

SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 709 844 A2

(51) Int. Cl.: A61B 5/16 (2006.01)  
A61B 5/0476 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01009/14

(71) Anmelder:  
Arto Christian Nirkko, Bernstrasse 79  
3122 Kehrsatz (CH)

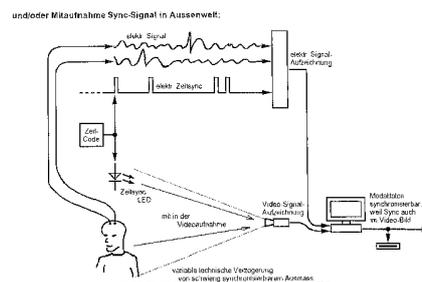
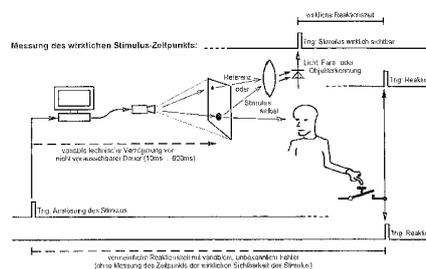
(22) Anmeldedatum: 02.07.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.01.2016

(72) Erfinder:  
Arto Christian Nirkko, 3122 Kehrsatz (CH)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der wirklichen Zeitpunkte von optischen oder akustischen Ereignissen bei Messungen von neurophysiologischen Signalen und Reaktionszeiten.

(57) Die Messung von Zeitdifferenzen (beispielsweise Reaktionszeiten) bezieht sich auf oft durch Triggersignale festgelegte Zeitpunkte, welche der Auslösung eines Stimulus und der erfassten Reaktion entsprechen. Insbesondere bei Verwendung von digitalen Systemen wie heute üblichen asynchron arbeitenden Computersystemen entstehen jedoch zwischen realem Ereignis und im System repräsentierten Zeitpunkt allzu variable zeitliche Unterschiede in den verschiedenen Modalitäten. Dieses Problem besteht allgemein bei der zeitlichen Synchronisation verschiedener Modalitäten. Die Erfindung löst das Problem durch Erfassung der tatsächlichen Präsentation mittels Sensoren mit geringer zeitlicher Variabilität (beispielsweise Mikrophone, Photodetektoren oder Hochgeschwindigkeits-Kameras) und Zusammenführen in dieselbe Modalität wie die Erfassung der Reaktion beziehungsweise durch Synchronisation mittels direkten Einfügens von Zeitsignalen in verschiedene Modalitäten. Beispielsweise kann im Falle von zu synchronisierenden Bildschirm-Stimuli, analogen Signalen und Videoaufnahmen ein im aufzunehmenden Videobild sichtbarer Zeitcode durch Leuchtdioden repräsentiert werden und die diese Leuchtdioden steuernden elektrischen Signale wie auch die mittels Photoelementen erfasste Bildschirmausgabe parallel zum analogen Signal elektrisch aufgezeichnet werden.



## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und erweiterte Verfahrensmerkmale zur Bestimmung der wirklichen Zeitpunkte, zu denen spontane oder ausgelöste Reize («Stimuli») zur Präsentation kommen und zu denen Reaktionen aufgezeichnet oder Reaktionszeiten gemessen werden gemäss Patentanspruch 1 bis 7, auf Vorrichtungsmerkmale gemäss Patentansprüchen 8 und 9, welche die Anwendung des Verfahrens ermöglichen, sowie die Anwendung dieses Verfahrens gemäss Patentanspruch 10. Damit soll eine verbesserte Messung der zeitlichen Beziehungen zwischen den Signalen ermöglicht werden: bei der Stimulation ist nicht derjenige Zeitpunkt relevant, zu welchem der Stimulus ausgelöst wird, sondern derjenige, zu welchem der Stimulus (nach meist technisch bedingten Verzögerungen mit unter Umständen erheblich variabler Latenz) tatsächlich präsentiert wird und so überhaupt erst der möglichen Wahrnehmung zugeführt wird. Bei der Aufzeichnung eines Signals oder Reaktion ist auch nicht der Zeitpunkt relevant, zu welchem diese vom System erfasst wird, sondern zu welchem sie tatsächlich erfolgt. Diese Faktoren sind hauptsächlich bei Messungen im Rahmen von neurophysiologischen (inkl. verhaltensphysiologischen bzw. neuropsychologischen) oder bildgebenden Verfahren am Menschen von Interesse. Unter anderem sind Messungen von evozierten Reaktionen, von Reaktionszeiten, von zeitlichen Interferenzen, oder des zeitlichen Zusammenhangs einer Video-Aufzeichnung mit bioelektrischen Signalen einige Anwendungs-Beispiele von vielen möglichen. Das vorgelegte Verfahren kann einerseits eingesetzt werden als zusätzliche Verarbeitungs-Komponente oder Vorrichtung, welche in die an der Messung beteiligten Geräte integriert wird. Andererseits kann es auch im Rahmen einer externen zusätzlichen Geräte-Anordnung eingesetzt werden, ohne oder mit nur minimaler Modifikation der bestehenden Geräte oder deren technischer Einstellungen.

## Stand der Technik:

[0002] Bei vielen Messungen, insbesondere von biologischen Reaktionen auf extern generierte Reize, ist der genaue Zeitpunkt des gesetzten Reizes relevant, weil zum Beispiel Reaktionszeiten oder Latenzen von evozierten Potentialen ausgehend von diesem Zeitpunkt gemessen werden, oder weil sich ein experimentelles zeitliches Fenster in definierter zeitlicher Relation zu diesem Zeitpunkt öffnet oder schliesst.

[0003] Nun wird meist der Zeitpunkt der Auslösung des Reizes (z.B. durch ein elektrisches, zeitlich sehr genau definiertes Triggersignal als Referenzzeitpunkt definiert. Dies war früher durchaus adäquat: damals waren die nachfolgend geschalteten Geräte noch auf analoger oder synchroner digitaler Technologie aufgebaut und die Reize wurden mit einerseits geringer, aber andererseits vor allem auch mit ausreichend konstanter zeitlicher Latenz nach dem Trigger-Signal präsentiert. Ein Beispiel waren analoge Bildschirme in Form von Kathodenstrahl-Röhren, bei welchen das Referenz-Signal mit dem «vertical blanking pulse» synchron abgegeben werden konnte, und der Elektronenstrahl immer mit derselben Latenz die vertikale Mitte des Bildschirms überstrich (Im Falle einer Bildwiederholfrequenz von 50 Hz ohne «Interlacing» also jeweils ca. 10 ms nach dem «vertical blanking pulse»), und nachfolgende zeitliche Verzögerungen und vor allem deren Variabilität infolge Phosphoreszenz und Lichtgeschwindigkeit um viele Grössenordnungen kürzer und somit vergleichsweise vollständig irrelevant waren. Weil die Gesamt-Latenz klein und zumindest mit einer Genauigkeit von weit unter 1 ms konstant war, konnte sie berücksichtigt werden (z.B. einerseits durch Subtraktion dieser bekannten konstanten Latenz im Falle von Reaktionszeitmessungen, oder andererseits durch Berücksichtigung bei der Erstellung von Normwerten für Anordnungen mit immer denselben zeitlichen Charakteristika wie im Falle von visuell evozierten Potentialen). Analoge Überlegungen gelten zum Beispiel auch für Audio-Signale, welche mittels analogen oder synchronen digitalen Techniken generiert werden.

