

Monographie mit Abhandlung der CDA-Methode, des zugrundeliegenden Hirnmodells der Reizreaktionskopplung und des signalanalytischen Vorgehens:

SCHENK GK (in Vorb) „Das prediktive Hirn. - Prediktionstheorie des bewußten Verhaltens.“

Autoreferat der Monographie

Das Grundlagenexperiment

Die "Prediktionstheorie" löst folgendes Problem: Mit einer Serie zweier unterschiedlicher und ungleich häufig auftretender Reize (wie typischerweise beim P3-Paradigma, z.B. häufige 800-Hz-, seltene 1400-Hz-Töne) werden 2 Versuche durchgeführt. Dabei wird bei unverändertem Reizinventar nur die Versuchsinstruktion variiert:

Versuch 1: Die Vp soll auf die häufigen und seltenen Reize mit der gleichen Reaktion (z.B. Zeigefingerextension) reagieren. Sie soll also ohne Reizunterscheidung eine gleichbleibende **nichtselektive** „Go“-Reaktion ausführen.

Versuch 2: Die Vp soll jetzt **selektiv** reagieren; sie soll die motorisch identische „Go“-Reaktion (Zeigefingerextension) nur auf die häufigen Reize ausführen, auf die seltenen Reize aber keine Reaktion zeigen

Ergebnis: Die Reaktionszeiten, gemessen anhand der Fingerextensionen, die **selektiv** durch die häufigen Reize ausgelöst werden (Versuch 2) sind im Durchschnitt ca. 80ms länger als die Reaktionszeiten anhand der Fingerextensionen, die **nichtselektiv** auf die häufigen Reize erfolgen (Versuch 1).

Diese Zeitdifferenz ist gesetzmäßig. Sie findet sich, obwohl es sich in beiden Versuchen in physikalischer Hinsicht stets um den gleichen Reiz (800-Hz-Ton) und die gleiche Reaktion (Zeigefingerextension) handelt. Die Zeitdifferenz aus den beiden Versuchen kann also nicht durch physikalische Unterschiede verursacht werden; sie ist allein durch den Unterschied zwischen nichtselektiver und selektiver Wahrnehmung bedingt.

Die P3-On-/Off-Funktion

Die (nichtselektive) Einheitsreaktion auf unterschiedliche Reize (Versuch 1) beschrieb Wundt vor über 100 Jahren als sog. **d-Reaktion** (im Unterschied zur selektiven **c-Reaktion** nach Donders Reaktionszeittypologie in Versuch 2). Unsere neurophysiologischen Aufzeichnungen der *Wundt'schen d-Reaktion* (Versuch 1) ergaben außer der kürzeren Reaktionszeit, dass bei der unterschiedslos gleichen, also nichtselektiven Motorantwort auf beide Reize, auch kein P3-Potential auftritt (**P3-OFF-Funktion**). Mit dem gleichen Reizinventar wird jedoch ein klassisches P3-Potential durch den seltenen Reiz ausgelöst, wenn selektiv reagiert wird (**P3-ON-Funktion**). In Versuch 2 wird selektiv bspw. eine Motorantwort auf den seltenen Reiz zurückgehalten (entsprechend *Donders c-Reaktion*).

Der Prediktionsmechanismus

Die aufgezeigten Effekte resultieren aus einem **Prediktionsmechanismus**. Demnach erfolgt jede Reaktion auf einen Reiz erst aufgrund der Übereinstimmung (**Koinzidenz**) der realen Wahrnehmung und der Wahrnehmungserwartung (**Prediktion**). Der Beweis für die Existenz der Prediktion ist der nur durch kognitive Voreinstellung erklärbare Reaktionszeitunterschied, wie er anhand des gleichen Reizinventars durch Versuch 1 und 2 demonstriert wird. Die Prediktion ist ein willentlich steuerbarer kognitiver Hirnrindenmechanismus. Instruktionsabhängig wird schon im Voraus zwischen nichtselektivem oder selektivem Wahrnehmungs-/Reaktionsverhalten gewählt. So ist die Prediktion nichtselektiv in Versuch 1 und selektiv in Versuch 2. In Versuch 1 kommt es daher ohne selektive Reizdifferenzierung, allein durch qualitative Tonwahrnehmung zur Koinzidenz mit der nichtselektiven (=qualitativen) Wahrnehmungserwartung. Der Zeitgewinn für die daraufhin erfolgende Reaktionsauslösung beträgt ca. 80 ms gegenüber der Reaktionsauslösung in Versuch 2, die eine selektive Differenzierung der beiden Reize erfordert. In Versuch 2 wird die Prediktion zudem durch das Ziel der geringstmöglichen Quote an Prediktionsfehlern bestimmt. Zum Erreichen dieses Ziels ist die Prediktion **jederzeit durch Evidenz lern- und korrekturfähig**. Die geringste Fehlerquote in Versuch 2 ergibt sich, wenn immer der Reiz mit der höheren Auftrittswahrscheinlichkeit erwartet wird. Die häufigen Reize führen dann stets unmittelbar zur Erwartungs/Wahrnehmungskoinzidenz. Die seltenen Reize bewirken hingegen eine (prediktiv erwartungsgemäße) **Koinzidenzabweichung** mit Auslösung eines P3-Potentials. Letzteres ist die Folge einer **hochadaptiven Ultrakurzzeitkorrektur** der (primär fehlerhaften) Wahrnehmungs-/Reaktionserwartung und der erst sekundär – nach der Korrektur – eintretenden Koinzidenz und Reaktionsauslösung. Die Grundlagen dieser Zusammenhänge bietet die **Prediktionstheorie** der Monographie.

