



## Ken Cheng, Ph.D.

Professor der Psychologie

Macquarie University, Sydney

Born in 1956 in Hong Kong

Studied Psychology and Human Development at the University of Toronto, Harvard University, and the University of Pennsylvania

SCHWERPUNKT

---

### ARBEITSVORHABEN

## Orte finden: Entwicklungs- und vergleichende Perspektiven

The comparative study of spatial cognition and the human development of spatial cognition used to be quite separate areas of study. In the last decade, however, much cross-fertilization has taken place. A good deal of this work concerns the use of the geometry of surfaces to re-orient after disorientation, which started with my early work on rats (Cheng 1986). The work has extended to other vertebrate species, including humans, other mammals, and birds. It has also spread to neuropsychology and artificial intelligence. Another much-researched topic in spatial cognition is path integration. In path integration, an animal keeps track of the straight-line distance and direction from its starting point as it travels. Path integration, too, has been studied in many species, including invertebrates, rats, humans, and others. It is high time to synthesize the developmental and comparative perspectives on topics such as the use of geometric properties, path integration, and others. The aim of this project is to bring together active researchers studying the human development of spatial cognition with those studying the comparative cognition of space. The project aims to unite developmental psychologists with comparative psychologists to discuss and compare diverse but related extant results and to formulate hypotheses and research programs. In the process, we hope to meet occasionally with neuroscientists working on spatial cognition as well, in order to gain a neurophysiological perspective.

### Recommended Reading

Cheng, Ken. "A purely geometric module in the rat's spatial representation." *Cognition* 23 (1986): 149-178.

- "The vector sum model of pigeon landmark use." *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 15 (1989): 366-375.

- "How honeybees find a place: Lessons from a simple mind." *Animal Learning and Behavior* 28 (2000): 1-15

## Bemerkungen zur Orientierung von Tieren

In meinem Vortrag möchte ich Ihnen verschiedene Orientierungsmechanismen von Wirbeltieren und wirbellosen Tieren vorstellen. Es geht in meinen Beispielen um Bewegungen über kurze Strecken (von einigen Metern über einige Hunderte von Metern). Dabei ist das Konzept des Servomechanismus zum Verständnis dieser Mechanismen zentral. Ein Servomechanismus besitzt einen zentralen Komparator, der mit den Input- und Outputsystemen verbunden ist. Der Komparator vergleicht einen Standard (der festlegt, wie die Dinge sein sollten) mit der Aufzeichnung der gerade aktuellen Inputs (der bestimmt, wie die Dinge gerade sind). Die Differenz bezeichnet einen Fehler, und der Fehler steuert die Outputsysteme. Wenn das ganze System richtig funktioniert, sollte die Fehlerquote von der ausgeführten 'Handlung' reduziert werden. Auch werden die aktuellen Inputs von der Handlung verändert; damit wird eine negative Feedback-Schleife vervollständigt. Bei Servomechanismen, die für das Auffinden von Orten zuständig sind, ist der Standard ein räumliches Ziel (also ein Ort, den es zu erreichen gilt). Verschiedene Wahrnehmungsinputs sorgen dafür, dass der aktuelle Standort 'gelesen' wird. Andere Mechanismen bestimmen wiederum das Ziel und den Standort auf verschiedene Weise.

Bei der Pfadintegration handelt es sich um einem Mechanismus, der dafür zuständig ist, dass das Tier die Distanz (sozusagen Luftlinie) und die Richtung nicht aus den Augen verliert, wenn es sich auf den Weg macht. Orte werden als Vektoren vom Ausgangspunkt her bestimmt. Dem 'Input' nachzugehen ist der schwierigste Teil dieser Strategie, denn der Vektor (eine Distanz und ein Ziel) muss in den normalerweise gewundenen Weg integriert werden. Wenn es Zeit ist, nach Hause zu gehen, ist der Null-Vektor der Standard. Der aktuelle errechnete 'Auslauf'-Vektor muss also wieder auf Null reduziert werden. Ich möchte Ihnen ein Beispiel exzellenter Pfadintegration vorstellen - die Wüstennameise *Cataglyphis*.

