

**Zeitschrift:** Mobile : die Fachzeitschrift für Sport  
**Herausgeber:** Bundesamt für Sport ; Schweizerischer Verband für Sport in der Schule  
**Band:** 7 (2005)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Teamwork der Sinne  
**Autor:** Théraulaz, Bertrand  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-992223>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 13.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Teamwork der Sinne

So banal es klingt: Im Alltag – besonders aber auch im Sport – ist es entscheidend, die Standorte von Gegenständen, Partnern und Gegnern wahrzunehmen und sich der eigenen Position im Raum bewusst zu sein. Bei diesem Orientierungsprozess arbeiten verschiedene Sinne zusammen. Tun sie das nicht oder nicht gut, bringt uns das schnell einmal aus dem Gleichgewicht.

Bertrand Théraulaz

«**W**er sich einen Punkt im Raum vorstellt, stellt sich in Wirklichkeit vor, wie er dorthin gelangen kann.»<sup>1</sup> (Siehe Literaturhinweis auf Seite 15) Sich orientieren bedeutet in erster Linie eine Absicht, die von der Wahrnehmung bestimmt ist. Der Blick ist eine Projektion des Gehirns auf die Welt, denn wir schreiben den Dingen systematisch eine Bedeutung zu. In diesem Sinne handeln wir auch. Dabei kommunizieren unsere verschiedenen Sinnesorgane miteinander und beeinflussen sich gegenseitig. «Die Sinne sind da, um Hypothesen zu überprüfen, und nicht nur, um Hypothesen zu schaffen. (...) Die Grenzen zwischen der Wahrnehmung und der Motorik sind fließend.»<sup>2</sup>

## Geh, wohin du schaust!

«Wenn etwas überraschend um die Ecke kommt, sucht der Blick zuerst nach möglichen Richtungen, um dem Objekt auszuweichen. Erst dann folgt die Ausweichbewegung. Das Auge geht also der Bewegung voraus und steuert sie. Diese Antizipation entsteht beim Kind im Laufe seiner Entwicklung (...). Die Fähigkeit, den Raum mit zielgerichteten Bewegungen aktiv zu erforschen, ist ein wichtiger Aspekt für die Orientierung.»<sup>3</sup> In einem Experiment haben Forscher die Augenbewegungen einer Person gemessen, die sich mit geschlossenen Augen auf einem Kreis mit einem Durchmesser von drei Metern bewegte. Man konnte zeigen, dass sich «der Blick» in die Kurve richtet und sich zeitlich immer etwa 300 Millisekunden vor den Füßen und dem Rumpf befindet. Mit anderen Worten: Wir bewegen uns dorthin, wohin wir blicken, und nicht umgekehrt. Das Hirn erarbeitet sich demzufolge nicht ein simples motorisches Programm für die Aufgabe, sich auf einer Kreisbahn zu bewegen. Wir stellen uns die Bahn vielmehr mental vor und vergleichen die wirklich ausgeführte mit der vorgestellten Bewegung.

## Die Orientierung an der Vertikalen

Wenn uns, wie Berthoz schreibt, die halbkreisförmigen Kanäle des Gleichgewichtsorgans im Innenohr über die Bewegungen des eigenen Körpers informieren (dies wird egozentriert genannt), macht die Natur uns ein Geschenk mit einem anderen Bezugspunkt für die Orientierung im Raum: der Schwerkraft. Nach Paillard spielt sie die Rolle eines «internen Lots», nach dem sich die eigenen Bewegungen richten können. Dies nennt er «geozentrisch». Die Schwerkraft ist eine Konstante, die mit spezialisierten Rezeptoren im Innenohr gemessen werden kann. Das so genannte Statolithenorgan hat die Aufgabe, den Neigungswinkel des Kopfes – gemessen an der Senkrechten, der Richtung der Schwerkraft – einzuschätzen. «Jeder von uns kann die Augen schliessen und ziemlich genau sagen, in welche Richtung die Schwerkraft zeigt.»<sup>2</sup>

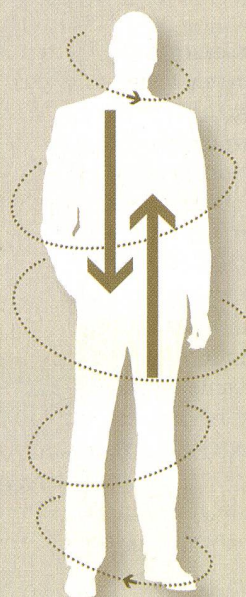


Abb. 1:

Die Schwerkraft ist ein Bezugspunkt für die Orientierung im Raum. Dabei läuft die Selbstorganisation der Motorik gegen unten vom Kopf und gegen oben von den Füßen her, ausgerichtet an der Senkrechten.