[0004] Heutzutage ist die digitale Technik zwar viel schneller geworden, was auch eine viel höhere Komplexität erlaubte, welche aber auch eingesetzt wird. Diese erhöhte Komplexität führt schliesslich zu einer erhöhten zeitlichen Variabilität, und die Block-weise Verarbeitung zu erhöhten Latenzen: zum Beispiel ist die generierte Daten-Menge pro akquiriertem Daten-Block eines Audio- oder Video-Signals nach Kompression vom Ton- oder Bild-Inhalt abhängig und braucht bei konstanter Übertragungsrates demnach unterschiedliche Zeiten. Zur verbesserten Ausnutzung der digitalen Rechenleistungen ist die heutige digitale Technologie zudem zu grossen Teilen asynchron aufgebaut, so dass alle Komponenten unabhängig voneinander mit maximaler Leistung ihre individuell variablen Datenmengen verarbeiten können. Diese Asynchronität führt zu einer nochmals stark erhöhten Variabilität der Latenzen: im besten Fall erreicht ein Trigger-Signal die erste Stufe einer asynchron arbeitenden digitalen Kaskade gerade bevor diese den nächsten Datenblock verarbeiten kann, im schlechtesten Fall gerade danach – der zeitliche Unterschied am Eingang der Stufe sind wenige ms, am Ausgang der Stufe zum Teil bis zu Hunderten von ms. Bei serieller Kaskadierung mehrerer derartiger Stufen verschärft sich das Problem noch, und die Gesamt-Latenz wird hoch variabel und nicht voraussagbar.

[0005] Hersteller von kommerziellen Geräten müssen im Bereich der Aufzeichnung von Audio- oder Videosignalen oft auf heutzutage viel kostspieligere analoge oder synchrone digitale Technologien zurückgreifen: nachdem die Video-Synchronisation von Elektroencephalographie-Signalen (EEG) mit alten Analog-Video-Kameras weniger Probleme bereitete, kam es beim Einsatz von handelsüblichen Digitalkameras und Anschluss an handelsübliche Computer-Eingänge zu unakzeptablen und kaum in den Griff zu kriegenden Synchronisationsproblemen von Video-Bild und EEG-Signal, so dass im medizinischen Bereich nun wieder synchrone bzw. synchronisierte Technologien mit spezieller und kostspieligerer Hardware eingesetzt werden, damit wieder eine bekannte Latenz vorausgesetzt und berücksichtigt werden kann.

[0006] Trotzdem existieren vor allem im Bereich der Wiedergabe bzw. der Präsentation von Stimuli kommerzielle Geräte wie zum Beispiel Fahrsimulatoren, bei welchem ein zeitlich oft auf weit unter 1 ms genau definiertes Trigger-Signal nach

Durchlaufen dessen Erfassung, Durchführen von Berechnungen im CPU des Computer, Durchführung von Berechnungen in der GPU der Graphik-Karte, Auslesen und Übertragen des Videosignals auf einen LCD-Projektor, und dort möglicherweise Umskalieren der Auflösung (jeder Prozess eine oder mehrere asynchrone digital und asynchron arbeitende Stufen enthaltend), so dass die resultierende Bild-Änderung mit einer Latenz von ein- bis mehrfach hundertens ms auf der Leinwand erscheint, wonach der Fahrer sie physikalisch überhaupt erst zu sehen bekommt. Dieser Zeitbereich ist unter Umständen sogar weit grösser als die zu messende Reaktionszeit des Fahrers, womit deren Messung als Zeitdifferenz zum ursprünglichen Trigger-Signal vollständig unbrauchbar wird.

#### **Beschreibung der Erfindung und deren Merkmale:**

**[0007]** Die vorliegende Erfindung umgeht obgenannte Probleme, indem sie sich nicht auf die Trigger-Signale verlässt, sondern einerseits die resultierende physikalische Präsentation misst, oder andererseits dem aufzunehmenden Geschehen ein in der jeweiligen Modalität mit aufzunehmendes Zeitsynchronisations-Signal beimischt. Beides wird unter Verwendung einfacher Massnahmen mit kurzer oder zumindest ausreichend konstanter Latenz erreicht. Im Falle einer ausreichend kurzen Latenz ist die Verarbeitung auch in Echtzeit möglich.