Die reaktionskorrelierten Motorpotentiale des Gehirns

Die Monographie enthält auch eine Komplettdarstellung der durch den Autor entdeckten Hirnpotentiale, die durch Reaktionen auf Reize ausgelöst werden. Bei gleichen Motorantworten (z.B. Zeigefingerextension) sind diese Hirnpotentiale unabhängig von einer selektiven oder nichtselektiven Wahrnehmung. Auch unterschiedliche

Sinnesmodalitäten der Reize verändern ebenfalls *nicht* die Hirnpotentiale physikalisch übereinstimmender Reaktionsmotorik. Ihre strukturelle Konfiguration und Schädeltopographie ist stets identisch. Die Unabhängigkeit von Wahrnehmungsmodus und Sinnesmodalität sind Beweiskriterien **reaktiv ausgelöster Motorpotentiale**. Diese völlig neuartigen Hirnpotentiale werden in der Monographie beweiskräftig demonstriert und im Detail ausgearbeitet.

Die CDA-Methode (Crossed Double Averaging) und das zugrundeliegende Modell der zerebralen Reizreaktionskopplung

Die prediktiv wirksame Wahl zwischen nichtselektiver oder selektiver Wahrnehmung ist eine kognitive Leistung. Sie bedingt eine nichtlineare Kopplung von Wahrnehmung und reaktivem Motorverhalten. Jede Reizreaktionskopplung vollzieht sich stets von Neuem via neuronalem Netz mit optional einstellbarer, prediktiv operierender und hochadaptiver Informationsausschöpfung. Dieser nichtlineare Mechanismus hat auch bei identischen Reizreaktionskopplungen trotz konstanter Versuchsbedingungen immer eine kognitiv/neuronal verursachte Varianz der Reaktionszeiten zur Folge. Somit ist auch meßtechnisch niemals ein linearer Zusammenhang der Reaktionszeiten und der reaktiv evozierten zerebralen Motorpotentiale mit den reizauslösenden Triggerzeitpunkten gegeben. Mit den letzteren sind die zerebralen Wahrnehmungspotentiale linear korreliert. Und mit den Reaktionszeiten als periphere reaktionsspezifische Triggerzeitpunkte sind die reaktiv evozierten zerebralen Motorpotentiale linear korreliert. Die Nichtlinearität zwischen Wahrnehmung und Motorik entsteht durch die Kognition.

Die innovative CDA-Methode des Autors (Crossed Double Averaging) ermöglicht bisher nicht bekannte Zugriffe auf die hirnelektrischen Signale von Reizreaktionsepochen. Die CDA-Methode führt mit unübertrefflicher zeitlicher Auflösung und mit der z. Z. bestmöglichen funktionellen Genauigkeit zu spezifischen Indikatoren der Wahrnehmung, der (linear geschätzten) Kognition, der Motorik/des Verhaltens und der zerebralen Hintergrundaktivität.

Diese Indikatoren bilden die **Schleifenpotentiale** der transkortikalen Eingangs-Ausgangsschleife bewußter Reizantworten ab. Aus neurophysiologischer, pathodiagnostischer, pharmakologischer und therapeutischer Sicht ist die spezifische Separation und Simultandarstellung der genannten 4 Indikatoren elementarer Hirnfunktionen von überragender Bedeutung. Sie erweitern die neurophysiologische **Hirndiagnostik** um ein **Vielfaches**.