Wer sich orientieren will, muss Bezugspunkte haben. In der Fachsprache werden zwei Arten von Bezugspunkten unterschieden: selbstzentrierte (auf den eigenen Körper bezogen) oder fremdzentrierte (ohne Bezug zum eigenen Körper). Die meisten Tiere orientieren sich selbstzentriert, während die Primaten und der Mensch in der Lage sind, fremdzentrierte Bezugspunkte zu nutzen. Dank dieser Fähigkeit können Zusammenhänge zwischen Objekten hergestellt werden, ohne diese am eigenen Leib erfahren zu müssen. (...) Ausserdem sind fremdzentrierte Bezugspunkte unabhängig von der eigenen Bewegung. Genau das ist notwendig für mentale Simulationen. «Die Fähigkeit, fremdzentrierte Bezugspunkte zu nutzen, entwickelt sich beim Kind verzögert, sodass der Raum zuerst mit dem eigenen Körper als Bezugspunkt erfahren werden kann.»<sup>2</sup>

### **Kleine Experimente zum Testen**

Schauen Sie geradeaus und fixieren Sie einen Gegenstand. Wenn Sie nun den Kopf heben, bleibt das Auge an Ort. Der vestibulo-okulare Reflex ermöglicht, Bilder auf der Netzhaut des Auges während der Bewegung des Kopfes zu stabilisieren. Noch eindrücklicher ist folgendes Experiment: Betrachten Sie einen Gegenstand, schliessen Sie die Augen und denken Sie an den Gegenstand; nun heben Sie den Kopf und halten (mit geschlossenen Augen) den Blick auf den vorgestellten Ge-

genstand gerichtet; wenn Sie jetzt die Augen öffnen, werden Sie feststellen, dass sich das Auge nicht bewegt hat. Es hat im Dunkeln, dank dem vestibulo-okularen Reflex, eine Bewegung gegen die Rotation des Kopfes ausgeführt. Für eine Hebebewegung der Augen hätten mehrere Muskeln aktiviert werden müssen. Das ist ein gutes Beispiel für sehr einfache motorische Zusammenarbeit. In diesem letzten Fall kann die Steuerung als fremdzentriert bezeichnet werden, da die Bewegung nicht nur von der eigenen Position abhängt.

Und noch ein drittes Experiment: Blicken Sie geradeaus und schliessen Sie die Augen. Jetzt fixieren Sie mental ihre Nasenspitze; nun heben Sie den Kopf und halten den Blick hinter den geschlossenen Augen auf ihre vorgestellte Nasenspitze gerichtet. Wenn Sie nun die Augen öffnen, werden Sie feststellen, dass sich der Blick ebenfalls gehoben hat. Der Reflex wurde durch ein bestimmtes Signal unterdrückt. Es handelt sich dieses Mal um selbstzentrierte Steuerung, da die Bewegung unabhängig von äusseren Umständen war. Die Absicht geht der Handlung voran, und je nach Ziel verändert sich die Steuerung.

### **Die Absicht steuert die Handlung**

Im Laufe der Evolution hat sich der Mensch von vier Beinen auf zwei aufgerichtet und sich so, auch was die Schwerkraft betrifft, neu orientiert. Der aufrechte Gang ist eigentlich eine





Vereinfachung der nervlichen Abläufe. Eine Eigenschaft ist jedoch bei allen Säugetieren erhalten geblieben: die Stabilisation des Kopfes während einer Bewegung und damit die Stabilisation des Blickes.

Wenn eine Löwin beispielsweise eine Antilope jagt, bleibt ihr Blick auf der Beute haften. Der Kopf ist bemerkenswert ruhig und steuert die Bewegung des Körpers, der sich den Finten der Antilope anpasst. Wie beim Menschen können sich Blick und Kopf den notwendigen Gegebenheiten anpassen. Die Füße oder Pfoten können sich ganz schnell bewegen, während der Rumpf diese Bewegungen langsamer ausgleicht und den Körper so immer wieder ins Gleichgewicht bringt (grössere Trägheit des Rumpfs und Beckens). Wer einen dribbelnden Fussballer beobachtet, stellt fest, dass auch er mit seiner «Beute» spielt. Der Kopf ist verhältnismässig ruhig, der Blick «bleibt am Ball».

Als weiteres konkretes Beispiel im Sport stellen Sie sich vor, Sie hätten einen Ball in der Hand und möchten ein Ziel treffen oder einen Pass im Volleyball ausführen. Die Situation zwingt Sie aber, in eine andere Richtung zu schauen, als Sie werfen oder passen möchten. Es genügt, eine Absicht zu haben, und Sie antizipieren den Ort, wo Sie den Ball hinspielen möchten. Da diese Absicht die Bewegung steuert, werden Kopf und Körper folgen und eine natürliche, wirkungsvolle Geste ausführen.