**[0008]** Zum Beispiel kann ein Stimulations-Reiz, welcher im Auftauchen oder in der Veränderung eines Objektes auf einem Bildschirm besteht, u.a. mittels Solarzellen, Photodioden oder Phototransistoren gemessen werden, welche (im Gegensatz zu einer «Webcam») biologisch nicht relevante kürzeste Latenzen wie auch fast inexistenten zeitliche Variabilitäten aufweisen. Dies ist auch zu einer Echtzeit-Erfassung des Signals geeignet, sowie zur Mitaufzeichnung als weiterer elektrophysiologischer Kanal, zusammen und zeitgleich mit anderen EEG- oder sonstigen bioelektrischen Kanälen. Ein oder mehrere derartige Photoelemente können Färb- wie auch Richtungs-selektiv auf den interessierenden Bildschirm-Anteil gerichtet werden, falls nötig auch unter Zuhilfenahme einer Optik, im Sinne einer «Ein-Pixel-Kamera» (oder einer Wenig-Pixel-Kamera bei Verwendung mehrerer solcher opto-elektrischer Umwandler). Hierbei können die Färb- und Ortsanteile mittels analoger oder digitaler Schaltung von geringer Latenz (dezidierte Prozessoren) auf den Zielbereich des präsentierten Signales (z.B. auf das Auftreten der erwarteten Farbe) überwacht und zur Auslösung eines Detektions-Signals verwendet werden.

**[0009]** Dasselbe kann mit einem Audio-Signal (Mikrofon) oder einem primär elektrischen Signal geschehen, gefolgt von analoger oder kurzlatenziger digitaler Filterung eines Frequenzbereichs sowie Amplituden-Erkennung zur Auslösung des Detektions-Signals). Auch ein taktiles oder sonstiges mechanisches Signal kann im Sinne eines Audio-Signals verwendet werden (z.B. Umwandlung ebenfalls durch Piezo-Elemente mit Registrierung von ausgelöstem Druck oder Vibration als elektrisches Signal).

**[0010]** Als weiteres Beispiel kann die Registrierung des Geschehens durch eine preiswerte kommerzielle Videokamera geschehen, wobei dem Bildaufnahmebereich ein durch die Kamera mit aufgenommenes Zeit-Taktsignal in Form eines nach vorgegebenem Muster blinkenden Lichtsignals beigefügt wird (welches am einfachsten durch Leuchtdioden erzeugt wird). Das ansteuernde elektrische Signal kann (in angepasst skaliertem Amplitude) wiederum zusammen mit den elektrophysiologischen Kanälen mit aufgezeichnet werden, zum Beispiel als weiterer Kanal oder geeignet beigemischt zu einem anderen. Damit ist eine nachträgliche Synchronisierbarkeit des Video-Signales mit den elektrophysiologischen Aufzeichnungen gewährleistet, auch wenn das Video-Signal mit hoher und unbekannter Verzögerung zur Aufzeichnung kommt. Die Synchronisation aller aufgezeichneten Modalitäten kann bei geeigneter Codierung des Synchronisations-Signals entweder von Auge, oder auch automatisch durch Software geschehen. Auch im Falle von variablen Bildraten kann so eine Zuordnung der einzelnen Bilder («frames») des Videosignals zum entsprechenden Zeitpunkt in der elektrophysiologischen Aufzeichnung durchgeführt werden. Ein geeignetes Synchronisations-Signal wird den möglichen Wechsel des Zustandes des Lichtsignals während der Aufnahme eines Bild-Frames berücksichtigen müssen und somit idealerweise auf Prinzipien aufgebaut sein, wie sie den Gray-Codes zugrunde liegen (Sicherstellung, dass pro Video-Frame maximal eines der Lichter den Zustand wechselt).

