuchspersonen, die ihre erste Lernposition in Richtung des Hanggefälles hatten, zeigen einen Vorteil bei Positionen, die in Richtung des Gefälles verlaufen. Sowohl die Lage des Hanges als auch die anfängliche Lernerorientierung beeinflußt die Organisation des räumlichen Gedächtnisses.

## **Combining metric relations and landmark-networks in spatial memory**

**Wolfgang Hübner & Hanspeter Mallot**

**Institut für kognitive Neurowissenschaft, Tübingen**

**wolfgang.huebner@uni-tuebingen.de**

Topological maps of an environment, as e.g. the “View-Graph-Model” contain explicit knowledge only about some salient places, stored as panoramic images. As a consequence self localization using visual information on such a map is only possible if the agent is located near the recording position of the image. Gaps between stored places have to be covered by local navigation strategies like “path integration” and “visual homing”. Although this representation is effective for planning tasks it limits the agents movement planning to learned routes. It had been shown that a simple exploration scheme which is based only on visual information is not applicable to arbitrary environments. We propose that extending the visual place information with metric relations like distances and directions between places will be useful to overcome these problems of a sparsely sampled environment.

We present an algorithm for on-line learning of metric relations in a topological map. The algorithm is related to metric self localization where the agent must be able to determine its own position, its own heading and the position of possible targets. Position estimations are calculated with a graph embedding procedure which make use of locally measured distances and angles between places. The heading information results from optimizing the recording direction of the image and the shift between the stored image and the image after the place has been visited again. The results show that both methods are effective for preventing the path integration error from unbounded growth. Experiments are done with a simulation where the agent must explore an unknown virtual environment. The resulting maps are rated by the agent’s ability to find shortcuts over unexplored areas.



**Postersitzung: Aufmerksamkeit  
und Visuelle Suche**

## **Der zeitliche Verlauf attentionaler und sensomotorischer Priming-Effekte in Reaktion und Urteil**

**Ingrid Scharlau & Manfred Heumann**

**Abteilung Psychologie, Universität Bielefeld**

**ingrid.scharlau@uni-bielefeld**

Ein gut untersuchter Effekt subliminaler visueller Reize ("Primes") ist ihre Fähigkeit, eine Reaktion auszulösen (Klotz & Neumann, 1999; Schlaghecken & Eimer, 1997, 2000): Zeigt man vor einem Zielreiz einen maskierten Prime, der eine alternative Reaktion fordert (inkongruenter Prime), so führt dies zu einer erhöhten Fehlerrate wie auch Reaktionszeit. Kongruente, dieselbe Reaktion spezifizierende Primes erniedrigen Reaktionszeit und Fehlerrate. Anders sehen die attentional-perzeptiven Wirkungen des Primes aus. Hier unterscheiden sich die Effekte kongruenter und inkongruenter Primes nicht: Beide lösen eine Aufmerksamkeitszuwendung aus, die die Wahrnehmungslatenz für den maskierenden Zielreiz verkürzt (Perceptual Latency Priming, PLP, Scharlau & Neumann, eingereicht).

Das Experiment untersucht die Frage, ob es sich hier um zwei unabhängige Effekte handelt, von denen am Urteil nur einer beteiligt ist (PLP), während die Reaktion sensomotorisches und attentionales Priming umfaßt.

Die Untersuchung vergleicht Reaktionen auf und Urteile über kongruent und inkongruent geprimte Reizpaare. Um den zeitlichen Verlauf des Primings zu ermitteln, werden Priming-Intervalle zwischen 32 und 128 ms eingesetzt.

Im Reaktionsteil zeigen sich zwei Effekte: eine Vorverlagerung der Latenz der geprimten Reaktion und zusätzlich eine erhöhte Fehlerzahl bei inkongruentem Priming. Im Urteils- teil vergrößert sich PLP mit dem Priming-Intervall. Inkongruente und kongruente Primes zeigen nur beim größten Intervall differentielle Auswirkungen. Reaktions- und Urteilszeiten: Die Urteilszeiten zeigen zwei Effekte: a) sie spiegeln die subjektive Schwierigkeit des Urteils und sind damit ein unabhängiges Maß für PLP, und b) gehen Urteilsfehler mit längeren Zeiten einher. Das Urteil wird durch den Prime nicht beschleunigt, und es findet sich kein Kongruenz-Inkongruenz-Effekt. In den Reaktionsdaten finden sich die bekannten Muster (Priming und Kongruenz).

PLP und sensomotorisches Priming können je nach Aufgabe unabhängig voneinander auftreten. Die Ergebnisse belegen, daß (1) ein maskierter Prime den Zeitpunkt vorverlegt, zu dem der maskierende Zielreiz wahrgenommen wird, und zwar unabhängig von seiner Reaktionsbedeutsamkeit, (2) ein sensomotorischer Priming-Effekt zusätzlich auftreten kann, und (3) die beiden Effekte einen unterschiedlichen zeitlichen Verlauf haben, wobei der Aufmerksamkeitseffekt früher einsetzt. Die Befunde zur Vorverlagerung lassen sich mit dem Wetterwart-Modell (Neumann, 1982; Neumann & Müsseler 1990) und der Theorie Direkter Parameterspezifikation erklären (Neumann 1990).

## **Neurodynamical modelling of attentional top-down and graded lateral local inhibition effects on fMRI and single-cell experiments**

**Gustavo Deco, E. Rolls & J. Zihl**

**Siemens AG, CT IC 4, München**

**`gustavo.deco@mchp.siemens.de`**

We propose a neuroscience based model for invariant visual object recognition that consider the feedback biasing effects of top-down attentional mechanisms on a hierarchical organized set of visual areas with convergent connectivity and local intra-areal competition. The model consistently integrates the different brain areas of the dorsal or 'where' and ventral or 'what' paths of the visual cortex. The occipital-temporal 'what' pathway leads ventrally through V1, V2, V4 and IT (inferotemporal) and is mainly concerned with object recognition, independently of position and scaling. The occipito-parietal stream 'where' pathway leads dorsally into PP (posterior parietal) and is concerned with the location and spatial relationships between objects. The dorsal 'where' path is implemented by recurrent connections between a PP module and the four ventral modules, which correspond to spatial attention. The ventral 'what' path is embodied in a physiologically plausible pyramidal four-layer network, corresponding to the brain areas V1, V2, V4 and IT, with convergence to each part of a layer from a small region of the preceding layer, with recurrent feature based attentional feedback connections, and with local competition between the neurons within a layer, implemented by lateral local inhibitory connections. Consequently, the local character of the competition within layers reveals itself effectively as a gradually increasing global competition between objects and/or parts of objects at the retina when deeper ventral layers are considered. Precisely, the interaction between space and object based attentional top-down feedbacks, and the local and gradually increasing global character of laterally competing neurons, is the main goal of this work. In particular, we explain the gradual increasing of the magnitude of the attentional modulation from earlier visual areas (V1, V2) to deeper ventral areas (V4, IT) as evidenced by fMRI experiments. We explain as well the variation of the effective size of receptive fields of IT neurons in natural cluttered scenes. In this context, we perform with the model specific new experimental predictions evidencing two different type of modulations of the IT-receptive fields, namely, one due to local earlier competing effects and the other associated with more global ventrally deeper competing mechanisms. The system is described in a complete mean-field based mathematical framework.

## Visuelle Suche in sukzessive aufgebauten Displays

Monika Kiss, Maren Wolber & Edmund Wascher

Max-Planck-Institut für psychologische Forschung, München

kiss@mpipf-muenchen.mpg.de

In einer visuellen Suchaufgabe ist die Entdeckungsgeschwindigkeit für einen Zielreiz, der durch eine Merkmalskombination ('conjunction') definiert wird, generell abhängig von der Anzahl der Distraktoren im Display. Wird ein Teil der Distraktoren vor dem vollständigen Suchdisplay präsentiert, ergeben sich gegenüber einer herkömmlichen Conjunction-Suche kürzere Reaktionszeiten. Die Verbesserung der Suchleistung wird darauf zurückgeführt, daß nur innerhalb der neuen Items gesucht wird. Watson & Humphreys (1997) nehmen einen top-down Prozeß an, durch den die alten Distraktorpositionen inhiert werden ('visual marking'). Das vorliegende Experiment untersucht, ob die vorgezogene Darbietung eines Distraktorsets eine schwierige Conjunction-Suche in eine effizientere Feature-Suche überführen kann. Von besonderem Interesse ist dabei die Frage, ob die Annahme unterschiedlicher Suchmechanismen durch psychophysiologische Korrelate gestützt wird. In früheren Untersuchungen hatte sich gezeigt, daß ereigniskorrelierte Lateralisierungen (ERLs) im EEG zwischen unterschiedlichen Suchstrategien differenzieren. Die Probanden suchten nach einem Zielreiz, der durch eine Verknüpfung der Merkmale Farbe und Form bestimmt war. In den modifizierten Conjunction-Bedingungen wurde zunächst eines der beiden Distraktorsets dargeboten. Nach 600-800 ms wurde die Suchmatrix durch das Target und das zweite Distraktorset ergänzt. Beschränkt sich die Suche auf neue Items, so sollte die Vorwegnahme eines Distraktorsets zu einer Form-Suche bzw. einem Farb-Pop-out in bezug auf das zweite Distraktorset führen. Über alle Suchbedingungen hinweg fanden sich langsamere Reaktionszeiten mit zunehmender Anzahl der aufgabenirrelevanten Items. Die Suchzeiten waren bei vorgezogenem Distraktorset kürzer als in der Conjunction-Bedingung. Anhand der aufgezeichneten EEG-Daten wurden ERLs berechnet, indem die Aktivität ipsilateral zum Target von kontralateral subtrahiert wurde. Die ERL-Latenzen über parietalen Elektroden nahmen in allen Suchbedingungen mit steigender Distraktorzahl zu. Lediglich das Ausmaß der Latenzverschiebung variierte zwischen den Bedingungen. Die Ergebnisse sind mit der Annahme eines parallelen Prozesses für Farb-Suche nicht vereinbar. Es gibt keinen Hinweis darauf, daß der erste Distraktortyp, wie von Watson & Humphreys vorgeschlagen, ausgeblendet wird.



## **Aufmerksamkeitswechsel zwischen Dimensionen in der visuellen Suche erfordern Integrität des lateralen frontoparen Cortex: Eine Patientenstudie**

**Katharina Mahn, Brit Reimann, Stefan Pollmann,  
Y. von Cramon & Hermann Müller**

**Institut für Psychologie, LMU München**

**mahn@psy.uni-muenchen.de**

Wir untersuchten in einem Experiment zur visuellen Pop-out-Suche zwei Patientengruppen mit Läsionen des frontoparen bzw. frontomedianen Cortex mittels einer Aufgabe, die den Wechsel von Aufmerksamkeit zwischen Stimulusdimensionen erforderte. Die Probanden durchsuchten Displays variabler Größe nach Targets, die sich entweder in der Farbe (rote oder blaue Balken) oder der räumlichen Orientierung (45° rechts oder links geneigte grüne Balken) von grünen, senkrechten Distraktoren unterschieden. In einer intra-dimensionalen Bedingung wurden nur Targets einer Dimension (Farbe oder Orientierung) gezeigt, während in der kritischen cross-dimensionalen Bedingung die Dimension des Target-Merkmals zufällig über Durchgänge hinweg variierte. Vorangegangene Studien zum Dimensionswechsel der Aufmerksamkeit (Müller et al., 1995, Found & Müller, 1996) fanden erhöhte Reaktionszeiten bei der crossdimensionalen Suche sowie dimensions-spezifische Inter-Trial-Kosten, wenn die Targetdimension von Trial N-1 zu Trial N wechselte. Pollmann et al. (2000) identifizierten in einer ereigniskorrelierten fMRT-Studie zum Dimensionswechsel in der Pop-out-Suche ein fronto-posteriore Netzwerk von Aktivierungen, wobei der linke fronto-polare Cortex (FPC) vermutlich die Wechselprozesse auslöst, diese selbst aber in posterioren visuellen Arealen umgesetzt werden. Konsistent mit dieser Hypothese ergab unsere Patientenstudie signifikant erhöhte Dimensionswechselkosten für die Patientengruppe mit Schädigung des frontoparen Cortex (bei insgesamt erhöhten Suchzeiten, aber räumlich paralleler Suche). Demgegenüber unterschied sich die Patientengruppe mit frontomedianen Läsionen aber intaktem FPC nicht von gesunden Versuchspersonen. Dieses Befundmuster stützt die fMRT-Evidenz für eine Beteiligung des FPC am Wechsel der Aufmerksamkeit zwischen visuellen Merkmalsdimensionen in der Pop-out-Suche (Pollmann et al. 2000).