#### **Flexibel handeln**

«Alles geschieht, als ob das Gehirn eine Art stabile Plattform wäre, auf der sich die Koordination der Gliedmassen abspielt. Wenn die Füße bei komplexen Bewegungen den Boden nur selten berühren, kann die Erdoberfläche nicht als Bezugspunkt dienen. Das Gehirn benutzt nun die Schwerkraft, um mithilfe des Gleichgewichtsorgans den Kopf zu stabilisieren und eine mobile Plattform als Bezugspunkt zu erhalten. (...) Die visuellen und vestibularen Rezeptoren kooperieren nun, um die Veränderungen des Lichtflusses im Auge zu messen.

### **Wer entspannt ist, hat Erfolg**

**I**n der folgenden praxisnahen Situation hat eine Person A verschiedene Aufgaben zu erfüllen, von denen sie die Reihenfolge aber nicht kennt. Sie kann einen Ball von 3, 4, 5, oder 6 zugeworfen bekommen (peripheres Sehen) oder sie

folgende richtige Bewegungsverhalten zu stärken. Dies ermöglicht, effizient auf die verschiedenen Aufgaben zu antworten. Beim Anfänger beobachtet man oft, dass er das Spielzeug seiner Antizipationen ist. Da er nicht verhindern kann, seine Handlungen zu antizipieren, löst das kleinste Zeichen eine Reaktion aus, die nicht zwingend Sinn macht (vor allem, wenn Wurf täuschungen erlaubt sind). Die Idee ist also, die Aufmerksamkeit für eine bestimmte Aufgabe qualitativ zu verbessern, denn «die Aufmerksamkeit ist eine gehaltene Bewegung, die aber gedanklich ausgeführt wird». Die Strategie geht dahin, sich zu entspannen und richtiges Verhalten (gesamthafte Orientierung) zuzulassen. Wer sich entspannen kann, kann loslassen, wer loslassen kann, ist situativ verfügbar, wer situativ verfügbar ist, erbringt bessere Leistungen.

*«Wer sich entspannen kann, kann loslassen,  
wer loslassen kann, ist situativ verfügbar,  
wer situativ verfügbar ist,  
erbringt bessere Leistungen.»*

muss sich umdrehen und den Ball, der mit einem Prellwurf von 1 oder 2 geworfen wird, auffangen (auditiver Reiz, 1 bestimmt die Abfolge der Würfe). Ziel einer solchen Übung ist es, das Vertrauen von A in die Wahrnehmung und das daraus



Das gleiche Prinzip wird angewandt, um die Satellitenbahnen im Weltall zu kontrollieren. Auf den Satelliten befindet sich eine Plattform, die ihre Position in Bezug auf die Sterne kontrolliert.»<sup>2</sup>

Die Bezugspunkte sind je nach Aufgabe, die zu erfüllen ist verschieden. Wichtig ist, flexibel handeln zu können. «Wenn man während des Gehens eine Zeitung liest, bilden Hände, Arme und Schultern eine Einheit, die als Block funktioniert und die Bewegungen gegenüber dem Kopf reduziert. Mit dem Ziel, die relative Bewegung zwischen der Zeitung und der Netzhaut zu minimieren und die Bewegung von der Hand zum Kopf weiterzuleiten. Umgekehrt ist das Beibehalten einer bestimmten Position der Hand im Raum – zum Beispiel wenn wir ein volles Glas in der Hand halten – begleitet von einer Ausgleichsbewegung der Schulter, die verhindert, dass sich die Bewegungen des Rumpfes nicht auf die Arme übertragen.» Damit das Glas voll bleibt, müssen sich die Bewegungen mit dem Glas gezwungenermassen in Richtung der Schwerkraft orientieren.

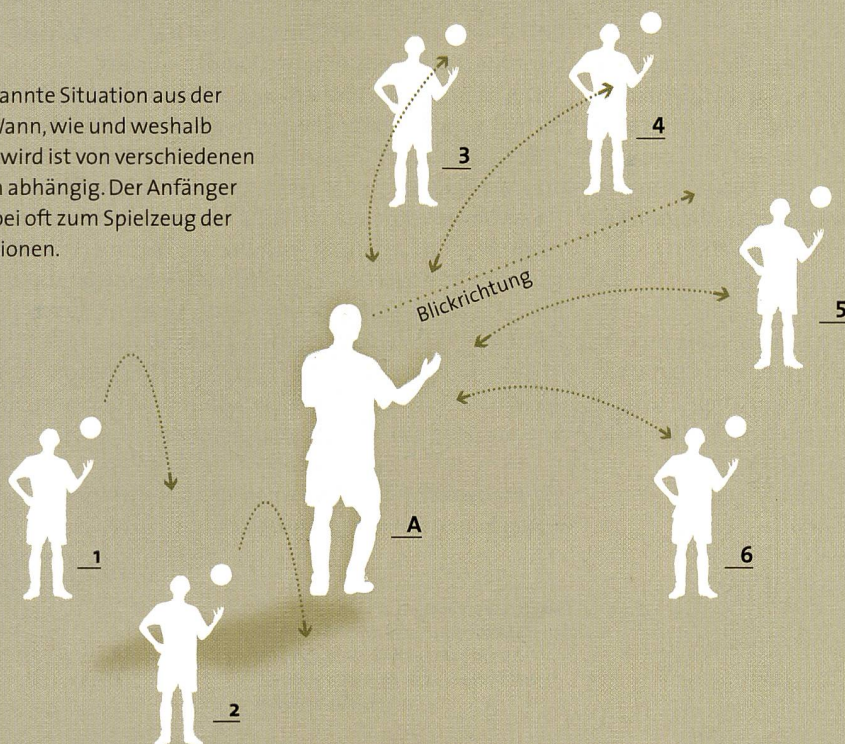
### Die Wahrnehmung als Handlungssimulation