**[0011]** Nebst Video-Aufzeichnungen können auch andere bildgebenden Modalitäten synchronisiert werden, insbesondere auch Magnetresonanz-Zeitserien (MRI) mittels Erzeugung von elektrisch induzierten MRI-Bildartefakten, oder mittels Aufzeichnung der Synchronisations-Signale des MRI-Gerätes oder Aufzeichnung dessen Radiofrequenz- oder Gradienten-Aktivität, welche z.B. durch im Messbereich angebrachte Spulen ein aufzuzeichnendes elektrisches Signal generieren.

**[0012]** Das Drücken einer externen Taste in Form eines elektrischen Schalters zur Messung einer Reaktion erzeugt an sich schon eine Änderung eines elektrischen Signals, welches Amplituden-angepasst direkt mitaufgezeichnet werden kann, ohne dass irgendwelche weiteren Transduktoren oder Messelemente notwendig wären: letzteres wurde auch schon immer so getan und ist somit nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung. Es sei hier trotzdem erwähnt, dass auch dies viel besser und zeitlich zuverlässiger ist als das Drücken einer Taste auf einer Computermaus oder Tastatur, wo die elektrische Signaländerung zuerst zu einer seriellen digitalen Signalfolge führt, welche über ein Protokoll an andere Teile des Computers übertragen wird, dort wieder umgewandelt, wonach sich entsprechenden Teile der Software darum kümmern müssen, die CPU aber anderweitig beschäftigt sein kann. Obwohl die Latenzen und deren Variabilität hier durchschnittlich auch recht klein sind, können sie mit mehreren ms bis zu einem Dutzend ms doch auch schon im Vergleich zur Reaktionszeit-Variabilität beim Menschen relevant werden. Zusätzlich kann sich die Software in höheren Programmiersprachen zu jedem Zeitpunkt entscheiden, stattdessen zuerst einmal eine «garbage collection» durchzuführen und so extrem grosse zeitliche Ausreisser generieren.

**[0013]** Dem Ausführungsbeispiel zugrunde liegend wird im Folgenden angenommen, dass die Vorrichtung unter anderem ermöglichen soll, in einem hypothetischen neurophysiologischen Beispiel-Experiment die Reaktionszeiten in Abhängigkeit von Hirnaktivität und Blinzeln zu messen, indem teils beginnend unmittelbar nach spontanem Blinzeln mit Schluss der Augenlider, und zum Vergleich teils bei kontinuierlich offenen Augen, links auf dem Bildschirm ein gelber Fleck einem laufendem Video-Film überlagert wird, auf dessen Auftreten der Betrachter mittels Aussprache von «jetzt» so rasch als möglich reagieren soll. Um ein derartiges Experiment zu ermöglichen, kann die Vorrichtung wie folgt ausgeführt sein:

**[0014]** Als Grundlage wird hierzu ein nicht zur Erfindung gehörender, auf kommerziellen Standards basierender Aufbau verwendet, mit EEG-Gerät, Mikrofon, kommerzieller digitaler Video-Kamera mit Computer-Anschluss (oder im Laptop eingebaute Webcam), wobei im Computer eine Bildanalyse-Software zur Erkennung des Augenschluss und Ausgabe eines Trigger-Signals auf einer Linie des Parallel-Ports läuft, mit gleichzeitig laufender Software zum Abspielen eines Videos und gleichzeitig laufender Software zum Einblenden eines gelben Flecks zu entsprechend getriggerten Zeitpunkten.

**[0015]** Die Erfindung kann in Bezug auf dieses Ausführungs-Beispiel aus allen oder einem Teil der folgenden Komponenten bestehen (wobei unter Umständen bei einfacheren Experimenten nicht alle und bei komplexeren Experimenten mehr Teile benötigt werden):