Sich neu zu orientieren heißt festzustellen, welche Richtung denn nun welche ist, nachdem man die Orientierung verloren hat. Ich zeige Ihnen einige Laborexperimente an Ratten und Menschen, die sich auf einem rechteckigen Feld in einem Innenraum neu orientieren sollten. Allen Wirbeltieren ist gemeinsam, so das Ergebnis, dass die Neuorientierung (der Standard in meinem Konzept des Servomechanismus) in vielen Fällen auf der groben geometrischen Form des Raumes beruht. Nicht-geometrische Anhaltspunkte, die die Neuorientierung erleichtern könnten wie etwa Farben, optische Muster, einzelne Objekte und Gerüche werden häufig nicht genutzt.

Das auf Orientierungspunkte gestützte Raumgedächtnis, auch Piloting oder Mnemotaxis genannt, ist ein Mechanismus, der Orte anhand von den ihm umgebenden Orientierungspunkten definiert. Der Standard wird danach festgesetzt, wie die umgebenden Orientierungspunkte aussehen sollen, wenn man am Ziel ist. Die Bestimmung des aktuellen Ortes richtet sich auch danach, wie die Orientierungspunkte der Umgebung aussehen. Das Tier bewegt sich dergestalt, dass es eine Diskrepanz reduzieren kann - dazwischen, wie die Dinge tatsächlich aussehen und wie sie aussehen sollten. Als Beispiel möchte ich Ihnen die auf Orientierungspunkte gestützte Suche von Labortauben zeigen. Im Wesentlichen vergleicht die Taube Vektoren mit Orientierungspunkten, Sollvektoren und tatsächliche Vektoren.

Schließlich möchte ich die Orientierung der Honigbienen während der Futtersuche erörtern. Die Biene verwendet eine Folge von Servomechanismen, um das Ziel zu erreichen und vollzieht dabei einen Prozess, in dem sie ein schwieriges Problem in eine Reihe leichter Aufgaben zerlegt. Diese Servomechanismen umfassen Pfadintegration zu Zielgebiet, den Flug in Richtung eines erkannten Orientierungspunktes in der Nähe (ein Prozess, den man Beaconsing nennt) und den Abgleich von Bildern (image matching). Beim Image matching - das auf Orientierungspunkte gestützte räumliche Gedächtnis der Biene - versucht das Tier, die Bilder von den sie umgebenden Orientierungspunkten damit abzugleichen, wie sie vom Ziel her aussehen sollen.

Die Servomechanismen beim Finden von Orten können vielleicht nicht jede Orientierungsleistung erklären, aber sie helfen uns dabei, viele Arten der Orientierung von Tieren in einem kleinen räumlichen Radius zu verstehen.

Cheng, Ken (2007)

Bayesian integration of spatial information

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1047092409>

Cheng, Ken (Oxford,2006)

Flower symmetry preferences in honeybees and their crab spider predators

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1047227177>

Cheng, Ken (Washington, DC,2005)

Shape parameters explain data from spatial transformations : comment on Pearce et al. (2004) and Tommasi & Polli (2004)

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1686715978>

Cheng, Ken (Oxford,2005)

Behavioral ecology of odometric memories in desert ants : acquisition, retention, and integration

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1047211653>

Cheng, Ken (Cambridge,2005)

Context cues eliminate retroactive interference effects in honeybees *Apis mellifera*

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1047211122>

Cheng, Ken (2005)

Is there a geometric module for spatial orientation? : Squaring theory and evidence

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1043290796>

Cheng, Ken (2004)

K.J. Jeffery (ed). The neurobiolgy of spatial behaviour, Oxford University Press, Oxford, 2003

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=104738695X>