Die gleichen Strukturen kommen bei einer vorgestellten und einer tatsächlich ausgeführten Bewegung ins Spiel. Das Hirn gibt nicht nur simple Antworten auf sensomotorische Reize: Motorische Befehle beeinflussen auf verschiedene Arten die Umsetzung von Sinneswahrnehmungen. Ist der motorische Befehl erteilt, ist die sichtbare Handlung eine wichtige Grundlage zur Gestaltung der Wahrnehmung. Anstatt lediglich Reize aufzunehmen und weiterzuleiten, bestimmt die Wahrnehmung die Handlung. Berthoz: «Wenn wir mit den Augen einen schnellen Richtungswechsel ausführen, ist dies eine Handlungsentscheidung und nicht nur die Antwort auf einen Reiz. Diese Bewegung ist die schnellste, die wir machen können. Sie dauert zwischen 20 und 150 Millisekunden und erreicht Winkelgeschwindigkeiten von 800 Grad pro Sekunde. Jede dieser Augenbewegungen besteht aus einer raschen Drehung, der

manchmal ein leichtes Gleiten folgt, um die Blickachse dem Zielobjekt anzupassen. Wenn der Blick das Zielobjekt noch nicht erreicht hat, finden weitere rasche Augenbewegungen statt.» Schliessen Sie ein Auge und drücken Sie von der Seite auf ihr anderes Auge, um es manuell zu verschieben – keine Angst, die Augen sind nicht zerbrechlich! Sie werden feststellen, dass sich während dieser passiven Bewegung des Auges die Umgebung zu bewegen scheint. Mit anderen Worten, wenn sich unser Bild der Welt auf der Netzhaut bewegt, haben wir den Eindruck, dass sich die Welt bewegt. Lenken wir hingegen die Augen ohne Ausseneinwirkung in eine andere Richtung, scheint uns die Welt stabil, da die Netzhaut mitgleitet. Forscher haben herausgefunden, dass sich die Abfolge von Augenbewegungen, die man benötigt, um ein Gesicht zu erforschen, nicht immer nach dem gleichen Schema abläuft. Wenn man sich davon überzeugen will, ob eine Person arm oder reich ist, wird die motorische Bahn des Auges einen anderen Verlauf nehmen, als wenn man sich überzeugen will, ob die Person gut frisiert ist oder abstehende Ohren hat usw. Auf die gleiche Weise unterscheidet sich die motorische Bahn des Auges vor einer Landschaft (oder einem Spielfeld) je nachdem, was man dort zu finden erwartet. «Ein Gesicht oder eine Umgebung erforschen erfordert komplexe kognitive Entscheidungen. Man versteht nun, dass die Bewegung der Augen ein interessantes Modell ist, um Entscheidungsprozesse und motorische Antworten zu studieren.»<sup>2</sup>

*Bertrand Théraulaz ist J+S-Fachleiter Volleyball und Koordinator der französischsprachigen Trainerausbildung bei Swiss Olympic. Kontakt: bertrand.theraulaz@baspo.admin.ch*

**Abb. 2:**  
Eine bekannte Situation aus der Praxis: Wann, wie und weshalb reagiert wird ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Der Anfänger wird dabei oft zum Spielzeug der Anizipationen.



### Literatur

- <sup>1</sup> Poincaré, H.: *La Valeur de la science* Paris, Flammarion, 1970.
- <sup>2</sup> Berthoz, A.: *Le sens du mouvement.* Paris, Odile Jacob, 1997.
- <sup>3</sup> Paillard, J.: *Brain and Space.* Oxford, Oxford University Press, 1991.
- <sup>4</sup> Eccles, Sir J.C.: *Wie das Selbst sein Gehirn steuert.* Berlin, Springer Verlag, 1994.
- <sup>5</sup> Massion, J.: *Cerveau et motricité.* Paris, PUF, 1997.