- Erstens, ein Ausführungs-Teil zur Synchronisation (hier Synchronisation mit der Video-Aufnahme), mit zum Beispiel 4 Leuchtdioden, die ein zeitlich mittels eines Gray-Code auf 4 Kanälen kodiertes Synchronisationssignal sichtbar darstellen (siehe oben). Dieses Teil mit Leuchtdioden wird im Aufnahmefeld der obgenannten Kamera montiert, zum Beispiel neben dem Probanden, oder auf dessen Stirne, oder auf einer fix vor der Kamera montierten Glasscheibe (in diesem Fall optional mit optischen Vorschalt-Linsen zur Korrektur der unterschiedlichen Distanz), so dass dieselbe Kamera sowohl das Gesicht des Probanden wie auch das Teil mit den Leuchtdioden aufnimmt. Die Synchronisations-Signale werden gleichzeitig, entweder separat oder kombiniert (z.B. mittels Modulation), auf einem oder mehreren kombinierten oder separaten EEG-Kanälen geeignet skaliert aufgezeichnet. Die Synchronisation der Video-Aufnahme mit dem EEG kann aufgrund dieser in beiden Modalitäten registrierten Zeit-Information im Nachhinein (offline) erfolgen oder in Echtzeit, je nach Bedarf und Möglichkeiten der eingesetzten Computersysteme. Das Synchronisations-Signal kann auch auditorisch moduliert mitaufgezeichnet werden oder (mit oder ohne Verwendung von Leuchtdioden oder auditorischer Modulation) auch zur Synchronisation von einem oder mehreren anderen Aufzeichnungsgeräten verwendet werden, indem jedem beteiligten Gerät dasselbe Synchronisations-Signal zur direkten Mitaufzeichnung auf elektrischem Weg (d.h. ohne relevante Latenz) zugeführt wird.
- Zweitens, ein Ausführungs-Teil zur Detektion von Bildschirm-Änderungen: im einfachsten Falle Detektion einer Helligkeits-Änderung von schwarz auf weiss, im Falle des Beispiel-Experiments aber Detektion des Auftretens eines gelben Flecks, welcher plötzlich einem beliebigem Video-Hintergrund überlagert wird. Dieser Teil kann preiswert ausgeführt sein im Sinne einer «Ein-Pixel-Kamera» mittels schnelltem elektronischem Photodetektor und vorgeschalteter Optik, die zum Beispiel mittels Stativ von schräg seitlich und «Unschärfstellen» der Optik zur Abdeckung der ganzen entsprechenden Fläche des Bildschirms, auf diese zielend montiert wird (oder gegebenenfalls hinter eine Leinwand, auf die projiziert wird, oder kleinfächig oder halbdurchsichtig direkt auf diese Stelle des Bildschirms oder die Leinwand geklebt). Drei Farbkanäle werden entweder analog oder mittels dezidiertem Mikrocontroller in Echtzeit analysiert, so dass bei Auftreten der eingestellten mittleren Helligkeits-Kombination des Farbwertes des gelben Flecks ein Trigger-Signal generiert wird, nicht aber (oder nur selten, wenn der Hintergrund-Film zufälligerweise an gleicher Stelle einen Fleck mit ähnlichem Farbwert aufweist) an sonstigen Zeitpunkten eines ablaufenden Videosignals (welches z.B. einem gespeicherten Kino-Film oder einer fortlaufend generierten Fahrsimulator-Szene entsprechen kann). Alternativ könnte hierfür (weniger preiswert) zum Beispiel eine Hochgeschwindigkeits-Kamera (mehrere Hundert Frames pro Sekunde) in Kombination mit einem Hochgeschwindigkeits-Computer und entsprechender Echtzeit-Bildanalyse-Software eingesetzt werden, unter der Voraussetzung, dass eine bestimmte, kleine Variabilität der Latenz (beispielsweise maximal 5 ms) eines Detektions-Signals garantiert werden kann. Das durch eine dieser Methoden generierte Trigger-Signal, welches den Zeitpunkt des Auftretens des gelben Flecks repräsentiert, wird ebenfalls als Kanal zusammen mit dem EEG aufgezeichnet, und dient als Start-Punkt für die Reaktionszeit.
- Drittens, ein Ausführungs-Teil zur Aufzeichnung oder Detektion von Audiosignalen, welches zum Beispiel die Energie des Audiosignals im gesamten oder in einem ausgewählten Frequenzbereich in ein DC-Signal oder ein Signal mit vom EEG aufnehmbaren Frequenzen oder beim Überschreiten eines einstellbaren Grenzwertes oder einer abrupten Änderung einen Trigger generiert, was wiederum entsprechend skaliert zusammen mit dem EEG als ein oder mehrere zusätzliche Kanäle aufgezeichnet werden kann. Mit diesem Teil kann einerseits im beschriebenen Experiment die verbale akustische Antwort des Probanden als End-Punkt der Reaktionszeit aufgezeichnet werden, andererseits im Falle von anderen Experimenten mit auditorischer Stimulation aber auch der Start-Punkt im Sinne des Zeitpunktes dessen akustischer Präsentation.