Müller, H.J., Heller, D. and Ziegler, J., 1995. Visual Search for singleton feature targets within and across feature dimensions. *Perception & Psychophysics*, 57(1), 1-17

Found, A., & Müller, H.J., 1996. Searching for unknown feature targets on more than one dimension: Investigating a "dimension-weighting" account. *Perception & Psychophysics*, 58, 88-101

Pollmann, S., Weidner, R., Müller, H.J., and von Cramon, D.Y., 2000. A Fronto-Posterior Network Involved in Visual Dimension Changes. *Journal of Cognitive Neuroscience* 12, 480-494

## EEG-Korrelate der “Inhibition of Return”

Edmund Wascher

Max-Planck-Institut für Psychologische Forschung, München

wascher@mpipf-muenchen.mpg.de

Einfache Reaktionen auf lateral präsentierte Reize können von einem vorangegangenen räumlichen Warnreiz beeinflusst werden. Ist der Warnreiz nicht informativ für den Zielreiz, so zeigt sich ein biphasischer Effekt in der Art, dass Reaktionen gebahnt werden, wenn der Zielreiz in einem kurzen Intervall auf den Warnreiz folgt, jedoch gehemmt, wenn dieses Intervall zunimmt ( $>300$  ms). Dieses Phänomen nennt man “inhibition of return” (IOR). Die meisten Theorien nehmen an, dass die Ursache für den Effekt eine Hemmung der Aufmerksamkeitszuwendung zu einer Position darstellt, von der gerade die Aufmerksamkeit abgezogen worden war. Es ist jedoch unklar, in welchem Ausmaß kortikale Strukturen an diesem Phänomen beteiligt sind. Einige Studien zeigen einen engen Zusammenhang der IOR mit dem subkortikalen Augenbewegungssystem.

Wir haben IOR in zwei Experimenten mit ereigniskorrelierten Potentialen des EEG (ERPs) untersucht. Das EEG wurde von 60 Elektroden an der Kopfhaut abgeleitet. Im ersten Experiment wurden die Warnreize nur sehr kurz (50 ms) präsentiert, was große IOR auslöste (“on-off”). Im zweiten Experiment wurden die Warnreize bis zum Offset des Zielreizes präsentiert was geringe Hemmung auslöste (“on”). Vier SOAs wurden benutzt (50, 100, 350, und 900 ms).

Bahnung durch den validen Warnreiz ging in beiden Experimenten mit einer Unterdrückung der vom Zielreiz ausgelösten N1 einher. IOR (nur im „on-off“-Experiment) drückte sich in einer erhöhten Positivität zwischen 250 und 350 ms aus. Diese Veränderung war nicht an eine bestimmte ERP-Komponente gebunden. Am ehesten könnte man es als ein der P3 vorausgehendes Phänomen betrachten. IOR war von keiner Veränderung früher sensorischer ERP-Komponenten begleitet.

Die EEG-Korrelate in den vorgestellten IOR-Experimenten deuten darauf hin, dass frühe Prozesse, welche mit der Reizentdeckung in Zusammenhang stehen, nicht die Ursache für IOR sein dürften. Lediglich Korrelate späterer - nicht direkt reizbezogener - Stufen der Verarbeitung waren im EEG beeinflusst. Die Daten deuten damit deutlich auf eine starke kortikale Beteiligung an der IOR hin.

## **Cerebelläre Patienten zeigen keine Defizite in der Ausrichtung räumlicher Aufmerksamkeit**

**H. Golla, T. Haarmeier & P. Thier**

**Abteilung für Kognitive Neurologie, Universität Tübingen**

**heidrun.golla@uni-tuebingen.de**

Untersuchungen aus jüngerer Zeit legen nahe, daß das Cerebellum nicht nur Sitz motorischer Leistungen ist, sondern daß es zu einer Vielzahl von kognitiven Prozessen beiträgt. Insbesondere zeigen Patienten mit cerebellären Läsionen Störungen der visuellen Wahrnehmung, die sich nicht durch die typischerweise gestörte Okulomotorik erklären lassen. Eine denkbare Erklärung dieser visuell perzeptuellen Defizite könnten Störungen der Ausrichtung visueller Aufmerksamkeit sein, die möglicherweise, ähnlich zielgerichteten okulo(-motorischen) Leistungen durch eine hypothetische Kleinhirnfunktionalität in Raum und Zeit präzisiert werden könnte. An Patienten mit Kleinhirnerkrankungen testeten wir die Hypothese, daß das Kleinhirn an der Ausrichtung räumlicher Aufmerksamkeit beteiligt sein könnte: "Cerebelläre" Patienten (n=12) wurden in ihrer Fähigkeit zur offenen und verdeckten Aufmerksamkeitsverschiebung getestet und ihre Leistungen mit denen gesunder Kontrollen (n=12) verglichen. Im ersten Experiment wurden visuell geführte Sakkaden registriert (Zielpunkt entweder 9° links oder rechts vom Fixationspunkt; offene Aufmerksamkeitsverschiebung). Das zweite Experiment erforderte unter kontrollierter Fixation eine Diskriminationsleistung in Form einer Entscheidung über die Orientierung von Landolt-"C"s (Öffnung oben oder unten), die ohne oder mit vorangehendem Hinweisreiz an derselben Stelle wie zuvor die Sakkadenzielpunkte präsentiert wurden (verdeckte Aufmerksamkeitsverschiebung). Die beiden möglichen Präsentationsformen des Landolt-"C"s (kein oder aber räumlich exakter (gültiger) Hinweisreiz, je 50%) erfolgten randomisiert. Als Maß für die Fähigkeit, den Aufmerksamkeitsfokus im Raum auszurichten, diente die Differenz der Sehschärfen zwischen den Bedingungen mit oder ohne Präsentation eines vorangehenden Hinweisreizes.

Im Vergleich zu den Kontrollpersonen zeigten die cerebellären Patienten im Durchschnitt einen höheren absoluten Positionsfehler bei der Ausführung der Sakkaden (0,71° vs. 1,27°) und zeigten Sehschärfefeinbußen für die getestete Exzentrizität von 9° (durchschnittlich um 18% höhere Sehschwellen als die Kontrollpersonen). Sie waren hingegen nicht in ihrer Fähigkeit beeinträchtigt, ihre Aufmerksamkeit im Raum zu verschieben, angezeigt durch eine zu den Kontrollpersonen vergleichbare Verbesserung der Sehschärfe durch einen gültigen Hinweisreiz (Verbesserung der Sehleistung bei Kontrollen und Patienten um je 15-25%).

Diese Ergebnisse sprechen gegen das Vorliegen von Defiziten in der Ausrichtung räumlicher Aufmerksamkeit bei cerebellären Patienten und gegen einen Beitrag von Aufmerksamkeitsstörungen zu ihren Sehstörungen.

## **Exogen und endogen gesteuerte dimensionsbasierte Aufmerksamkeitswechsel**

**Brit Reimann, Hermann J. Müller & Joseph Krummenacher**

**Institut für Psychologie, LMU München**

**reimannb@psy.uni-muenchen.de**

Drei Experimenten untersuchten die Frage, inwieweit top-down-Prozesse die visuelle Suche nach innerhalb eines Blocks variablen farb- und orientierungsdefinierten Popout-Targets (cross-dimensionale Suche) beeinflussen. Die Experimente kombinierten eine cross-dimensionale Popout-Suchaufgabe mit einer Cueing-Manipulation, in der die Versuchsperson vor der Darbietung des Suchdisplays einen ‚direkten‘ Hinweisreiz (Cue) mit Information über das mehr oder weniger wahrscheinliche targetdefinierende Merkmal (rot/blau; links-/ rechtsgeneigt) im folgenden Display erhielt. In getrennten Sitzungen wurde die Validität des Cues manipuliert (80%=valide; 25%=uninformativ; 10%=negativ). Zusätzlich wurde das Cue-Target-Intervall (CTI) zwischen 100 und 850 ms variiert. Experimente mit symbolischen Hinweisreizen hatten gezeigt, dass Cueingeffekte auf die Reaktionszeiten (RZ) bei langen CTIs auftraten (Reimann, Müller, Krummenacher, in Revision). Ein kurzes Intervall sollte Aufschluss darüber geben, wann eine top-down Einstellung wirksam wird bzw. ob es zu einer bottom-up (d.h. hinweisreizgesteuerten) Einstellung bei kürzeren CTIs kommt. Es ergaben sich RZ-Kosten für eine invalide Targetdimension beim kurzen CTI unter allen Validitätsbedingungen, bei den 10%- und 25%-Bedingungen allerdings nur dann, wenn diese als erste durchgeführt wurden. Bei längeren CTIs konnte der hinweisreizgesteuerten Einstellung im uninformativen bzw. negativen Fall erfolgreich entgegengewirkt werden. Ein weiteres Ergebnis war, dass der unter neutralen Cueing-Bedingungen beobachtbare Reaktionsnachteil bei einem Dimensionswechsel zwischen der vorherigen und dem aktuellen Trial (Intertrial-Effekt) bei validen Cues in allen Bedingungen signifikant reduziert war. Die signifikanten dimensionsspezifischen Cueing-Effekte, einschließlich der Reduktion der Intertrial-Effekte, sprechen dafür, dass auch bei frühen Detektionsvorgängen (Popout) sowohl automatische priming- als auch erwartungsbasierte Prozesse eine Rolle spielen. Diese Prozesse bewirken eine Einstellung auf dimensionsbasierte Salienzmechanismen, nicht aber auf spezifische Merkmalsdetektoren innerhalb einer Dimension (zumindest bei Orientierung). Diese Ergebnisse lassen sich im Rahmen des “Dimensionsgewichtungs”-Ansatzes von Müller und Kollegen (1995, 1996) interpretieren, demzufolge limitiertes Aufmerksamkeitsgewicht der jeweils aktuellen Dimension zugewiesen wird.

## **Lokalisationsprozesse werden von Ereigniskorrelierten Lateralisierungen reflektiert**

**Maren Wolber & Edmund Wascher**

**Max-Planck-Institut für Psychologische Forschung, München**

**wolber@mpipf-muenchen.mpg.de**

In EEG-Experimenten zu visuellen Aufmerksamkeit erweist sich eine Komponente, die N2pc, als besonders interessant. Studien zur visuellen Suche interpretierten diese Komponente als Index einer Filterung irrelevanter Information. Neuere Experimente legten nahe, die N2pc als Index der Lokalisation relevanter Information zu interpretieren. In den folgenden zwei Experimenten wurden in zwei unterschiedlichen Paradigmen Ereigniskorrelierte Lateralisierungen des EEG (ERLs) erhoben, eine Darstellungsform der N2pc, um genauer zu untersuchen, welchen Prozess diese Komponente widerspiegelt. In einer visuellen Suchaufgabe fanden sich ERLs, deren Latenzen sich augenscheinlich ähnlich verhielten wie die RT, d.h. mit steigender Distraktorenzahl stieg die Latenz der ERLs an. Es zeigten aber auch deutliche Unterschiede: Die RT stieg mit steigender Distraktorenzahl wesentlich steiler an als die ERL-Latenzen.

Anders als im visuellen Suchexperiment, verhalten sich die ERL-Latenzen in einer wesentlich einfacheren Go-NoGo Aufgabe genau analog zu den RT. Das heißt, hier wird ein Anstieg der ERL-Latenzen zwischen den Experimentalbedingungen in der RT genau abgebildet. Einfache Aufgaben (wie hier die Go-NoGo Aufgabe) können anhand der reinen Lokalisation eines relevanten Items bearbeitet werden. An diesen Lokalisationsprozess schließt sich nur noch ein Prozess der Bewegungsvorbereitung an. In komplexeren Aufgaben, die z.B. eine Identifikation eines relevanten Items zusätzlich zur reinen Lokalisation benötigen, ergibt sich eine zusätzliche Verzögerung der RT, die nicht ausschließlich auf eine konstante Zeit zwischen ERL und RT zurückgeführt werden kann. Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die ERL-Latenzen als ein Maß für einen reinen Lokalisationsprozess dienen, der sich nicht in dieser Form in den RT zeigt.

## **Die Verbesserung der Leistung in einer visuellen Suchaufgabe in Abhängigkeit von Aufgabenschwierigkeit, Exzentrizität und Art des Cues**

**Yvonne Grabbe**

**Westfälische Wilhelms-Universität Münster**

**grabbey@psy.uni-muenster.de**

Eine visuelle Suchaufgabe kann hohe Anforderungen an visuelle Selektionsmechanismen stellen, wenn sich die Zielobjekte von den Distraktoren durch eine Konjunktion von elementaren Merkmalen unterscheiden. Obwohl den Merkmalen Orientierung und Ortsfrequenz eine essentielle Bedeutung im neuroanatomischen Aufbau des visuellen Systems zukommt, gibt es vergleichsweise wenig Studien, in denen die Selektionsmechanismen bei Ortsfrequenz-Orientierungskonjunktionen untersucht wurden. Welche Variablen haben Einfluss auf die Wirksamkeit von informationshaltigen Cues bei der Suche nach Ortsfrequenz-Orientierungskonjunktionen?

In dem hier vorgestellten Experiment wurde der Einfluss von Exzentrizität, Aufgabenschwierigkeit und Art des visuellen Cues auf die Verbesserung der Leistung in einer visuellen Suchaufgabe untersucht. Die Versuchsperson sollten entscheiden, ob sich in einem Stimulusdisplay aus Sinusgittern, eines von zwei Targets befindet, die sich durch eine Ortsfrequenz-Orientierungs-Konjunktion definieren (Target 1: tieffrequent-diagonal, Target 2: hochfrequent-vertikal). Die Aufgabenschwierigkeit wurde operationalisiert über die Art der Konjunktion: Target 1 wird mit höherer Effizienz gefunden als Target 2. Die Stimuli wurden auf verschiedenen Radien dargeboten, wodurch die Exzentrizität variiert wurde. Es wurden drei verschiedene Größenbedingungen untersucht: Standard, vergrößert nach kortikalem Vergrößerungsfaktor, vergrößert und orientierungs- und frequenzangepasst, um eine gleiche kortikale Repräsentation unabhängig vom Radius zu erhalten. Es tauchten visuelle Cues auf, die die Aufmerksamkeit entweder auf Target 1 oder Target 2 lenkten oder informationslos waren (Neutralcues). Es gab 3 Gruppen von Versuchspersonen, denen andere Cues dargeboten wurden. Durch jeden der Cues war das Target eindeutig definiert, jedoch unterschieden sich die Cues in ihrer Ähnlichkeit zum Target: Gruppe 1: Orientierungscue, Gruppe 2: Frequenzcue, Gruppe 3: Orientierungs- und Frequenzcue.

Es zeigte sich, dass Aufgabenschwierigkeit, Exzentrizität und Art des Cues interaktiv einen Einfluss auf die Wirksamkeit des Cues haben. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der Schwierigkeit als notwendige Bedingung für die Messbarkeit von Aufmerksamkeitseffekten. Effekte ließen sich vor allem für hohe Exzentrizitäten nachweisen. Weiterhin waren nur Cues wirksam, die auch Frequenzinformation enthielten. Dies spricht für frühe Bahnungsprozesse.

Insgesamt wurden drei wichtige Einflussvariablen erhoben und variiert, aus deren Zusammenspiel sich merkmalspezifische Aufmerksamkeitseffekte gut vorhersagen lassen.

## **Aufmerksamkeit und neue Fehlwahrnehmungen dynamischer Reize**

**Elena Carbone**

**Abteilung für Psychologie, Universität Bielefeld**

**[elena.carbone@uni-bielefeld.de](mailto:elena.carbone@uni-bielefeld.de)**

Beim Fröhlich-Effekt (z.B. Fröhlich, 1922; 1929) handelt es sich um eine Wahrnehmungstäuschung, die auftritt, wenn sich ein visueller Reiz sehr schnell bewegt. Unter diesen Umständen wird der Reiz nicht an seiner tatsächlichen Startposition zum ersten Mal wahrgenommen, sondern an einer späteren Position. Dieses Phänomen kann über selektive Aufmerksamkeitsprozesse erklärt werden (z.B. Neumann & Müsseler, 1990; Müsseler & Aschersleben, 1998). Konkret wird angenommen, daß der auftauchende Reiz eine Aufmerksamkeitsverlagerung in seiner Richtung auslöst, und er erst bewußt wahrgenommen werden kann, wenn diese abgeschlossen ist. Da sich der Reiz während dieser Zeitspanne weiterbewegt hat, wird eine spätere Position fälschlicherweise als Startposition wahrgenommen. Wenn diese Erklärung richtig ist, sollte nicht nur für das Reizmerkmal Bewegung eine Fehlwahrnehmung des Beginns auftreten, sondern für jedes beliebige andere Merkmal, das sich dynamisch verändert. In zwei Experimenten wurde geprüft, ob sich solche Fehlwahrnehmungen tatsächlich nachweisen lassen.

Es wurde untersucht, ob eine Fehlwahrnehmung der Startbreite bzw. der Startfarbe eines Reizes in Richtung der Veränderung auftritt, wenn sich die Breite bzw. die Farbe des Reizes kontinuierlich verändert.

Es konnte sowohl eine Fehlwahrnehmung für Breite als auch für Farbe nachgewiesen werden.

Der Nachweis neuer Wahrnehmungstäuschungen, die direkt aus dem Modell abgeleitet worden waren, stützen den Aufmerksamkeitsansatz weiter.

## **Neuronale Korrelate dimensionaler Aufmerksamkeitswechsel bei Konjunktions- und einfacher Merkmalsuche**

**R. Weidner, S. Pollmann, H.J. Müller & D.Y. von Cramon**

**Tagesklinik für kognitive Neurologie, Leipzig**

**weidner@uni-leipzig.de**

Aufmerksamkeitswechsel zwischen visuellen Dimensionen benötigen Zeit. Die Stärke dimensionaler Wechselkosten ist davon abhängig, ob Aufmerksamkeitswechsel durch eine Konjunktions- oder eine einfache Merkmalsuche ausgelöst werden. Pollmann et al. (2000) konnten zeigen, daß Dimensionswechsel bei einfacher Merkmalsuche zu einer Aktivierung des linken lateralen frontopolen Cortex führen. Im Gegensatz dazu, fanden Weidner et al. (im Druck), daß Wechsel einer sekundären visuellen Dimension bei einer Konjunktionssuche zu einer Aktivierung des prägenualen anterioren cingulären Cortex (ACC) führen. Um die differentielle Rolle dieser beiden Areale zu untersuchen, wurden beide Arten von Dimensionswechsel direkt, d.h. innerhalb eines fMRT-Experiments mit denselben Probanden und denselben Zielreizen, verglichen. Die Versuchspersonen führten sowohl eine Konjunktionssuche als auch eine einfache Merkmalsuche durch. In der Konjunktionssuche war ein Zielreiz durch eine eindeutige Kombination von Merkmalen, in der einfachen Merkmalsuche durch einen einfachen Merkmalskontrast definiert. Eine ereigniskorrelierte Auswertung der funktionellen Daten wurde über die verschiedenen experimentellen Bedingungen hinweg durchgeführt. Dabei wurde die Interaktion der Faktoren "Suchaufgabe" (Konjunktionssuche, einfache Merkmalsuche) und "Wechselbedingung" (Wechsel, Nicht-Wechsel) untersucht. Diese Auswertung zeigte eine signifikante Interaktion im prägenualen ACC und eine marginal signifikante Interaktion im linken lateralen frontopolen Cortex. Signaländerungen in diesen Arealen wurden selektiv für alle Bedingungen extrahiert. Dabei wurden verschiedene Aktivierungsmuster im prägenualen ACC und im frontopolen Cortex gefunden. Im linken prägenualen ACC führten Wechsel der zielreizdefinierenden Dimension nur bei der Konjunktionssuche zu einer erhöhten Signaländerung im Vergleich zu Nicht-Wechseln. Dimensionswechsel bei der einfachen Merkmalsuche zeigten keine erhöhte Signaländerung im Vergleich zu Nicht-Wechseln. Ein entgegengesetztes Muster wurde im linken lateralen frontopolen Cortex sichtbar. In der Konjunktionssuche wurde keine unterschiedliche Signaländerung für Dimensionswechsel und Nicht-Wechsel gefunden. Im Gegensatz dazu führten Wechsel der zielreizdefinierenden Dimension bei einfacher Merkmalsuche zu erhöhten Signaländerungen verglichen mit Nicht-Wechseln. Die Muster der Signaländerungen zeigen eine doppelte Dissoziation im präfrontalen Cortex. Während der laterale frontopolare Cortex bei reizgetriebenen Dimensionswechseln (einfache Merkmalsuche) aktiv ist, zeigt der prägenuale ACC eine selektive Beteiligung bei endogen gesteuerten Dimensionswechseln (Konjunktionssuche).

Pollmann S, Weidner R, Müller HJ, von Cramon DY (2000) A fronto-posterior network involved in visual dimension changes. *J. Cogn. Neurosci.* 12: 480-494.

Weidner R., Pollmann S., Müller H.J. & von Cramon D.Y.: Top down controlled visual dimension weighting: An event-related fMRI study. *Cerebral Cortex*, im Druck.



## **Verbessert eine räumliche Fokussierung der Aufmerksamkeit die Objekterkennung?**

**Gisela Müller-Plath**

**Institut für Psychologie, Universität Halle**

**[g.mueller-plath@psych.uni-halle.de](mailto:g.mueller-plath@psych.uni-halle.de)**

Die Fokussierung der visuellen Aufmerksamkeit begünstigt die Erkennung einzelner Objekte in einer visuellen Szene auf Kosten anderer Objekte. Untersucht wurde, ob die verbesserte Verarbeitung im Aufmerksamkeitsfokus auf die räumliche Verkleinerung des Fokus zurückzuführen ist oder lediglich auf die Reduktion der relevanten Objektanzahl. Ersteres wäre die Vorhersage raumbasierter Aufmerksamkeitsmodelle (z.B. Zoomlinsenmodell), letzteres die objektbasierter Konzepte. Eine weitere Fragestellung betrifft die Sensitivitätsverteilung im Aufmerksamkeitsfokus: Führt eine top-down-gesteuerte Größeneinstellung des Fokus zu einer Gleichverteilung der Sensitivität im fokussierten Gebiet oder zu einem Sensitivitätsgradienten (z.B. nach außen hin fällt die Sensitivität ab, vgl. Wolfe & O'Neill 1998)?

Für die Dauer einer Fixation wurde jeweils ein Suchbild aus Landoltringen dargeboten. Erhoben wurde die Sensitivität ( $Az$ ) für die Entdeckung eines Ringes mit einer ausgezeichneten Orientierung. Vor jedem Durchgang wurde die Versuchsperson durch einen zentralen Hinweisreiz aufgefordert, ihren Aufmerksamkeitsfokus auf eine bestimmte räumliche Größe einzustellen. Außerdem variierte die Anzahl der dargebotenen Objekte. Das Experiment wurde unter zwei Bedingungen durchgeführt: Räumliche Unsicherheit (die Positionen der Objekte waren nicht vorhersehbar) und räumliche Sicherheit (die Positionen der Objekte wurden vorher angekündigt). Rein visuelle Einflüsse wurden ausgeschlossen, indem die Objekte mit dem kortikalen Vergrößerungsfaktor skaliert wurden. Mögliche Einflüsse dieser und anderer Rahmenbedingungen wurden mit zwei weiteren Experimenten kontrolliert.

Es ergab sich: (1) Die Sensitivität war nur von der Objektanzahl im Fokus, nicht aber von dessen räumlicher Ausdehnung abhängig. (2) Dies war unter räumlicher Unsicherheit und Sicherheit gleichermaßen der Fall. (3) Die Sensitivität war bei räumlicher Sicherheit nicht größer als bei Unsicherheit. Somit erwiesen sich sämtliche räumliche Hinweisreize als ineffektiv. Die Sensitivitätsverteilungen wiesen große individuelle Unterschiede auf: Während einige Versuchspersonen einen nach außen abfallenden Gradienten hatten, zeigten andere ein umgekehrtes Bild, d.h. sie entdeckten exzentrischere Zielobjekte besser. Hier liegen offensichtlich Strategieunterschiede vor.

Der Aufmerksamkeitsmechanismus, der die Erkennung von Orientierungen bei Landoltringen selektiv verbessert, arbeitet ausschließlich objektbasiert. Ein Zoom-Linsenmodell oder andere raumbasierte Konzepte sind mit den Daten nicht kompatibel. Es bleibt zu untersuchen, ob sich die Ergebnisse auf andere Aufmerksamkeitsfunktionen (z.B. Erkennung einfacher Merkmale, Konjunktionen mehrerer Merkmale) generalisieren lassen.

## **Attention to visual or vestibular cue appears not to change the weights in the sensor fusion process during body yaw-rotation perception**

**Daniel Berger, Markus von der Heyde & Heinrich H. Bühlhoff**

**MPI for Biological Cybernetics, Tuebingen**

**daniel.berger@tuebingen.mpg.de**

Using attention, humans can control to what extent which sensory information is granted access to higher brain areas. Since perception is often the result of a combination of different sensory cues, the question arises whether attention can also change the relative weights of the relevant cues in this sensor fusion process and thus influence the resulting percept. This question was studied on the example of body yaw rotations. The perception of the angle of body rotation is influenced by both visual and vestibular/proprioceptive cues. We measured how subjects reproduced rotations in a cue conflict situation.

Subjects were rotated sitting on a Stewart motion platform with a projection screen ( $86^\circ \times 63^\circ$ ). The visual stimulus was a random-dot starfield providing optic flow information during rotation. The stars had a limited lifetime to prevent subjects from using them as reference points. Active-noise-cancellation headphones were used to prevent an uncontrolled influence of auditory cues. For each trial, first a concurrent rotation (between  $7.5^\circ$  and  $18^\circ$  in 6 steps) of the platform and the visual display was presented. The subjects were then instructed to either return or repeat the presented rotation actively by using a joystick. During their active reproduction of the turn, we applied a gain factor between the visual and vestibular rotation (rotation speeds of the visual movement relative to the platform movement varied between 0.71 and 1.42 in 5 steps). Using these gain factors allowed us to analyze the weights of the two cues in the subjects' responses, and to investigate the influence of the rotation angle and the gain factors on the cue weights. In a second and third experiment, the subjects were additionally instructed to pay attention specifically to the visual movement or to the platform movement.

Subjects were able to reproduce the angles with standard deviations of  $5^\circ$  -  $15^\circ$ , but tended to over-estimate small rotation angles by  $1.5^\circ$ . However, they did not notice that conflicting rotation angles were presented for visual and vestibular cues. In all three experiments subjects used a stronger weight for the visual cue than for the vestibular/proprioceptive cue. In experiment 2 and 3 no significant influence of attention on the perception of the rotations was found. Apparently, in human body rotation perception, the weights in the sensor fusion process can not be voluntarily changed by attention processes.

## **Aufmerksamkeitsabhängige Verzerrungen im visuellen Kurzzeitgedächtnis**

**Julia Trommershäuser, Thomas Schmidt & Steffen Werner**

**Georg-Elias-Müller-Institut für Psychologie, Georg-August-Universität Göttingen**

**trommer@cns.nyu.edu**

Experimente zeigen, dass Probanden konsistent und systematisch Fehler machen, wenn sie versuchen, die genaue Position eines Punkt-Zielreizes zu erinnern: Ziele werden zu weit weg von visuellen Landmarken und dem Mittelpunkt zwischen zwei Landmarken erinnert (Werner & Diedrichsen, submitted). Auf Basis der experimentellen Beobachtungen haben wir ein neuronales Netzwerkmodell entwickelt, welches die Verzerrungen in der erinnerten Position des Zielreizes auf ein gemeinsames topographisches Aktivierungsmuster von Zielreiz und Referenzsystem im räumlichen Kurzzeitgedächtnis zurückführt. Verzerrungen werden dabei durch die lokale und nicht-lineare neuronale Verrechnung der Aktivität von Zielreiz und Referenzsystem erklärt.

Unsere Experimente prüfen, ob sich das im Gedächtnis repräsentierte Referenzsystem durch verschiedene Aufmerksamkeitsverteilungen ändern läßt und somit auch das Verzerrungsmuster variiert. In Experiment 1 wurde die visuell-räumliche Aufmerksamkeit für die Landmarken manipuliert, indem der Zielreiz nach einem Behaltensintervall per Mauszeiger entweder relativ zu den Landmarken oder relativ zur absoluten Bildschirmposition eingestellt werden musste. Dabei wurden die Landmarken in 50 % der Durchgänge nach dem Behaltensintervall räumlich verschoben. Die verbleibenden Durchgänge, die zur Auswertung herangezogen wurden, waren visuell und motorisch identisch und unterschieden sich nur darin, ob die Landmarken für die Bearbeitung der Aufgabe beachtet werden mußten oder nicht. In Experiment 2 manipulierten wir die Vorhersagbarkeit des Mauszeigers in der Antwortbedingung, so daß die Startposition des Mauszeigers während der Enkodierung entweder beachtet oder nicht beachtet wurde.

Verzerrungen in der Nähe von Landmarken traten nur dann auf, wenn diese strategisch für die Enkodierung der Zielposition verwendet werden mussten; sie verschwanden, wenn die Landmarken nicht als Referenzpunkte verwendet werden konnten (Exp. 1). Eine vorhersagbare Startposition des Mauszeigers in Experiment 2 führte zu einer ähnlichen Modifikation der Verzerrungsmuster und legt nahe, dass auch nicht-visuelle Referenzpunkte wie die vorhersagbare Position des Mauszeigers Aufmerksamkeit binden und zu Verzerrungen führen. Mit einem einzigen Satz von fünf Modellparametern kann unser theoretisches neuronales Netzwerkmodell den Verlauf der mittleren Verzerrungen sowie den der Antwortvarianzen vorhersagen.

Unsere Experimente und die Modellierung legen nahe, dass räumliche Verzerrungen im Kurzzeitgedächtnis durch das genutzte Referenzsystem entstehen und kritisch von der Aufmerksamkeitsverteilung abhängen.

## **Präattentive Verarbeitung scheinbarer Größe: Effekt einer zentralen 3D-Perspektive**

**Astrid Busch, Hermann J. Müller & Joseph Krummenacher**

**Ludwig-Maximilians-Universität München**

**abusch@psy.uni-muenchen.de**

Humphreys et al. (1994) zufolge kann dreidimensionale (3D) Information schon relativ frühe visuelle Prozesse beeinflussen. In einer visuellen Suchaufgabe variierten Humphreys et al. die scheinbare Größe von Zylinder-Stimuli dadurch, dass sie diese in "Korridoren" platzierten, die einen Tiefeneindruck hervorriefen. Durch "ferne" Positionierung des großen Target-Zylinders und "nahe" Positionierung der (kleineren) Distraktor-Zylinder wurde der retinale Größenkontrast verstärkt, so dass das Target noch größer erschien (konsistente Bedingung). Entsprechend wurde der Größenkontrast abgeschwächt, wenn das Target "nahe" und die Distraktoren "fern" waren (inkonsistente Bedingung). Diese Modulation der scheinbaren Größe der Stimuli beschleunigte die Such-Reaktionszeiten (RZ) in der konsistenten Bedingung und verlangsamte sie in der inkonsistenten Bedingung - relativ zu einer Kontrollbedingung, in der die scheinbare Größe der Stimuli nicht durch einen 3D-Korridor verändert wurde. Es konnte jedoch kein eindeutiger Beleg dafür erbracht werden, dass die Verarbeitung der scheinbaren Größe wirklich präattentiv erfolgte (insbesondere zeigten sich keine Unterschiede in den Anstiegen der Such-RZ-Funktionen). Ein Nachteil der Untersuchung von Humphreys et al. besteht darin, dass in den 3D-Bedingungen die Zylinder in multiplen Korridoren mit identischer Ausrichtung präsentiert wurden, was ökologisch unmöglich ist. In der hier vorgestellten Untersuchung wurden auch experimentelle Bedingungen realisiert, in denen alle Korridore aus einer zentralen 3D-Perspektive einzusehen waren. Die Such-RZ waren in den Bedingungen am langsamsten, in denen der Hintergrund keine Informationen über die 3D-Positionierung der Stimuli bot. Dagegen erfolgte die Suche schneller, wenn 3D-Informationen ausgenutzt werden konnten. Wenn die Objekte in Korridoren platziert waren, die aus einer einheitlichen zentralen Perspektive einzusehen waren, erfolgte die Suche am effizientesten. Diese Befunde bestätigen die Hypothese von Humphreys et al., dass dreidimensionale Information frühe visuelle Prozesse beeinflusst. Unter ökologisch validen Bedingungen finden sich Hinweise darauf, dass scheinbare Größe präattentiv verarbeitet wird.

## **Untersuchung der Top-down-Beeinflussbarkeit des IOR-Effekts**

**Dagmar Müller, Adrian von Mühlenen & Brit Reimann**

**Universität Leipzig**

**psy96gqk@studserv.uni-leipzig.de**

Inhibition of Return (IOR, Posner & Cohen, 1984) bezeichnet das Auftreten von Reaktionszeitkosten an Orten, an denen ca. 300-1500 msec vor Erscheinen des Targets ein nicht-prädiktiver Hinweisreiz gezeigt wurde. Im hier vorgestellten Experiment wurden die Top-down-Einflüsse des IOR-Effektes durch Variation der Vorhersagevalidität des Hinweisreizes (Cue) untersucht. Dazu absolvierten zwölf Versuchspersonen zwei Sitzungen. In der Bedingung 1 besaß der Cue keinerlei Vorhersagevalidität (d.h. Cue- und Targetposition stimmten in 50% der Durchgänge überein), während in der Bedingung 2 der Cue mit einer Wahrscheinlichkeit von 75% die Position des Targets anzeigte. Durch die Ableitung ereigniskorrelierter Potentiale sollten mögliche Zusammenhänge zwischen behavioralen Massen und elektrophysiologischen Prozessen untersucht werden. Die behavioralen Daten in Bedingung 1 zeigen bei kurzen Cue-Target-Intervallen (CTIs von 100-300msek) keine RZ-Unterschiede zwischen den validen und invaliden Durchgängen. Bei langen CTIs (500-700 und 900-1100msek) zeigen sich RZ-Kosten von durchschnittlich 13msek für valide Durchgänge, was als ein Indiz für IOR gewertet wird. In der Bedingung 2 ergeben sich dagegen bei kurzen CTIs in validen Durchgängen signifikante RZ-Vorteile (27msek). Bei langen CTIs tritt jedoch keine Hemmung im Sinne von IOR auf. Die behavioralen Daten zeigen also, daß erwartungsbasierte Prozesse das Auftreten von IOR beeinflussen. Erste Analysen der EKPs in Bedingung 1 zeigen bei langen CTIs in validen Durchgängen eine Erhöhung der Amplitude der P3-Komponente im frontalen Bereich. In Bedingung 2 findet sich bei langen CTIs in validen Durchgängen eine P3-Erhöhung im frontalen, zentralen und parietalen Bereich, während bei kurzen CTIs eine Erhöhung der P3 v.a. im parietalen Bereich festgestellt wurde. Diese EKP-Analysen weisen auf eine Überlagerung von Erleichterungs- und Hemmungsprozessen der Cueing-Effekte. Diese Befunde geben weitere Aufschlüsse über die Anteile attentionaler und motorischer Prozesse bei der Entstehung von IOR.

## **Zur Interaktion von Wahrnehmung und Aufmerksamkeit: Kontrastmanipulationen haben keinen Einfluß auf den attentional blink**

**Bettina Rolke & Martin Heil**

**Psychologisches Institut, Universität Tübingen**

**[bettina.rolke@uni-tuebingen.de](mailto:bettina.rolke@uni-tuebingen.de)**

In einer schnellen Abfolge von Reizen (Darbietungsrate 12 Hz) kommt es zu einem Verarbeitungsdefizit (attentional blink) eines zweiten Zielreizes, wenn dieser kurz nach einem ersten Zielreiz dargeboten wird. Die theoretischen Modellvorstellungen zur Erklärung des attentional blinks postulieren eine aus der zeitlichen Überforderung resultierende Interferenz der Verarbeitung der Zielreize innerhalb einer kapazitätsbegrenzten Stufe. Unter der Annahme eines derartigen Flaschenhalsmodells des attentional blinks sollte es zu einem positiven Zusammenhang zwischen der Verarbeitungsschwierigkeit des ersten Zielreizes und der Ausprägung des Verarbeitungsdefizits für den zweiten Zielreiz kommen. Wir variierten die Verarbeitungsschwierigkeit beider Zielreize (weiße Worte auf grauem Hintergrund) mittels einer dreifach gestuften Kontrastmanipulation. Die Aufgabe der Versuchspersonen bestand darin, die beiden weißen Zielworte in einer Abfolge schwarzer Distraktorworte zu erkennen und sie nach der Reizabfolge anzugeben. Die Erkennung des ersten als auch die Erkennung des zweiten Zielwortes stieg mit zunehmender Kontraststärke des jeweiligen Zielwortes. Entgegen den Erwartungen beeinflusste jedoch weder die Kontrastmanipulation des ersten Zielwortes noch die Kontrastmanipulation des zweiten Zielwortes die Erkennung des jeweils anderen Zielwortes. Die Ergebnisse können als Beleg für die Unabhängigkeit perzeptueller Einflußfaktoren auf den attentional blink angesehen werden. Sie widersprechen somit der Annahme eines Flaschenhalsmodells zur Erklärung des attentional blinks.

## **Is preattentive processing in visual search similar to preattentive processing in texture segmentation?**

**Anna Schubö**

**Institut für Psychologie, Universität Erlangen-Nürnberg**

**[schubo@rzmail.uni-erlangen.de](mailto:schubo@rzmail.uni-erlangen.de)**

'Parallel' visual search and effortless texture segmentation were believed to rely on similar mechanisms until Wolfe (1992) demonstrated that efficient visual search and effortless texture segmentation are not always the same thing. We studied both processes within the same paradigm by presenting search arrays and texture arrays (composed of left- and rightward tilted line elements) while recording event-related brain potentials (ERPs). Participants were instructed to decide whether the arrays contained a target or not. If searching and segmenting rely on similar mechanisms, target and blank trials in search arrays should elicit similar ERP patterns as target and blank trials in texture arrays. The results, however, showed differences in the ERP patterns: The posterior N2 (a component related to automatic stimulus classification) was enlarged for blank compared to target trials, however, only for texture-like stimuli. We conclude that (at least partially) different processes might be involved in searching and segmenting.

## **Keht sich der Priming-Effekt nur bei zentral dargebotenen Reizen um?**

**Angelika Lingnau & Dirk Vorberg**

**Abteilung Allgemeine Psychologie, Technische Universität Braunschweig**

**a.lingnau@tu-bs.de**

Maskierte Primes können zu paradoxen Wirkungen auf motorische Reaktionen führen, wenn man eine kurze Wartezeit zwischen Maske und Zielreiz einfügt (Eimer & Schlaghecken, 1998; Vorberg, 1998): Innerhalb von 100-150 ms kann sich Bahnung durch einen kongruenten Prime in Hemmung verwandeln. Zugrunde liegt vermutlich eine Suppression der durch den maskierten Prime ausgelösten Reaktion. Schlaghecken und Eimer (1997, 2000) berichten, dass sich die Suppression abschwächt oder ausbleibt, wenn die Reize im peripheren Gesichtsfeld erscheinen. Bevor man weitreichende Interpretationen einer Verarbeitungsasymmetrie zentraler und peripherer visueller Reize akzeptiert, sollten einfachere Erklärungen ausgeschlossen sein. Problematisch bei den genannten Untersuchungen ist, dass sie die Hypothese nicht ausschliessen können, dass sich lediglich die zeitliche Dynamik des Priming-Effekts mit zunehmender Exzentrizität verändert. Solche eher quantitativen Wirkungen könnten auf der unterschiedlichen kortikalen Magnifikation peripherer und zentraler Reize beruhen.

Die Versuchspersonen mußten auf die Orientierung eines Pfeilreizes (Zielreiz) durch Tastendruck zu reagieren. Kurz vorher erschien an derselben Stelle ein kleiner metakontast-maskierter Pfeil (Prime), der orientierungskongruent oder inkongruent zum Zielreiz war. Der Zeitabstand (SOA) zwischen Maske und Zielreiz und die Exzentrizität wurden faktoriell variiert. Experiment 1 kombinierte SOAs zwischen 0 und 300 ms mit verschiedenen Exzentrizitäten. In Experiment 2 wurde zusätzlich die Reizgröße variiert; damit wollten wir prüfen, ob sich die Dynamik des Priming-Effekts durch die Grösse ebenso verändern läßt wie durch die Exzentrizität der Reize.

Alle Versuchspersonen zeigten ein sich umkehrendes Priming, mit zunehmender Exzentrizität scheinbar abnehmend. Detailliertere Analysen zeigten jedoch an allen Reizpositionen dieselbe Verlängerung der Reaktionszeiten in kongruenten Durchgängen; wie erwartet setzt die zu Grunde liegende Suppression in der Peripherie später ein und verläuft gestreckter (Exp. 1). Reiz-Vergrößerung wirkt der verlangsamten Dynamik in der Peripherie entgegen (Exp. 2).

Unsere Ergebnisse sprechen gegen qualitative Verarbeitungsasymmetrien zentraler und peripherer Reize. Mit zunehmender Exzentrizität ändert sich zwar die zeitliche Dynamik der Priming-Umkehr. Da der Effekt reizgrößenabhängig ist, vermuten wir, daß Primes im Gesichtsfeld gleich verarbeitet werden, wenn sie nur kortikal gleich groß repräsentiert sind.



**Postersitzung:  
Kognition**

## **Werden kurze und lange Zeitintervalle unterschiedlich wahrgenommen?**

**Judith Nitschke & Rolf Ulrich**

**Psychologisches Institut, Universität Tübingen**

**Judith\_Nitschke@gmx.de**

In der Literatur geht man davon aus, dass die Zeitwahrnehmung für kurze und lange Intervalle auf unterschiedlichen Mechanismen basiert (z.B. Rammsayer & Lima, 1991). Danach läuft die Wahrnehmung kurzer Zeitintervalle direkt über sensorische Prozesse ab, längere Intervalle werden hingegen indirekt über kognitive Prozesse vermittelt. Nach dieser sensorisch-kognitiven Verarbeitungshypothese sollte sich eine sensorische Manipulation nur auf die Wahrnehmungsleistung kurzer Zeitdauern auswirken. Wir haben diese Vorhersage mit zwei Experimenten überprüft.

Die Aufgabe der Versuchspersonen bestand darin, zwei aufeinanderfolgende Reize bezüglich ihrer Dauer zu diskriminieren. Zuerst wurde immer der Standardreiz mit einer gleichbleibenden Dauer präsentiert. Der zweite Reiz war der Vergleichsreiz, dessen Dauer von Durchgang zu Durchgang geringfügig variierte. In der kompatiblen Bedingung gehörten beide Reize der gleichen sensorischen Modalität an (Licht-Licht oder Ton-Ton). In der inkompatiblen Bedingung gehörte jeder der beiden Reize einer anderen Modalität an (Licht-Ton oder Ton-Licht). Aufgrund der oben genannten sensorisch-kognitiven Verarbeitungshypothese erwarteten wir, dass sich die Kompatibilitätsmanipulation nur auf die Diskriminationsleistung kurzer Intervalle auswirkt. Insbesondere legt diese Hypothese nahe, dass sich kurze, kompatible Reizpaare besser als kurze, inkompatible Reizpaare diskriminieren lassen.

Im ersten Experiment betrug die Standarddauer 100 und 1000 msec und im zweiten 50 und 2000 msec. Für jede Versuchsperson wurde die Unterschiedsschwelle DL mit einem adaptiven psychophysischen Verfahren bestimmt. Wie erwartet fiel die Diskriminationsleistung in der inkompatiblen Bedingung schlechter als in der kompatiblen aus. Allerdings trat dieser Effekt nicht nur bei kurzen sondern auch bei langen Intervallen auf, was gegen die sensorisch-kognitive Verarbeitungshypothese der Zeitwahrnehmung spricht.

## **Fluency versus familiarity in aesthetic appreciation**

**Helmut Leder**

**Institut für Psychologie, FU Berlin**

**lederh@zedat.fu-berlin.de**

Theories of preference and art appreciation (Leder, 2000) have proposed two variables which might both affect the amount to which artworks and other objects are preferred: familiarity (Zajonc, 1968) and perceptual fluency (Jacoby, et al., 1989; Reber et al., 1996). Aesthetic appreciation is particularly important for the understanding of art perception. Three studies are reported in which an artificial artistic style was used to transform portraits into two kinds of stimuli, which vary to their degree of perceptual fluency. These pictures were investigated in experiments under different level of familiarity to reveal how both components affect aesthetic preference. The results show that perceptual fluency is particularly important in preference judgements and that effects of familiarity play a minor role. The results are discussed in respect to preference, art appreciation, and level of expertise.

## **EEG-Kohärenzanalysen zum Einfluß des Referenzsystems auf den Abruf visuell-räumlicher Information**

**Claudia Beate Wilimzig, N. Vath, T. Schmidt, G. Lüer, S. Werner, B.  
Schack & W. Krause**

**GEM-Institut für Psychologie, Georg-August-Universität Göttingen**

**cwilimz@gwdg.de**

Die Schwierigkeit egozentrisch definierter räumlicher Aufgaben ist nicht nur von der Position des erfragten Objekts im Raum abhängig, sondern auch von der Ausrichtung der Person in der externen Umgebung (Werner, Saade & Lüer, 1998).

In einer EEG-Studie wurde der Frage nachgegangen, ob sich diese auf der Verhaltenzebene erhaltenen Effekte auch auf neuronaler Ebene finden lassen. 16 Probanden lernten in einem quadratischen Raum die Position acht kreisförmig angeordneter Alltagsgegenstände. In der computergesteuerten Abfragephase mußten sie nach vorgegebener Ausrichtung auf eine Raumecke oder -wand die Position der einzelnen Objekte durch Tastendruck angeben, wobei gleichzeitig das EEG abgeleitet wurde.

Die kohärenzanalytisch ausgewerteten Ergebnisse verdeutlichen analog zu den Verhaltensdaten, daß die (vorgestellte) Ausrichtung der Person sowie die Position des abgefragten Objekts im Raum die Aktivierung in verschiedenen neokortikalen Arealen beeinflusst. Signifikante Aktivationsänderungen treten dabei nicht nur innerhalb der sogenannten "dorsalen Route" auf, sondern können auch für die "ventrale Route" nachgewiesen werden. Die Ergebnisse werden im Rahmen von Modellen zum seriellen versus parallelen Abruf von Informationen aus dem LZG diskutiert.

## **Paired-Pulse-Verhalten der visuell evozierten Potentiale bei manifester Depression**

**Carsten Döing, Manuel Bröhmer, Claus Normann & Michael Bach**

**Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychosomatik, Freiburg**

**doeing@aug.ukl.uni-freiburg.de**

Synaptische Langzeitplastizität ist ein zelluläres Modell für Lernen und Gedächtnis. Erste Befunde legen eine Beteiligung von LTP / LTD (long-term-potentiation / depression) an der affektiven Regulation nahe. Serotonin moduliert im hippocampalen Hirnschnitt die Plastizität [1]. LTP / LTD induzieren typische Veränderungen im Paired-Pulse Verhalten exzitatorischer Neurotransmission. Wir prüften, ob bei visuellen Doppelpuls-Reizen („Paired Pulse“) das VEP von depressiven Patienten Auffälligkeiten zeigt.

Visuell evozierte Potentiale wurden okzipital (Oz) bei zehn depressiven Patienten und zehn Normalprobanden abgeleitet. Als Stimulus diente ein Schachbrett-On-Off-Doppelpuls mit vier unterschiedlich langen Interstimulus-Intervallen (On = 13 ms, ISI = 80 / 107 / 160 / 1013 ms).

Auf den ersten Puls folgte bei den Patienten eine Onset-Positivierung bei 75 ms um  $6 \mu V$ , die bei den Normalprobanden nicht auftrat ( $p < 0,05$ ).

Die ursprüngliche Vermutung, dass die Doppelpuls-Interaktion verändert ist, bestätigte sich nicht. Doch lassen die Ergebnisse auf eine veränderte synaptische Verarbeitung bei depressiven Patienten schliessen. Offen bleibt, inwiefern dafür eine veränderte Transmitterausschüttung und damit ein verändertes Paired-Pulse-Verhalten in Folge einer veränderten Langzeitplastizität ursächlich sind.

[1] Normann C, Peckys D, Schulze C, Walden J, Jonas P, Bischofberger J (2000) Associative long-term depression in the hippocampus is dependent on postsynaptic N-type Ca<sup>2+</sup> channels. Journal of Neuroscience 20: 8290-8297

## Criteria for perception without awareness

**Thomas Schmidt & Dirk Vorberg**

**Institut für Psychologie, Uni Göttingen**

**thomas.schmidt@psych.uni-goettingen.de**

Since the beginning of cognitive psychology, researchers have tried to find strict criteria to establish perception without awareness. However, most experimental studies have simply tried to show that identification of a purportedly invisible stimulus was not different from chance, which is difficult to evaluate statistically because one has to confirm the null hypothesis. Therefore traditional procedures for demonstrating unconscious processing run into difficulties.

We present a methodological framework that allows to relate the different techniques to each other, i.e. the classical dissociation paradigm, Reingold and Merikle's (1988) relative-sensitivity paradigm, and Greenwald et al.'s (1996) regression approach, and propose a new double-dissociation method that rests on much weaker assumptions. We use response-priming effects as an indirect measure (I) of unconscious perception, and prime identification performance as a direct measure (D) of the subjective awareness of the masked prime stimulus. We plot these measures against each other, after converting them into the same signal-detection sensitivity metric by expressing them as effect sizes. Different regions of the (D, I)-space correspond to results diagnostic for the different approaches: Points (D, I) that lie on the y-axis can be taken as evidence for perception without awareness if the assumptions underlying the single-dissociation paradigm hold, whereas points above the diagonal (i.e.,  $I > D$ ) are informative within the relative-sensitivity framework. However, double dissociations between perceptual processes with and without awareness can be safely concluded if the two measures are negatively associated, for pairs of points anywhere in the (D, I)-space.

We demonstrate all three types of dissociation with existing data, and discuss the assumptions needed for each. We provide alternative methods of converting reaction time effects into sensitivity measures, and show by Monte Carlo simulation that they are robust against nonnormality

## **Der Einfluß von Motivdisposition und Motivanregung auf die vorbewußte Verarbeitung motivthematischer verbaler Information**

**Marlies Pinnow & Herbert Götzl**

**Fakultät für Psychologie, Ruhr-Universität Bochum**

**marlies.pinnow@ruhr-uni-bochum.de**

In dem hier vorgestellten Experiment untersuchten wir den Einfluß von Motivanregung und Motivdisposition auf die Verarbeitung subliminal dargebotener motivthematischer Wörter.

Die Versuchspersonen wurden sowohl unter Leistungsanregung als auch unter Aggressionsanregung auf die Identifikationsleistung motivthematischen Materials geprüft. Der Thematische Auffassungstest (TAT) half die Versuchspersonen in Gruppen mit niedriger und hoher Motivausprägung einzuteilen. Dies erfolgte sowohl für das Leistungsmotiv als auch für das Aggressionsmotiv. In zwei an verschiedenen Tagen stattfindenden Sitzungen wurden die Identifikationsleistungen der Versuchspersonen unter den beiden Anregungsbedingungen geprüft. Jede Sitzung bestand aus 10 Identifikationsdurchgängen, in denen 5 leistungsthematische und 5 aggressionsthematische Wörter dargeboten wurden. Die Darbietung erfolgte subliminal, d.h. jedes Wort wurde 5 mal für jeweils 1 ms präsentiert. Aufgabe der Versuchsperson war es, aus einer Auswahl von 10 Wörtern das zuvor subliminal dargebotene Wort herauszufinden. Die Darbietung der einzelnen Durchgänge erfolgte in randomisierter Weise.

1. Unter der Bedingung, dass Motivanregung und Bedeutung der zu identifizierenden Wörter homotyp sind, werden mehr Wörter korrekt identifiziert als unter heterotyper Bedingung. 2. Unter leistungsthematischer Motivanregung werden Leistungswörter signifikant besser postexpositional identifiziert als Aggressionswörter, demgegenüber werden unter aggressionsthematischer Motivanregung Aggressionswörter signifikant schlechter postexpositional identifiziert als Leistungswörter. 3.1 Bei leistungsthematischer Motivanregung korreliert der Ausprägungsgrad des Leistungsmotivs positiv mit der Identifikationsleistung für Leistungswörter, nicht aber mit der Identifikationsleistung für Aggressionswörter. 3.2 Bei aggressionsthematischer Motivanregung korreliert der Ausprägungsgrad des Leistungsmotivs weder mit der Identifikationsleistung für Leistungswörter noch mit der für Aggressionswörter. 4.1 Bei aggressionsthematischer Motivanregung korreliert der Ausprägungsgrad des Aggressionsmotivs nicht mit der Identifikationsleistung für Aggressionswörter, wohl aber mit der für Leistungswörter. 4.2 Bei leistungsthematischer Motivanregung korreliert der Ausprägungsgrad des Aggressionsmotivs weder mit der Identifikationsleistung für Aggressionswörter noch mit der für Leistungswörter.

Aus den Ergebnissen geht hervor, daß die Motivdisposition im angeregten Zustand die Verarbeitung motivthematischer verbaler Information bereits auf präattentivem vorbewußtem Niveau beeinflusst: Im Zustand leistungsthematischer Motivanregung wird die Identifikationsleistung thematisch homotypen Materials gefördert, im Zustand aggressi-

onsthematischer Motivanregung dagegen beeinträchtigt. Wir betrachten den letzten Befund als Stützung von Freuds These der Wahrnehmungsabwehr.



## Emotional blindsight?

**Silke Anders, Martin Lotze, Bettina Sadowski, Michael Erb,  
Wolfgang Grodd & Niels Birbaumer**

**Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie, Tübingen**

**silke.anders@med.uni-tuebingen.de**

Blindsight is the phenomenon that some patients with clinically absolute visual field defects resulting from postgeniculate lesions can respond to visual stimuli presented in their blind field. These residual visual abilities have been ascribed to an extrastriate visual pathway comprising the colliculus superior and the posterior thalamus. Recently, it has been shown that at least one patient known for his blindsight abilities (GY) responds to fear conditioned stimuli presented in his blind field with enhanced amygdala activity (Morris et al. *Brain* (2001), 124, pp.1241-1252). Here, we investigate responses to visual stimuli presented in the blind field in a larger sample of patients that have previously not been shown to have blindsight.

Ten patients with postgeniculate lesions were presented with a neutral male face (12 s, 32 +/- 8 s intertrial interval, 48 trials) in their good and blind visual fields in pseudo-randomised order while they underwent echoplanar functional magnet resonance imaging of the whole brain (1.5 Tesla, 44 coronary slices, 64 matrix, TE 33ms, TR 4s, 6 x 64 scans). For the first sixteen trials the face was presented alone (preconditioning). During the second 32 trials half of the faces were followed by a loud aversive scream (conditioning). The eye blink component of the startle reflex and skin conductance response were measured during scanning, and after each scanning session (eight trials) the subjects rated the valence and arousal of the face. To control for unspecific effects, responses to a fixation point were taken as baseline for each measure. This paradigm had produced significant conditioning in all measures in a sample of ten healthy control subjects.

In our patients, startle amplitude increased significantly during conditioning both in the good and the blind visual field. Self reported valence decreased significantly in the blind field, but, surprisingly, not in the good field. Skin conductance response and arousal both did not show effects of conditioning.

Our data suggest that the valence dimension of emotion (startle amplitude and self reported valence) but not the arousal dimension (skin conductance and self reported arousal) might be processed in the visual blind field. A possible dissociation between the two systems and their visual inputs will be discussed on the basis of our functional imaging data.

## **Gibt es doch eine modalitätsspezifische Segregation des präfrontalen Kortex? – Eine fMRI-Studie**

**Ralf Saur, Michael Erb, Wolfgang Grodd & Thomas Kammer**

**MPI für biologische Kybernetik, Tübingen**

**ralf.saur@tuebingen.mpg.de**

Für den retrorolandischen Kortex gilt die Dissoziation in ein raum- sowie bewegungsverarbeitendes dorsales Projektionssystem und ein objekt- sowie farbspezifisches ventrales Projektionssystem als gut elaboriert. Inwieweit die beiden Projektionssysteme ihre Aufteilung im prärolandischen, insbesondere präfrontalen Kortex fortsetzen, ist aber noch strittig. Eine typische Funktion des präfrontalen Kortex ist das Arbeitsgedächtnis, d. h. die Aufrechterhaltung und Verarbeitung von Informationen zur Verhaltensplanung. Untersuchungen, die eine Segregation von raum- und objektspezifischen Arealen im präfrontalen Kortex für das Arbeitsgedächtnis nachweisen wollten, sind häufig gescheitert. Tatsächlich sind aber Objekte als spezifischer Indikator für den ventralen Projektionsstrom nur bedingt geeignet, da Objekte in der Regel auch in ihrer einfachsten Form räumliche Landmarken besitzen oder aus einzelnen, räumlich verknüpften Elementen bestehen. In der vorliegenden event-related fMRI-Studie wurde daher dem raumspezifischen Arbeitsgedächtnis das Memorieren von Farben als Spezifität des ventralen Stroms gegenüber gestellt.

Während der fMRI-Messung wurden den Versuchspersonen mehrere Punkte in bestimmter räumlicher Anordnung und unterschiedlicher Farbe gezeigt. Als dritte Modalität wurden zur Suppression der verbalen Kodierung der Farbe zusätzlich Buchstaben in den Punkten integriert. In insgesamt drei unterschiedlichen Experimental-Bedingungen wurde der Versuchsperson über eine Anweisung mitgeteilt, welche zwei der drei Modalitäten sie sich für eine Zeitdauer von fünf Sekunden merken sollte.

Mittels Konjunktionsanalysen wurde die spezifische Aktivierung der einzelnen Modalitäten während der Merkphase bestimmt. Bei vier von sechs Versuchspersonen zeigten sich prärolandisch Dissoziationen zwischen farb- und raumspezifischen Arealen. Farbspezifische Areale wurden insbesondere entlang des Gyrus frontalis medius identifiziert, während raumspezifische Regionen überwiegend im prämotorischen Kortex entdeckt wurden. Konnektivitätsanalysen ergaben, dass Aktivierungsverläufe aus dem prämotorischen Kortex tatsächlich stärker mit der Aktivität in superior-parietalen Arealen kovariieren (dorsales Projektionssystemen), Aktivierungsverläufe aus farbspezifischen präfrontalen Arealen dagegen mit der Aktivierung im Bereich des Gyrus fusiformis (ventrales Projektionssystem).

Die Ergebnisse stärken die Hypothese einer tendenziell modalitätsspezifischen Segregation im prärolandischen Kortex, zwischen dorsolateralen präfrontalen und prämotorischen Arealen.

## **Response times as a function of correct and incorrect answers in two psychophysical discrimination tasks**

**Thomas Rammsayer**

**Georg-Elias-Müller-Institut für Psychologie, Göttingen**

**trammsa@uni-goettingen.de**

Various systematic investigations of item response times in computerized adaptive psychometric testing showed as an essential finding that incorrect answers required much longer processing time than correct answers. The present study was designed to examine the general validity of this finding and to further elucidate timing of responses in two psychophysical discrimination tasks. For this purpose, 120 subjects were confronted with two duration discrimination tasks. Duration discrimination of auditory intervals in the range of milliseconds was contrasted with discrimination of durations in the range of seconds. Each task consisted of 32 trials. Within each trial, subjects had to decide which of two intervals, presented with an interstimulus interval of 900 ms, was longer. Instructions to the subjects emphasized accuracy; there was no requirement to respond quickly. After each response, visual feedback (“CORRECT” or “FALSE”) was displayed. As a psychophysical indicator of performance, 75%-difference thresholds were determined. In addition, for each trial, the time required from the offset of stimulus presentation until the subject’s response was recorded. Results verify the hypothesis that response latencies are significantly longer for incorrect than for correct answers irrespective of the specific psychophysical task. Response latencies were also found to be not related to performance on either of the two psychophysical tasks. Furthermore, there was no indication that longer response latencies for incorrect answers can be interpreted as an artefact of higher task difficulty. Finally, there was a highly significant correlational relationship between response time for correct and incorrect responses within as well as across psychophysical tasks. This finding provides strong support for the assumption that response latencies may represent an idiosyncratic personality characteristic as suggested by the construct of personal tempo.

## Subjektive Gegenwartsdauer unter der Körperbelastung

Oleksiy Polunin

Interegionale Akademie für das Personalmanagement, Kiev (Ukraine)

polunin@mail.flashmail.com

Die Abhängigkeit der Zeitwahrnehmung von der Situation wurde in mehreren Arbeiten (Fraisse, 1984, Watts und Sharrock, 1984, u.a.) beschrieben. Die Zeitwahrnehmung wird vom gesamten Aktivierungsniveau beeinflusst. Daher soll die körperliche Belastung die Dynamik der subjektiven Gegenwartsdauer beeinflussen. Die Pilotstudie zielte auf die Erfassung der Wechselwirkung "Gegenwartsdauer- Belastung". Als Ausgangspunkt diente Belastungs/Beanspruchungs-Konzept von J. Rutenfranz und Rohmert (1975) und ihr Schema "Streß - intervenierende Variable - Strain". Die Hypothese lautete: die gleiche Belastung wird die gleiche Änderungen der Gegenwartsdauer bei einem Subjekt induzieren. Die Dynamik des Gegenwartserlebens unter der körperlichen Belastung wurde in 2 Experimenten untersucht. Ein Experiment bestand aus 10 Serien mit der Belastung  $P=50$  Watt und ein anderes aus 10 Serien mit der Belastung  $P=75$  Watt. Jede Serie bestand aus 7 aufeinanderfolgenden Ruhe-Belastungs-Phasen. Jede Ruhe- und Belastungsphase dauerte 3 Minuten. Für die Körperbelastung wurde ein Fahrradergometer benutzt. Die Dauer subjektiver Gegenwart wurde nach Polunin & Vitouch (1998) vermessen. Die Versuchsperson führte während der ganzen Untersuchung eine kontinuierliche Abmessung der Gegenwartsdauer durch. Die Ergebnisse weisen auf eine Senkung der Gegenwartsdauer unter der Belastung. Wir bekamen die Übergangsreaktionen im Gegenwartserleben für den Übergang "Ruhe - Belastung" und "Belastung - Ruhe". Diese Übergangsreaktionen unterscheiden sich von der endogenen Gegenwartsdynamik (vgl. Polunin, 2000) durch die größere Amplitude, dabei hängt die Amplitude der Übergangsreaktionen von der Größe der Belastung. Da einem bestimmten Belastungsniveau eine bestimmte Größe der Gegenwartsdauer entspricht, entsteht die Möglichkeit die intervenierende Variable zu berechnen:  $k=(B1-B2)/(t1-t2)$ ; z.B. die Gegenwartsdauer  $t1=37$  Sek. entspricht der Belastung 50W; die Gegenwartsdauer  $t2=27$  Sek. entspricht der Belastung 75W. Auf diese Weise lässt sich berechnen  $t1-t2=10$  Sek und  $B1-B2=-25$ W, folglich ist  $k=2,5$  [W/Sek]. Es bedeutet, daß die Senkung (bzw. der Anstieg) des Energieaufwandes in 2,5 Watt auch der Anstieg (bzw. die Senkung) der Gegenwartsdauer um 1 Sekunde bedeutet.

## Is there a master clock in temporal information processing?

Susanne Brandler & Thomas Rammsayer

Georg-Elias-Müller-Institut für Psychologie, Göttingen

sbrandl@uni-goettingen.de

Surwillo (1968) postulated the existence of a central timing mechanism - a master clock - within the information-processing system. The master clock is assumed to control various timing functions as well as reaction times. On the other hand, the notion of distinguishable elementary time experiences, such as rhythm perception, duration discrimination, temporal order judgment, or temporal fusion, has been put forward by several authors (e.g. Fraisse, 1984; Rammsayer, 1992). Within the framework of elementary time experiences independent timing functions are assumed, which are at variance with the master clock concept. Likewise, Rammsayer (1992; Rammsayer & Lima, 1991) reports experimental evidence for distinct timing mechanisms underlying duration discrimination with very brief intervals in the range of milliseconds (time perception) and longer intervals in the range of seconds (time estimation). These results imply that time perception is governed by a very basic sensory mechanism, while temporal estimation is based on a cognitive reconstruction of durations. In order to test the notion of distinct timing mechanisms involved in prospective timing, performance on eight auditory psychophysical timing tasks was assessed in 120 volunteers. The tasks included duration discrimination in the milliseconds and seconds range, temporal-order judgment, rhythm perception and auditory fusion. Results showed substantial positive correlations among most of the psychophysical measures of timing performance. Principal components analyses revealed a two-factor structure. The first factor clearly reflected duration discrimination and temporal-order judgment, while the second factor was characterized by auditory fusion and rhythm perception. This pattern, to some extent, supports the notion of distinct timing mechanisms. The data, however, did not support the notion of distinct timing mechanisms for time perception and time estimation. Moreover, all measures of temporal performance exhibited substantial loadings on a first unrotated principal component, implying a strong source of shared variance among the measures. Based on these ambiguous results, the existence of a master clock is discussed.

Fraisse, P. (1984). Perception and estimation of time. *Annual Review of Psychology*, 35, 1-36.

Rammsayer, T. (1992). Die Wahrnehmung kurzer Zeitdauern. *Allgemeinpsychologische und psychobiologische Ergebnisse zur Zeitdauerdiskrimination im Millisekundenbereich*. Münster: Waxmann.

Rammsayer, T. H. & Lima, S. D. (1991). Duration discrimination of filled and empty auditory intervals: cognitive and perceptual factors. *Perception and Psychophysics*, 50, 565-574.

Surwillo, W. W. (1968). Timing of behavior in senescence and the role of the central nervous system. In G. A. Talland (Ed.), *Human aging and behavior* (pp.1-35). New York: Academic Press.



**Postersitzung:  
Auditive Wahrnehmung**

## **Auditive Kontrasteffekte bei der Lokalisation maskierten Rauschens in der vertikalen Medianebene**

**Stephan Getzmann**

**Fakultät für Psychologie, Kognitions- & Umweltpsychologie,  
Ruhr-Universität Bochum**

**stephan.getzmann@ruhr-uni-bochum.de**

In natürlichen Umgebungen treten Geräusche oft von anderen überlagert auf. Laboruntersuchungen zeigen, dass diese Hintergrundgeräusche die Lokalisation einer Geräuschquelle stark beeinflussen können: So kann die Position der Zielquelle als in Gegenrichtung zum Hintergrundgeräusch verschoben wahrgenommen werden. Dieser Kontrasteffekt wurde bislang nur bei Schall-Lokalisation in der horizontalen Ebene berichtet [1], [2]. Das vorliegende Experiment prüft, ob eine ähnliche Abhängigkeit auch in der vertikalen Ebene besteht, in der die Lokalisation auf der Extraktion spektraler Richtungsinformation beruht. Als Kontrollbedingung wurde das Zielgeräusch (500 ms breitbandiges Rauschen) alleine aus fünf verschiedenen Richtungen nahe der Horizontlinie in der vertikalen Medianebene dargeboten. In der Experimentalbedingung wurde es von einem Hintergrundgeräusch (einem breitbandigen Rauschen in Experiment 1 bzw. einem 300 Hz Rechtecksignal in Experiment 2) begleitet, das von Lautsprechern ober- oder unterhalb der Zielquellen für 2 s emittiert wurde. Die Versuchsteilnehmer bestimmten in beiden Bedingungen die Position des Zielgeräusches entweder durch manuelles Zeigen oder verbal anhand einer vertikal verlaufenden Zentimeterskala.

Im ersten Experiment erschienen die Zielgeräusche im Vergleich zur Kontrollbedingung in Gegenrichtung zum Hintergrundgeräusch hin verschoben. Dies zeigte sich vor allem bei der Lokalisation von Zielgeräuschen auf und unterhalb der Horizontlinie, oberhalb verringerte sich der Einfluß des Hintergrundgeräusches mit zunehmender Elevation. Im zweiten Experiment ging der Effekt generell stark zurück.

Die Ergebnisse stehen in Einklang mit Befunden zur Schall-Lokalisation in der horizontalen Ebene: In beiden Lokalisationsmodalitäten zeigt sich ein Kontrasteffekt, der zudem eine starke Abhängigkeit von der spektralen Übereinstimmung von Ziel- und Hintergrundgeräusch aufweist. Die aufgetretene Asymmetrie könnte mit grundlegenden Unterschieden in der Leistung des auditiven System bei der Verarbeitung von Reizen aus hohen und tiefen Positionen in Verbindung stehen. In Anlehnung an [1], [3] wird als mögliche Ursache für den Kontrasteffekt eine Art Adaptation gesehen, die eine Anpassung des auditiven Systems an das dem Zielgeräusch vorangehende Hintergrundgeräusch bewirkt und die auch bei der Verarbeitung spektraler Richtungsinformation auftritt.

- [1] Canévet, G. & Meunier, S. (1996). Effect of adaptation on auditory localization and lateralization. *Acustica*, 82, 149-157.
- [2] Bridgeman, B., Aiken, W., Allen, J. & Maresh, T.C. (1997): Influence of acoustic context on sound localisation: An auditory Roelofs effect. *Psychological Research*, 60, 238-243.
- [3] Kashino, M. & Nishida, S. (1998). Adaptation in the processing of interaural time differences revealed by the auditory localization aftereffect. *Journal of the Acoustical Society of America*, 103, 3597-3604.



## Unterschiede in der auditiven Lokalisation bei Blinden und Sehenden

Jörg Lewald

Fakultät für Psychologie, Ruhr-Universität Bochum

joerg.lewald@ruhr-uni-bochum.de

Psychophysische Experimente mit Blinden zeigen meist eine hohe generelle Genauigkeit des räumlichen Hörens [1]. Im Gegensatz zu bisherigen Studien konzentriert sich die vorliegende Arbeit auf die Analyse systematischer Fehler der Schalllokalisation, die in Abhängigkeit von der Position des Kopfes relativ zum Rumpf auftreten [2,3].

Im ersten Experiment wurden fünf kongenital oder früh erblindeten und zehn sehenden Probanden über Kopfhörer dichotische Schallreize präsentiert, wobei sowohl die interauralen Zeit- oder Pegeldifferenzen wie auch die Kopfposition variiert wurden. Die Versuchspersonen gaben an, ob das intrakraniale Schallereignis links oder rechts der Medianebene des Kopfes erschien. Im zweiten Experiment richteten dieselben Probanden den Kopf auf Schallreize aus, die über Lautsprecher aus verschiedenen Richtungen in der Azimutalebene präsentiert wurden.

Beide Experimente zeigten relativ geringe, aber signifikante systematische Fehler, die bei blinden und sehenden Probanden entgegengesetzt waren: War der Kopf zur Seite gerichtet, nahmen Blinde sowohl dichotische Schallreize als auch Schallquellen im akustischen Freifeld zu der betreffenden Seite hin verschoben wahr. Demgegenüber war bei Sehenden - wie schon aus früheren Untersuchungen bekannt war [2,3] - das auditive Perzept zur Gegenrichtung verschoben.

Ein mögliche Erklärung für diese Diskrepanz ist, daß bei Blinden die visuelle "Kalibrierung" des räumlichen Hörens durch Nutzung audiomotorischer Information ersetzt wird. Eine neurale kompensatorische Plastizität bei Blinden könnte somit spezifisch die Integration auditiver räumlicher mit propriozeptiver und vestibulärer Information betreffen. Diese Hypothese wird durch Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren bei Blinden gestützt [4], die bei auditiver Lokalisation eine verstärkte Aktivierung des Parietalkortex zeigten, eines Areals, das offenbar bei diesem Integrationsprozeß eine zentrale Rolle spielt [5].

- [1] Röder B, Teder-Sälejärvi W, Sterr A, Rösler F, Hillyard SA, Neville HJ (1999) *Nature* 400: 162-166
- [2] Lewald J, Ehrenstein WH (1998) *Exp Brain Res* 121: 230-238
- [3] Lewald J, Dörscheidt GJ, Ehrenstein WH (2000) *Behav Brain Res* 108: 105-125
- [4] Weeks R, Horwitz B, Aziz-Sultan A, Tian B, Wessinger CM, Cohen LG, Hallett M, Rauschecker JP (2000) *J Neurosci* 20: 2664-2672
- [5] Lewald J, Foltys H, Töpper R (2002) *J Neurosci*: im Druck

## **Sprachperzeption bei Störgeräuschen: Eine entwicklungspsychologische Untersuchung**

**Harry de Maddalena & Eva Giebel**

**Universitäts-HNO-Klinik, Tübingen**

**hg.demaddalena@t-online.de**

In dieser explorativen Untersuchung wurde erfasst, ob die Hörleistungen normalhörender Grundschul Kinder bei Störgeräuschen mit denen von Erwachsenen vergleichbar sind und ob sich beim binauralen Hören die Verständlichkeit signifikant verbessert. Weiterhin wurde die divergente Validität des verwendeten Hörtests überprüft und anhand eines Extremgruppenvergleichs untersucht, ob sich bei Kindern mit unterschiedlichen Schulleistungen differentielle Effekte zeigen. 30 Kinder mit Lese- und Rechtschreibstörungen (LRS) sowie 27 schulunauffällige Kinder im Alter von 8 bis 11 Jahren ( $M = 9,4$  Jahre) wurden am Audiometer mit dem „Beidohrigen Zahlentest im Störgeräusch“ (BZT) von Sauer getestet. Im BZT wird konstant von vorne ein immer gleichlautes, kontinuierliches Rauschen (70 dB) vorgegeben. In fest definierten Abständen werden dann Gruppen von Zahlenwörtern a) von rechts, b) von links und c) von vorne genannt. Die Lautstärke der Zahlen wird um jeweils 5 dB abgesenkt, bis für die drei Untersuchungsbedingungen Mithörschwellen (50%-Zahlenverständnis in dB) ermittelt werden können. Für diese Schwellen liegen Referenzwerte für Erwachsene vor. Weiterhin wurden die sprachfreie Intelligenz sowie sequentiell-sprachliche Arbeitsgedächtnisleistungen erfasst. Die Kinder erzielten beim Hören von vorne ähnlich gute Leistungen wie Erwachsene. Durch das binaurale Hören (von rechts oder von links) verbesserte sich das Zahlenverstehen. Der binaurale Hörgewinn war jedoch beiderseits um durchschnittlich 5,5 dB geringer als bei Erwachsenen. In einer einfaktoriellen Varianzanalyse zeigte sich nur für das Hören von rechts eine geringfügige, signifikante Leistungsverbesserung mit zunehmendem Lebensalter. Die BZT-Ergebnisse korrelierten nicht mit der sprachfreien Intelligenz sowie sequentiell-sprachlichen Gedächtnisleistungen. Auch bestanden zwischen LRS- und Kontrollgruppe keine signifikanten Leistungsunterschiede. In der untersuchten Altersgruppe ließen sich mit dem BZT binaurale Höreffekte nachweisen. Ungeklärt ist allerdings, warum 8- bis 10-jährige Kinder noch nicht das Leistungsniveau von Erwachsenen erreichen. Zur Beantwortung dieser Frage sind weitere Untersuchungen erforderlich, die unter expliziter Berücksichtigung von Perzeptionsstrategien klären, ab welchem Lebensalter sich bei Kindern das binaurale Hören dem Erwachseneniveau annähert. Die Leistungsvarianz im BZT war unabhängig von der sprachfreien Intelligenz und der auditiv-sequentiellen Merkfähigkeit. Zentrale Anforderungen an die divergente Validität des BZT wurden somit erfüllt. Allerdings ließ sich im Gruppenvergleich keine differentielle Validität belegen. Dieser Befund weist nicht darauf hin, dass bei LRS-Kindern eine gravierende Störung in der auditiven Perzeptionsentwicklung vorliegt.

## **Elementary auditory percepts: Atoms of auditory perception?**

**Christian Kaernbach**

**Institut für Allgemeine Psychologie, Universität Leipzig**

**christian@kaernbach.de**

If presented with random visual stimuli, observers tend to discern elementary percepts such as lines and edges. This was the cause of the reports of “Martian channels” observed by renowned astronomers a hundred years ago and is the basis for the continuing success of line drawings for visual illustrations such as architectural drawings or cartoons. The elementary importance of lines to perception stressed by Gestalt psychologists is underpinned by data of the visual cortex of the cat where Gabor-like edge detectors have been confirmed by means of random stimulation. Visual perception could be said to be built from line percepts. Are there elementary auditory percepts of equal importance?

In the present contribution we argue that percepts resulting from random stimulation represent a testing probe in the field of the elementary percepts of the respective modality. Consequently, we determine which kinds of auditory elementary percepts can be heard in white noise. One should, however, realize that random auditory stimulation is by definition transient and will not elicit percepts comparable to those elicited by a stationary visual display. In order to give the auditory system the possibility to confirm the weak percepts arising from random stimulation it is necessary to present the same noise segment again and again (see [www.periodic-noise.de](http://www.periodic-noise.de)). By means of a behavioral reverse-correlation technique the spectro-temporal patterns that correspond to these basic percepts are established. Typical patterns found are stimulus edges in frequency, two-field transient detectors and synchronous double-edge detectors in octave separation. These data compare well to recently published spectro-temporal receptive fields of neurons in the primary auditory cortex of awake monkeys. This strengthens the view that the percepts elicited by periodically repeated white noise are the sought-after elementary auditory percepts.

## **The magnitude of auditory pseudoneglect differs in the auditory fields**

**Ralf Goertz & Ruxandra Sireteanu**

**Institut für Psychologie, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt**

**r.goertz@psych.uni-frankfurt.de**

Pseudoneglect is a phenomenon occurring in the visual domain. Asked to mark the centre of horizontal lines, normal subjects tend to bisect them in a way that the left part of the line is shorter than the right. One explanation for this effect is an assumed overattention of the left part of the outer world. Goertz & Sireteanu [1] have shown that a similar effect also occurs in the auditory domain. When subjects are asked to decide whether a short burst of white noise comes from left or right the point of subjective equality (PSE) is shifted about  $1^\circ$  to the left. In this study, we further investigate this phenomenon by examining its dependence on the lateral position of the stimulus. It is known that for lines presented in the left visual field the effect gets stronger whereas in the right visual field it is attenuated. Therefore, we assume that a similar dependence will be found in the auditory domain.

Twenty four subjects took part in the experiment. In each trial, they were presented with two short white noise stimuli separated by an interstimulus interval of 1 second. The stimuli were applied via headphones and subjects were blindfolded throughout the experiment. The task was to decide whether the second stimulus was left or right of the first (reference) stimulus. The reference stimulus was located either left or right from the centre with an eccentricity of about  $17^\circ$ . This was accomplished by applying an interaural time difference (ITD) of  $167 \mu\text{s}$ . The position of the second stimulus was varied by changing the ITD according to an adaptive rule. Each subject's responses were fitted to two logistic psychometric functions and the corresponding PSE's were determined.

PSE's were significantly shifted to the left by  $9 \mu\text{s}$  (about  $1^\circ$ ). Furthermore, there was a significant difference between the left ( $23 \mu\text{s}$  to the left) and the right ( $5 \mu\text{s}$  to the right) "auditory field" PSE's.

These results further support our hypothesis of auditory pseudoneglect. There was not only an overall shift of the PSE's to the left but also a difference between left and right. This is similar to what is usually found in the visual domain suggesting a common mechanism for both senses.

- [1] Goertz, R. & Sireteanu, R. (2001) Short bursts of white noise are heard as being shifted about  $1^\circ$  to the right of their true position. Beiträge zur 4. Tübinger Wahrnehmungskonferenz. Knirsch Verlag, Kirchentellinsfurt.

## **Effects of affective context information on the crossmodal integration of auditory and visual information: An fMRI study**

**Susanne von Frowein, Gebhard Sammer, Peter Kirsch & Dieter Vaitl**

**Bender Institute of Neuroimaging, Universität Gießen**

**Hamaca@web.de**

This study was conducted to (1) replicate the results of Calvert et al. (2000). Calvert et al. reported that areas located at the superior temporal sulcus responded under conditions of audio-visual crossmodal integration similar to the response of multisensory integrative cells in animals. The frontal cortex, sensory specific areas, and other heteromodal areas were reported to show activation patterns during crossmodal integration. (2) Attention, motivation and emotion modulate the processing of more complex sensory stimuli, e.g. word-forms, faces, sequences of tones (Mesulam, 1998). Emotional effects on the activation patterns of these previously identified structures were studied.

Twenty subjects watched short movies showing a story telling face. The stories differed in terms of their emotional content (positive, neutral, negative). Each movie was watched twice. Once the auditory and visual speech were congruent, once the auditory speech lagged at 500ms. Auditory and visual speech were multiplexed at a rate of 30sec and 39sec respectively, resulting in four conditions, i.e. rest (R), auditory speech (A), visual speech (V) and auditory-visual speech (AV). Movie recognition was controlled by a pre-exposition session. BOLD-signals were recorded using echo-planar imaging (24 slices, interleaved measurement, thickness 5mm, zero-gap, flip angle=30, TA=100ms, TE=60ms, TR=3.4sec., FOV=192). SPM99 was used for time-slice correction, realignment, normalization, smoothing (FWHM=8mm), and statistical analysis. Individual GLMs were fitted to the data. Regressors were R, A, V, AV, and movements. Group statistic parametric maps were computed as 2nd level random effects analysis. (1) Main findings of Calvert et al. were replicated revealing the left superior temporal region, left sensory specific cortical areas as structures which are sensitive to heteromodal information processing. Additionally, a small area partly including left intraparietal sulcus, the left insula, the right lingual gyrus and a prefrontal medial cluster of voxels indicated crossmodal integration. All of these areas previously were found to be active in crossmodal integration tasks. (2) Based on individual ratings the story content had an effect on the activation pattern. For negative stories the activations in superior temporal gyrus, insula, and inferior frontal gyrus were increased under the crossmodal integration condition. For the positive story more activation was seen in the lingual gyrus, superior parietal areas including the intraparietal sulcus, and both receptive and expressive speech areas (BM 44 and 40). Although the task was slightly different from Calvert et al., the main findings could be replicated. Based on the preliminary results of this study, emotion processing is supposed to have a modulatory effect on crossmodal integration.

Calvert, G.A., Campbell, R., & Brammer, M.J. (2000). Evidence from functional magnetic response imaging of crossmodal binding in the human heteromodal cortex. *Current Biology*, 10 (11), 649-57.

Mesulam, M.M. (1998). From Sensation to Cognition. *Brain*. 121, 1013-52.

## **Dynamics of brain state transitions during anesthetic induction in the monkey**

**Florent Haiss, David Leopold, Yusuke Murayama & Nikos K. Logothetis**

**Max-Planck-Institute for Biological Cybernetics, Tübingen**

**florenthaiss@gmx.de**

Sensory processing, as well as motor planning and execution, are well-studied aspects of primate brain function. However, it is well known that cortical and subcortical structures engage in significant activity unrelated to a sensory stimulus or motor response. Much of this activity is not random, but rather reflects the brain's own homeostatic mechanisms, typically involving interactions between diverse cortical and subcortical structures. Such activity changes are particularly pronounced during transitions of consciousness, such as those occurring during natural sleep or anesthesia. In the present study, we examined the dynamics of changes in sensory processing accompanying the loss of consciousness in monkeys undergoing anesthetic induction.

We measured the auditory evoked potential (AEP) to a series of short clicks (5 Hz, 0.1 msec.) in monkeys during anesthetic induction. In all cases, the animals were brought to the setup awake and maintained spontaneous respiration throughout the course of the experiment. On different days, the anesthetics ketamine (KET), propofol (PRO), isoflurane (ISO), and sevoflurane (SEVO) were administered while the animal was awake. KET and PRO were delivered intravenously using a remote controlled syringe pump. ISO and SEVO were provided via mask from an anesthesia machine.

Prior to anesthesia, consistent peaks appeared at 30 ms (Pa) and 50 ms (Nb) in the AEP. The amplitude and latency of these peaks are known to be affected by anesthetic level. We found that during induction and emergence with ISO and PRO, the changes in both the latency and amplitude were more closely related to the animal's visible state than to the measured anesthetic concentration.

The results suggest that, at least for light anesthetic levels, conscious transitions draw upon endogenous mechanisms that are impacted by, but not unambiguously determined by, anesthetic concentration.

## Time-course of visual-auditory integration

Heike Heuermann, Petra A. Arndt & Hans Colonius

Institut für Kognitionsforschung, Universität Oldenburg

heike.heuermann@mail.uni-oldenburg.de

Multisensory, visual-auditory interaction has been found to depend on the temporal and spatial relationship between the stimuli (e.g. Hershenson, 1962, Bernstein & Edelstein, 1971). More recent investigations have shown that the perceived position of an auditory signal changes during the time course of auditory processing (Frens and van Opstal, 1995). The auditory system processes horizontal position faster than elevation. So far these findings have not been taken into account in research on visual-auditory integration.

The current study aims to investigate this issue. In particular, we aim to test whether in case of incomplete processing of the auditory stimulus top-down or bottom-up processes determine the perceived spatial distance between visual target and auditory accessory. Different predictions for the intersensory facilitation effect (IFE) can be made for top-down and bottom-up processes: (1) Top-down processes would provide a specific default value, and thus IFE would be independent of the spatial position of the auditory stimulus. (2) Bottom-up processes could provide a preliminary estimate of auditory stimulus elevation. In this case IFE would depend on the physical position of the auditory even if the stimulus is not processed completely. As a measure for the IFE we used saccadic latencies in a focussed attention paradigm. Here the subject is asked to respond to a target stimulus, e.g. a visual signal, and to ignore an accessory, e.g. an auditory stimulus. To manipulate the state of processing we presented the accessory auditory with different temporal delays (SOAs) with respect to the visual target. Six SOAs were chosen such that for certain SOAs the localization of the auditory stimulus was expected to be incomplete when the response was elicited. Visual and auditory stimuli were presented at four different positions ( $\pm 25^\circ$  horizontal eccentricity,  $0^\circ$  or  $20^\circ$  elevation) in varying spatial combinations. When the accessory auditory signal was presented prior to the visual target, IFE depended on spatial distance. In contrast, when it followed the visual target, auditory stimulus elevation was no longer effective. These findings indicate that the time course of auditory processing affects intersensory interaction. A detailed analysis favours the assumption of a default value, i.e., the top-down hypothesis.

Bernstein, I.H., Edelstein, B.A. (1971) *J. Exp. Psychol.*, 97:241-247

Frens, M.A., Van Opstal, A.J. (1995) *Exp. Brain Res.* 107:103-117

Hershenson, M. (1962) *J. Exp. Psychol.* 63: 289-293





# Index der Autoren

## A

Altmann 80  
Anders 201  
Andres 56  
Arndt 215  
Aschenbrenner 60, 145

## B

Bablok 145  
Bach 36, 69, 108, 123, 197  
Banks 47  
Bartels 85  
Barth 92  
Bayerl 111  
Bense 127  
Berger 186  
Bertamini 109  
Bicchi 48  
Birbaumer 116, 146, 201  
Bischoff 144  
Bockhorst 153  
Böhm 116  
Bondar 88  
Brandler 205  
Brandt, S 99  
Brandt, T 127  
Braun 146, 147  
Bremmer 160

Bröhmer 197  
Bülthoff, H 77, 80, 134, 138, 141, 162,  
165, 186  
Bülthoff, I 83, 84  
Bunzenthall 93  
Busch 188

## C

Carbon 78  
Carbone 183  
Chakraborty 37  
Cheng 83  
Churan 110, 119, 124  
Colonius 153, 215  
Cunningham 77, 142

## D

Davidoff 79  
de Maddalena 210  
Deco 175  
Deubel 155  
Diederich 153  
Diehl 99  
Dieterich 127  
Döing 197  
Dorr 92

## E

Eichhammer 60  
Eichner 167  
Ekroll 55, 57  
Erb 201, 202  
Ernst 44, 47

## F

Fahle 34, 35, 40, 89, 99, 138, 141  
Faul 55, 57  
Fillbrandt 168  
Fink 160  
Fleischer 149  
Förster 125  
Franz, G 165  
Franz, V 138, 141  
Friederici 29

## G

Garbade 155  
Gavrik 63  
Gegenfurtner 61, 118  
Getzmann 208  
Giebel 210  
Giese 110, 121  
Gieselmann 139  
Gillner 169  
Glasauer 163  
Godde 147  
Goertz 212

Golla 179  
Golz 117  
Götzl 199  
Grabbe 182  
Graf, A 77  
Graf, M 82  
Grodd 80, 201, 202  
Groeben 140

## H

Haarmeier 37, 179  
Haas 132, 140  
Haiss 214  
Hansen 70  
Heil 190  
Heine 95  
Heinrich 69, 108, 123  
Heinz 146  
Heinze 118  
Heller 105  
Hellmann 135  
Henning 100  
Hertel 62  
Herzog 40  
Heuermann 215  
Heumann 141, 174  
Hofbauer 113  
Hofer 72  
Hoffman 54  
Hoffmann 139, 143, 160  
Huber, J 135  
Huber, S 31  
Hübner, R 76  
Hübner, W 171  
Huckauf 96

## I

Ilg 110, 119, 124, 152

## J

Jainek 170  
Jainta 102  
Jaschinski 102, 154  
Jin 169

## K

Kaernbach 81, 142, 211  
Kaiser, J 112  
Kaiser, M 164  
Kallmann 59  
Kammer 71, 86, 202  
Kandil 89  
Kappers 45  
Kasten 93  
Kavsek 30  
Kerzel 133  
Kircher 85  
Kirsch 144, 213  
Kiss 176  
Klatzky 46  
Klein 60  
Kleiser 143  
Kloke 154  
Klotz 141  
Knappmeyer 83  
Korell 31  
Kornmeier 69  
Kourtzi 80  
Krägeloh-Mann 116  
Krause 196

Kreiner 66  
Krummenacher 180, 188  
Kruse 139

## L

Lange, J 120  
Lange, K 60, 145  
Lange, R 147  
Lappe 120, 164, 166  
Lauinger 52  
Lavrov 115  
Leder 78, 195  
Lederman 46  
Lee 87  
Leopold 67, 68, 88, 214  
Lewald 209  
Lindner 152  
Lingnau 192  
Liske 91  
Lison 49  
Logothetis 67, 68, 87, 88, 97, 214  
Loose 145  
Lotze 201  
Ludwig 98, 103  
Lüer 196  
Lutzenberger 112

## M

Mahn 177  
Maier 67, 68  
Mallot 158, 159, 161, 171  
Marx 127  
Mausfeld 117  
Meigen 95  
Meißner 60  
Meyer 113

Michels 166  
Morgan 99  
Müller, D 189  
Müller, H 177, 180, 184, 188  
Müller-Oehring 93  
Müller-Plath 185  
Munka 142  
Murayama 214

## N

Neumann, H 90, 111  
Neumann, O 141  
Neumeyer 39, 59  
Niederée 57  
Nitschke 194  
Noguchi 38  
Normann 197  
Nubel 29

## O

Oreja-Guevara 143  
Osman 136

## P

Pauls 88  
Paulus 143  
Pavlova 116, 126

Pieper 103  
Pinna 41  
Pinnow 199  
Plewnia 85  
Poggel 93  
Pollmann 177, 184  
Polunin 204  
Popp 167  
Präg 141  
Pretschner 49  
Probst 145  
Puls 86

## R

Raab 130  
Rainer 87, 97  
Rammsayer 203, 205  
Reimann 177, 180, 189  
Renkl 123  
Rentschler 38  
Richter 53, 56, 57  
Richwien 114  
Riecke 162  
Rieger 118  
Rinkenauer 136  
Ripper 112  
Rodriguez 54  
Roehrbein 113  
Rolke 190  
Rolls 175  
Rosenzweig 73, 104  
Rotter 62  
Rüb 119  
Ruppertsberg 109

## S

Sabel 93  
Sadowski 201  
Sammer 144, 213  
Saur 202  
Schack 196  
Schade 167  
Schaeffel 156  
Scharlau 174  
Schill 113  
Schlack 160  
Schmidt 168, 170, 187, 196, 198  
Schmidtbleicher 132  
Schmolke 159  
Schöning 27  
Schramme 59  
Schrauf 42  
Schubö 191  
Schuchardt 73, 104  
Schultz 53  
Schumann 119  
Schwaninger 72  
Schwarz 91  
Schwarzer 26, 31  
Schweizer 146  
Seidemann 156  
Seitz 143  
Shelley 119  
Sireteanu 28, 212  
Skrandies 98  
Sokolov 116, 126  
Spang 99  
Spillmann 41  
Staudt 116  
Steckner 148  
Stephan 127  
Stevens 91  
Strasburger 94  
Stürzl 161

## T

Tabeling 153  
Tempelmann 118  
Terwey 99  
Thielscher 90  
Thier 37, 179  
Thoma 79  
Topka 146  
Troje 114, 115, 125  
Trommershäuser 187  
Tschalener 139  
Tucha 60, 145

## U

Ulrich 136, 194

## V

Vaina 121  
Vaitl 144, 213  
Vath 196  
Volberg 76  
von Cramon 177, 184  
von der Heyde 134, 162, 165, 186  
von Frowein 213  
von Mühlennen 81, 189  
Vorberg 192, 198  
Vorwerg 71

## W

Wachtler 62  
Walter 61  
Wascher 137, 176, 178, 181  
Weber 29  
Weidner 184  
Weiss 156  
Werner, R 81  
Werner, S 170, 187, 196  
Westphal 149  
Wichmann 100  
Wiech 146  
Wiegand 137  
Wiener 158  
Wilimzig 196  
Wilke 67, 68  
Wolber 176, 181  
Wolf, K-H 49

Wolf, R 73, 104  
Wollschläger 54  
Wuerger 109, 113

## Y

Yoon 85  
Yousry 127

## Z

Zauner 31  
Zetzsche 113  
Zihl 175  
Zilles 160  
Zwisler 60