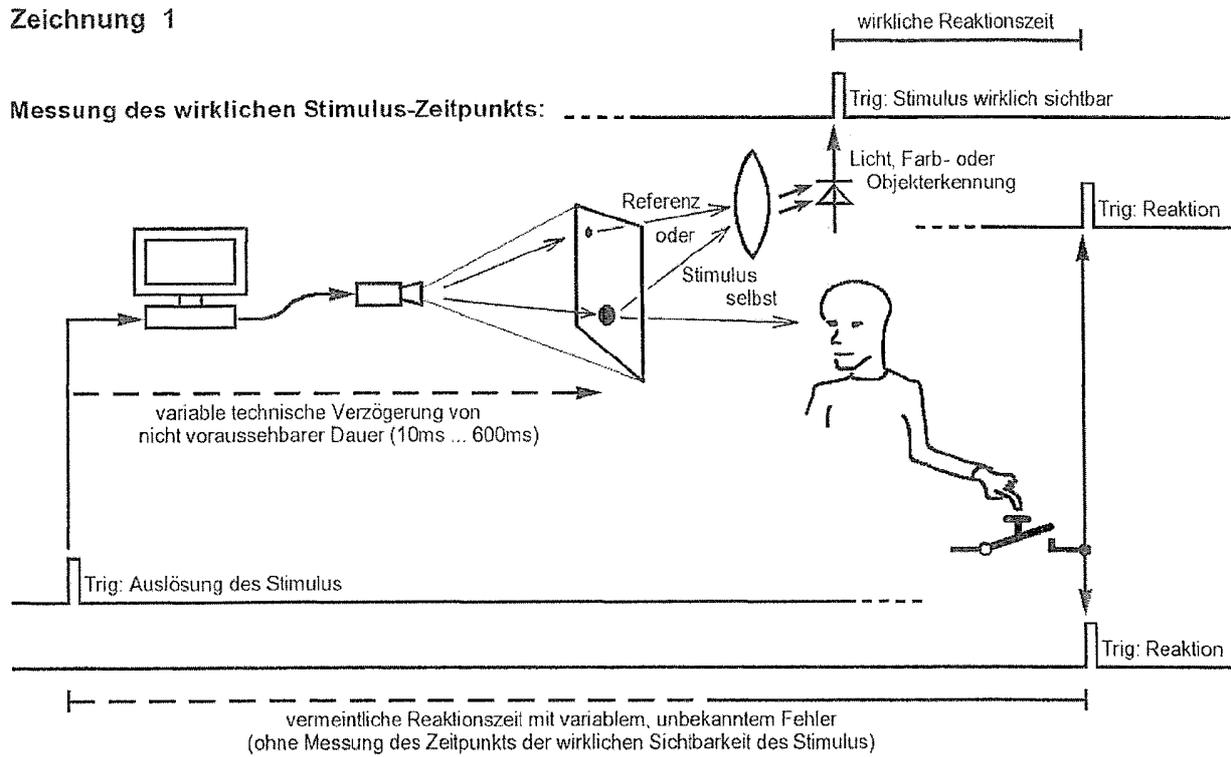
**[0016]** Das gemeinsame an den obigen Anteilen und die Erfindung darstellend ist die direkte Verwendung von visuellen oder auditorischen Messwerten von Ereignissen im realen Geschehen, so wie sie der Proband erlebt, mit direkter Messung und Aufzeichnung, d.h. in diesem Falle zeitgleich oder nur minim zeitversetzt und vor allem nur mit minimaler zeitlicher Variabilität. Dies anstatt der indirekten Verwendung von elektronischen Triggerzeiten wie bis anhin üblich, welche infolge digitaler Verarbeitungskaskaden zeitlich nur ungenau mit dem echten Geschehen in Verbindung stehen, in oft erheblich variabler Zeit vor oder nach dem assoziierten realen Geschehen, wie dies bisher in neuropsychologischen Experimenten

gang und gäbe ist (Stimulation durch ein Computer-Programm, Messung der Reaktionszeit durch dasselbe, ohne Messung der Zeitverhältnisse des echten Ereignis, womit die variablen, rein technisch bedingten Verzögerungen im Computer in der echten Reaktionszeit mitenthalten sind, oder bei Berücksichtigung von gemessenen mittleren Verzögerungen zumindest immer noch deren Variabilität),

### Patentansprüche

1. Verfahren zur zeitlich korrekt synchronisierbaren Aufzeichnung von optischen oder akustischen Ereignissen bei Mess-Anordnungen, dadurch gekennzeichnet, dass die realen Ereignisse durch direkte Umwandlung aus elektrischen Signalen generiert werden oder dass sie direkt gemessen und in elektrische Signale umgewandelt werden, wobei «direkt» umgewandelt hier für eine ausreichend gering variable zeitliche Beziehung der elektrischen Signale zu den realen Ereignissen steht.
2. Verfahren gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um optische Ereignisse mit vorerst unzureichend bekanntem Zeitpunkt handelt, deren genaues Zeitverhalten mithilfe optischer Messungen wieder in elektrische Signale umgewandelt wird.
3. Verfahren gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um akustische Ereignisse mit vorerst unzureichend bekanntem Zeitpunkt handelt, deren genaues Zeitverhalten mithilfe akustischer Messungen wieder in elektrische Signale umgewandelt wird.
4. Verfahren gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus elektrischen Signalen durch direkte Umwandlung optische Signale (Licht-Signale) mit ausreichend bekanntem Zeitpunkt generiert werden.
5. Verfahren gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus elektrischen Signalen durch direkte Umwandlung akustische Signale (Schall-Signale) mit ausreichend bekanntem Zeitpunkt generiert werden.
6. Verfahren gemäss Patentanspruch 1, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur zeitlichen Synchronisation generierte elektrische Signale in reale Ereignisse mit ausreichend bekanntem Zeitpunkt umgewandelt werden.
7. Verfahren gemäss Patentanspruch 4 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass zeitliche Synchronisations-Signale gemäss Anspruch 6, umgewandelt in ein optisches Signal gemäss Anspruch 4, wiederum als Teil eines Video-Bildbereiches aufgezeichnet werden, damit die übrigen Anteile desselben Video-Bildinhaltes zeitlich mit den elektrisch aufgezeichneten Signalen synchronisiert werden können.
8. Vorrichtung zur Ausführung eines der Verfahren gemäss Patentansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kaskade der Komponenten, welche die Umwandlung der Signale bewirken, sich durch eine ausreichend geringe zeitliche Variabilität der Gesamtzeit zur Umwandlung auszeichnen.
9. Vorrichtung zur Ausführung eines der Verfahren gemäss Patentansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kaskade der Komponenten, welche die Umwandlung der Signale bewirken, sich durch eine ausreichend geringe zeitliche Verzögerung der Gesamtzeit zur Umwandlung auszeichnen, so dass die zugehörigen Signale in Echtzeit verwendet werden können.
10. Anwendung der Verfahren gemäss Patentansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um neurophysiologische oder neuropsychologische Messungen handelt.

Zeichnung 1



und/oder Mitaufnahme Sync-Signal in Aussenwelt:

