



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 717 433 A1**

(51) Int. Cl.: **A61B 5/375** (2021.01)
A61M 21/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00286/20

(71) Anmelder:
SwissBrainFitness AG, Stadtbachstrasse 73
5400 Baden (CH)

(22) Anmeldedatum: 12.03.2020

(72) Erfinder:
Bin Hu, Gansu Province, Lanzhou City (CN)
Ruidang Wang, 5408 Ennetbaden (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.11.2021

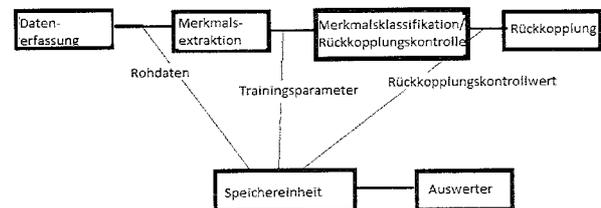
(74) Vertreter:
freigutpartners gmbh, Gämsenstrasse 3
8006 Zürich (CH)

(54) **System zur Überwachung und/oder Auswertung von Neurofeedback-Trainingssitzungen.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Neurofeedback-Trainingssystem zur Verwendung in Neurofeedback-Trainingssitzungen umfassend:

- a) eine Datenerfassungseinheit zum Empfangen von Gehirnaktivitätsmessdaten, die sich auf die Gehirnaktivität einer Zielperson beziehen;
- b) eine Merkmalsextraktionseinheit, um, insbesondere wiederholt, eine Beobachtungsgrösse aus den Gehirnaktivitätsmessdaten zu erhalten;
- c) eine Rückkopplungs-Kontrolleinheit zum insbesondere wiederholten Feststellen einer (trainingsbezogenen) Eigenschaft der Beobachtungsgrösse und zum Ableiten eines Rückkopplungskontrollwertes auf der Grundlage dieser Eigenschaft;
- d) eine Rückkopplungsgebereinheit zur Bereitstellung einer Rückkopplung für die Zielperson, wobei die Rückkopplung von der Rückkopplungs-Kontrollgrösse abhängt, insbesondere von dieser gesteuert wird;
- e) eine Auswerteeinheit zum, insbesondere wiederholten, Feststellen einer Eigenschaft und zum Ableiten eines

Rückkopplungskontrollwertes auf der Grundlage dieser Eigenschaft.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet des Neurofeedbacktrainings. Insbesondere betrifft sie ein System zur Auswertung des Neurofeedback-Systems und des Neurofeedback-Trainings im Rahmen der EEG-Biofeedback-Therapie/-Training gemäss dem unabhängigen Patentanspruch.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Neurofeedback, auch Neurotherapie genannt, ist eine Art von Biofeedback, die Echtzeit-Gehirnaktivität - am häufigsten Elektroenzephalographie (EEG) - verwendet, um die Selbstregulierung der Gehirnfunktion zu lehren.

[0003] Abbildung 1 zeigt, wie Neurofeedback und Neurofeedback-Training funktionieren. Ein Patient, der dem Neurofeedback-Training unterzogen werden soll, auch Trainings-Zielperson oder kurz Zielperson genannt, sitzt vor einem Feedback-Display mit EEG-Elektroden auf der Kopfhaut. Die elektronischen Aktivitäten des Gehirns werden von den Elektroden gemessen und an ein EEG-Gerät übertragen, das die Signale verstärkt, Rauschen entfernt und die notwendige Datenverarbeitung durchführt. Dann wird das Signal an ein Neurofeedback-Programm weitergeleitet, das auf dem Computer des Therapeuten läuft. Das Neurofeedback-Programm extrahiert Merkmale, z. B. das Theta/Beta-Verhältnis an der Cz-Position, und das extrahierte Merkmal wird dann als spezifisches Trainingsziel klassifiziert. Zum Beispiel ist das Trainingsziel, das Theta/Beta-Verhältnis zu senken. Wenn also das Theta/Beta-Verhältnis sinkt, könnte die Merkmalsänderung als positive Veränderung klassifiziert werden; wenn das Theta/Ratio steigt, könnte die Merkmalsänderung als negative Veränderung klassifiziert werden. Dann steuert das klassifizierte Merkmal (Rückkopplungskontrollwerte) die Medien (Videos, Audios, Haptik usw.), die von der Zielperson gesehen, gehört oder gefühlt werden. Kurz gesagt, die Zielperson erhält die Medien (Feedbacks), die durch ihre Gehirnaktivitäten (Neuro) beeinflusst werden.

[0004] Neurofeedback basiert auf drei wissenschaftlichen Tatsachen: Erstens spiegeln die EEG-Parameter die Funktionsstörung des Gehirns bei einer bestimmten Krankheit wider. Zweitens kann die Zielperson den Zustand ihres Gehirns freiwillig verändern, so dass die Veränderungen mit der Erhöhung oder Verringerung des Parameters assoziiert werden können. Drittens kann sich das Gehirn diesen neuen Zustand merken und ihn für längere Zeit beibehalten, nicht nur unter Laborbedingungen, sondern auch in anderen Umgebungen wie der Schule oder zu Hause.

[0005] Historisch gesehen wurde Neurofeedback zum ersten Mal in der klinischen Praxis für die Behandlung von Epilepsiepatienten eingesetzt. Später wurde Neurofeedback zur Korrektur des Verhaltens von ADHS-Kindern eingesetzt. Heutzutage wird dieser Ansatz bei einer Vielzahl von Hirnfunktionsstörungen eingesetzt.

[0006] Das Neurofeedback-Training basiert auf Lernen mittels operanter Konditionierung: Zu den wissenschaftlichen Fakten des Neurofeedback gehört, dass eine Zielperson den Zustand ihres Gehirns durch mediales Feedback, z.B. visuelles, auditives oder haptisches Feedback, verändern kann. Das Feedback kann als positives oder negatives Feedback klassifiziert werden. Das heisst, dass bei einer positiven Veränderung des Gehirnzustands ein positives Feedback, z. B. ein helles Bild, gegeben wird. Andererseits wird bei einer negativen Veränderung des Gehirnzustands eine negative Rückmeldung, z. B. ein undeutliches Bild, gegeben. Die Zielperson erwartet mehr positive Rückmeldungen und versucht, mehr positive Rückmeldungen zu erhalten. Während des Prozesses wird die Zielperson durch Rückmeldungen (Reize) ständig belohnt oder bestraft, so dass sie lernt, ihren Gehirnzustand so zu steuern, dass sie mehr positive Rückmeldungen erhält. Dieser Prozess wird als operantes Konditionieren bezeichnet.

[0007] Operante Konditionierung (auch instrumentelle Konditionierung genannt) ist ein Lernprozess, bei dem die Stärke eines Verhaltens durch Verstärkung oder Bestrafung verändert wird. Es ist auch ein Verfahren, das verwendet wird, um ein solches Lernen zu erreichen. Bei der operanten Konditionierung steuern die Reize, die bei der Belohnung oder Bestrafung eines Verhaltens vorhanden sind, dieses Verhalten. Ein Kind kann zum Beispiel lernen, eine Schachtel zu öffnen, um die darin befindlichen Süßigkeiten zu bekommen, oder es kann lernen, einen heissen Herd nicht zu berühren; in der operanten Konditionierung sind die Schachtel und der Herd „diskriminierende Reize“. Operantes Verhalten wird als „freiwillig“ bezeichnet. Die Reaktionen stehen unter der Kontrolle des Organismus und sind operant. Das Kind hat beispielsweise die Wahl zwischen dem Öffnen der Schachtel und dem Streicheln eines Welpen.

[0008] Seit 1980 wird Biofeedback, einschliesslich Neurofeedback, immer häufiger eingesetzt, und in vielen Ländern ist es als ergänzende Therapiemethode für ADHS, Depression, Angstzustände, PTBS usw. anerkannt. Weltweit wurden zahlreiche Studien durchgeführt, die sich mit den Behandlungseffekten der Neurofeedback-Therapie befassen. In diesen Studien wird eine Neurofeedback-Trainingsgruppe mit einer Kontrollgruppe verglichen, oder es wird ein Vergleich zwischen der Zeit vor dem Training und nach dem Training angestellt. Der Vergleich konzentriert sich auf das Symptom (oder die Diagnosestandards) einer Krankheit, z.B. das Symptom von ADHS, usw. Wenn eine Neurofeedback-Trainingsgruppe im Vergleich zu einer Kontrollgruppe einen signifikanten Unterschied bei den Symptomen (oder Diagnosestandards) einer Krankheit zeigt, könnten wir als Prinzip der klinischen Studien behaupten, dass das Neurofeedback-Training bei dieser Krankheit wirksam ist. Das heisst, diese Studien konzentrieren sich auf die Symptome (oder Diagnosestandards) einer Krankheit und prüfen nur selten, ob der Zustand des Gehirns durch das Neurofeedback-Training verändert wird oder ob die Zielpersonen in der Lage sind, die Regulation ihrer Gehirnaktivität zu erlernen oder nicht.

[0009] Die meisten Neurofeedback-Studien berichten nicht über das unmittelbarste Ergebnis ihres Neurofeedback-Trainings, d.h. ob die Zielpersonen während der Sitzungen Kontrolle über ihre Gehirnaktivität erlangen oder nicht. Es gibt nur selten Informationen darüber, wie die Zielpersonen lernen, ihr EEG innerhalb einer Sitzung und sitzungsübergreifend zu regulieren. Dies macht es unmöglich zu beurteilen, ob das operante Konditionierungslernen funktioniert oder nicht.

[0010] Die Neurofeedback-Therapie (Studien) umfasst normalerweise viele Sitzungen (normalerweise 10-40) und ist ein mehrmonatiger interaktiver Prozess zwischen Zielpersonen und Therapeuten. Viele Faktoren könnten die Wirkung der Therapie beeinflussen, z. B. die psychologischen Hinweise der Zielpersonen, die Trainerfunktion des Therapeuten, die Beziehung zwischen Zielpersonen und Therapeuten, Neurofeedbacksysteme usw. Wenn wir das operante Konditionierungslernen des Neurofeedbacktrainings nicht bewerten, können wir andere Faktoren für die Trainingseffekte nicht ausschliessen. Dies ist auch der Grund dafür, dass verschiedene Studien, die nur die Symptome vergleichen, zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen kommen.

[0011] Daher wäre es wünschenswert, die Neurofeedback-Trainingssitzungen auswerten zu können, insbesondere um zu evaluieren, ob die Zielpersonen lernen, ihre Gehirnaktivität während einer Trainingssitzung zu kontrollieren oder nicht, und um trainingsübergreifende Sitzungen zu untersuchen. Ausserdem sollte evaluiert werden, ob ein Neurofeedbacksystem oder -aufbau den Zielpersonen die richtige Belohnung und Bestrafung zum richtigen Zeitpunkt geben kann, so dass die Zielpersonen lernen können, ihre Gehirnaktivität zu kontrollieren.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Das obige Ziel und andere Ziele werden durch ein Neurofeedback-Trainingssystem gemäss dem unabhängigen Anspruch 1 gelöst.

[0013] Ein Neurofeedback-Trainingssystem gemäss der vorliegenden Erfindung zur Verwendung in der Neurofeedback-Therapie, insbesondere in einer Neurofeedback-Trainingssitzung, umfasst

- a) eine Datenerfassungseinheit zum Empfangen von Gehirnaktivitätsmessdaten, die sich auf die Gehirnaktivität einer Trainings-Zielperson beziehen;
- b) eine Merkmalsextraktionseinheit, um insbesondere wiederholt eine momentane Beobachtungsgrösse aus den Gehirnaktivitätsmessdaten zu erhalten;
- c) eine Rückkopplungs-Kontrolleinheit zum insbesondere wiederholten Feststellen einer (trainingsbezogenen) Eigenschaft der Beobachtungsgrösse und zum Ableiten eines Rückkopplungskontrollwerts auf der Grundlage dieser Eigenschaft;
- d) eine Rückkopplungsgebereinheit zur Bereitstellen einer Rückkopplung an die Zielperson, wobei die Rückkopplung von dem Rückkopplungskontrollwert abhängt, insbesondere durch diesen gesteuert wird; und
- e) eine Auswerteeinheit zum Überwachen der Neurofeedback-Trainingssitzung und/oder zum Auswerten einer Effizienz der Neurofeedback-Trainingssitzung.

[0014] Die Datenerfassungseinheit kann so konfiguriert sein, dass sie Daten empfängt, insbesondere Daten zur Messung der Gehirnaktivität von mindestens einer aus einer Vielzahl von Datenquellen zur Messung der Gehirnaktivität, insbesondere der Elektroenzephalographie (EEG), aber auch von der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRI), der funktionellen Nahinfrarotspektroskopie (fNIRS), usw. Die Daten können sich auf eine Zielperson beziehen, die einem Neurofeedback-Training in einer Neurofeedback-Trainingssitzung unterzogen wurde. Die Daten können entweder als Rohdaten oder als vorverarbeitete Daten empfangen werden, die einer Rauschreduzierung, Verstärkung oder Abschwächung, Skalierung, Verschiebung, Filterung und/oder anderen bekannten Vorverarbeitungsmassnahmen unterzogen wurden. Die Daten können entweder als digitale oder analoge Daten empfangen werden. Die Daten, insbesondere die analogen Daten, können kontinuierlich empfangen werden. Daten, insbesondere digitale Daten, können auch als Zeitreihendaten empfangen werden, insbesondere mit (momentanen) skalaren und/oder (momentanen) vektoriellen Werten, die in regelmässigen und/oder unregelmässigen Zeitabständen empfangen werden.

[0015] In Ausführungsformen kann die Datenerfassungseinheit eine Datenquelle zur Messung der Gehirnaktivität umfassen, insbesondere ein EEG.

[0016] Die Merkmalsextraktionseinheit kann so konfiguriert sein, dass sie aus den von der Datenerfassungseinheit empfangenen Daten eine Beobachtungsgrösse ermittelt. Die Beobachtungsgrösse, die auch als extrahiertes Merkmal bezeichnet wird, kann im Allgemeinen eine Grösse sein, insbesondere eine skalare oder vektorielle Grösse. Die Beobachtungsgrösse kann auch eine Funktion der Zeit oder eine Zeitreihe sein. Die Beobachtungsgrösse kann auch - zumindest primär - qualitativer Natur sein und sich auf das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines bestimmten Musters beziehen, das wiederum durch (relative) Positionen und/oder Breiten von Maxima, Minima, Spitzen und/oder Senken in einer grafischen Darstellung charakterisiert werden kann. Das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der jeweiligen Muster kann

insbesondere durch spezielle Algorithmen, künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen, neuronale Netze usw. festgestellt werden.

[0017] Bei Daten zur Messung der Gehirnaktivität, die mittels EEG gewonnen werden, können beispielhafte Beobachtungsgrößen das Theta/Beta-Verhältnis, insbesondere an der Position Cz, oder die Alpha-Amplitude, insbesondere an der Position Pz, umfassen.

[0018] Die Beobachtungsgröße kann kontinuierlich oder wiederholt in festen oder variablen Intervallen erhoben werden. Die aktuelle oder zuletzt ermittelte Beobachtungsgröße kann als momentane Beobachtungsgröße bezeichnet werden. Jede Beobachtungsgröße, die früher ermittelt wurde, kann als früher ermittelte Beobachtungsgröße bezeichnet werden.

[0019] Die Merkmalsextraktionseinheit kann so konfiguriert sein, dass sie eine trainingsbezogene Eigenschaft feststellt, die anzeigt, ob das Neurofeedback-Training effektiv ist und/oder einen gewünschten Effekt, ein Ergebnis oder eine Auswirkung hat. Die Feststellung kann die Berücksichtigung von numerischen und/oder quantitativen Aspekten der Beobachtungsgröße, insbesondere der momentanen Beobachtungsgröße, umfassen. Handelt es sich bei der Beobachtungsgröße um eine skalare Größe, insbesondere um eine Zahl, kann sich die Betrachtung darauf beziehen, ob sich die (momentane) Beobachtungsgröße auf einer gewünschten Seite einer Schwelle befindet, d.h. entweder über oder unter dieser Schwelle liegt, abhängig von einem Trainingsziel oder einer Trainingsvorgabe. Bei der Feststellung kann auch eine Veränderung oder Entwicklung der Beobachtungsgröße im Laufe der Zeit berücksichtigt werden, insbesondere auf der Grundlage einer Differenz oder eines Abstands zwischen der momentanen Beobachtungsgröße und einer oder mehreren zuvor ermittelten Beobachtungsgrößen und/oder einer Veränderungsrate der Beobachtungsgröße oder im Zusammenhang damit. Die Feststellung kann eine Klassifizierung einer Änderung entweder als positive Änderung oder erwünschte Änderung beinhalten, wenn sich die Beobachtungsgröße in erwünschter Weise ändert oder geändert hat, was auf einen positiven Trainingseffekt hindeutet, oder als negative Änderung oder unerwünschte Änderung, wenn sich die Beobachtungsgröße in unerwünschter Weise ändert oder geändert hat, was auf einen negativen Trainingseffekt hindeutet.

[0020] Die Feststellung kann insbesondere durch spezielle Algorithmen, künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen, neuronale Netze usw. erfolgen.

[0021] Die Eigenschaft kann kontinuierlich oder wiederholt in festen oder variablen Abständen ermittelt werden. Die aktuelle oder zuletzt ermittelte Eigenschaft kann als momentane Eigenschaft bezeichnet werden. Jede früher erhaltene Eigenschaft kann als früher erhaltene Eigenschaft bezeichnet werden. Eine einzelne und/oder individuelle Feststellung einer positiven Veränderung kann als „Treffer“ betrachtet und/oder bezeichnet werden.

[0022] Die Feststellung der Eigenschaft kann die Ableitung eines Rückkopplungskontrollwerts auf der Grundlage dieser Eigenschaft umfassen oder sich daran anschließen. Der Rückkopplungskontrollwert kann verwendet werden, um eine Rückkopplung zu steuern, die der Zielperson gegeben und/oder zur Verfügung gestellt wird.

[0023] Die Ableitung des Rückkopplungskontrollwerts kann insbesondere durch spezielle Algorithmen, künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen, neuronale Netze usw. erfolgen.

[0024] Die Ableitung des Rückkopplungskontrollwertes kann kontinuierlich oder wiederholt in festen oder variablen Intervallen erfolgen. Die aktuelle oder zuletzt ermittelte Eigenschaft kann als momentaner Rückkopplungskontrollwert bezeichnet werden. Ein früher erhaltener Rückkopplungskontrollwert kann als früher erhaltener Rückkopplungskontrollwert bezeichnet werden.

[0025] Die Rückkopplungsgebereinheit kann der Zielperson unter Kontrolle des Rückkopplungskontrollwerts und/oder in Abhängigkeit von diesem eine Rückmeldung geben. Das Feedback kann insbesondere als visuelles, akustisches und/oder haptisches Feedback gegeben werden. Die visuelle Rückmeldung kann insbesondere auf einem Display oder Bildschirm erfolgen.

[0026] Die Auswerteeinheit kann dazu ausgebildet sein, die Neurofeedback-Trainingssitzung zu überwachen und/oder eine Wirksamkeit der Neurofeedback-Trainingssitzung zu bewerten.

[0027] Die Auswerteeinheit, der Kürze halber auch als Evaluator bezeichnet, kann insbesondere konfiguriert sein, um

1. Die Beobachtungsgröße oder die Trainingsparameter kontinuierlich zu erhalten;
2. Die Rückkopplungskontrollwerte (insbesondere Merkmalsklassifizierung, positive oder negative Rückkopplung) fortlaufend zu ermitteln;
3. Zählen der Treffer, z.B. Zählung der positiven Rückkopplungen in einem bestimmten Zeitintervall;
4. Kontinuierliche Berechnung des Trainingsziels;
5. Speichern und/oder Aufzeichnen der EEG-Rohdaten und der oben genannten 1-4 Daten, insbesondere in einer separaten Datei;

6. Zeichnen eines Trends der Trefferzahlen innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls, z.B. in jeder Minute, während der gesamten Sitzung; und/oder
7. Zeichnen des Trendtrainingsziels in jedem gegebenen Zeitintervall, z.B. in jeder Minute während einer ganzen Sitzung.

[0028] Das Neurofeedback-Trainingssystem kann eine Datenspeichereinheit zum Speichern der Gehirnaktivitätsmessdaten, der Beobachtungsgrösse, der Eigenschaft und/oder des Rückkopplungskontrollwertes, insbesondere aller momentanen Beobachtungsgrössen, Eigenschaften und/oder Rückkopplungskontrollwerte, wie sie während einer Sitzung erhalten, festgestellt und/oder abgeleitet wurden, umfassen. Die Datenspeichereinheit kann insbesondere ein - vorzugsweise entnehmbares - nichtflüchtiges Datenspeichermedium, wie einen Flash-Speicher, eine Floppy-Disk, einen beschreibbaren Compact-Disc-Speicher (CD-RW), eine magneto-optische Disk (MOD), eine Digital Versatile Disc (DVD), einen USB-Stick und/oder eine Flash-Speicherkarte (z.B. CF, SD, miniSD, microSD), oder einen Speicher auf den Datenwolken, etc. umfassen, auf denen die Gehirnaktivitätsmessdaten, die Beobachtungsgrösse, die Eigenschaft und/oder der Rückkopplungskontrollwert gespeichert werden können, z.B. in separaten Dateien oder anderen, vorzugsweise separaten, Datenstrukturen. Die Einheit zur Datenspeicherung kann auch an einem entfernten Ort implementiert oder bereitgestellt werden, insbesondere durch einen Netzwerkspeicher und/oder in einer Cloud implementiert sein.

[0029] Um zu evaluieren, ob eine Zielperson durch Neurofeedback-Trainings lernen konnte, die Gehirnaktivität zu regulieren, wird also eine Evaluationseinheit, insbesondere eine Evaluatorkomponente, in das Neurofeedbacksystem eingefügt. Der Evaluator erhält die Trainingsparameter, Rückkopplungskontrollwerte und berechnet die Trainingsziele, so dass ein Trenddiagramm der positiven Rückkopplungswerte und der Trainingsziele gezeichnet werden kann. Diese Trends zeigen die Lernkurve einer Zielperson, um anzuzeigen, ob ein Neurofeedbacksystem funktioniert oder nicht und ob eine Zielperson in der Lage ist, zu lernen, ihre Gehirnaktivität zu regulieren oder nicht.

[0030] Die Auswertungseinheit könnte und sollte mit jedem Neurofeedbacksystem zusammenarbeiten, so dass Trainingssitzungen ausgewertet werden können. Diese Auswertung ist für Neurofeedbacksysteme und für Trainingssitzungen sehr wichtig. Nur wenn die Regulierung der Gehirnaktivität einer Zielperson während der Sitzungen beobachtet wird, kann die Wirkung von Neurofeedback-Trainings erklärt werden.

[0031] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, insbesondere wie oben beschrieben, können wie in den unten aufgeführten Ausführungsformen und/oder Verfahrensvarianten realisiert werden, möglicherweise in Kombination mit einem oder mehreren der oben beschriebenen Merkmale oder in den Zeichnungen in Kombination mit der nachfolgenden detaillierten Beschreibung, oder in Übereinstimmung mit den Ansprüchen, wie weiter unten dargestellt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0032] Der Gegenstand der Erfindung wird in Bezug auf weitere optionale Details im folgenden Text unter Bezugnahme auf weitere beispielhafte Ausführungsformen erläutert, die in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind.

- Fig. 2 zeigt einen beispielhaften Aufbau eines erfindungsgemässen Neurofeedback-Trainingssystems;
- Fig. 3 zeigt eine beispielhafte Darstellung des Hit Count (Anzahl der positiven Feedbacks);
- Abb. 4 zeigt einen beispielhaften Trend des Trainingsziels.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0033] Fig. 2 zeigt einen beispielhaften Aufbau eines erfindungsgemässen Neurofeedback-Trainingssystems.

[0034] Bei einem Neurofeedback-Training bedeutet eine Trainingssitzung eine Trainingseinheit, die klare Trainingsziele und Trainingsparameter hat. Sie dauert normalerweise 5 bis 30 Minuten.

Eine Neurofeedback-Trainingssitzung

[0035] Die folgenden Informationen beschreiben eine typische Neurofeedback-Trainingssitzung:

- Trainingsziel: Das Ziel einer Trainingssitzung. Zum Beispiel könnte es sein, das Theta/Beta-Verhältnis auf der Position Cz zu verringern. Ein Trainingsziel könnte sein, die Alpha-Amplitude an der Position Pz zu erhöhen.
- Trainingsparameter: der für die Rückkopplungssteuerung verwendete Parameter. Ein Trainingsparameter könnte zum Beispiel die Amplitude der Beta-Welle oder die Kohärenz der Alpha-Welle sein.
- Trainingspositionen: Dies können eine oder mehrere Positionen auf der Kopfhaut sein, an denen EEG-Daten gewonnen werden.
- Trainingszeit: normalerweise 5 - 30 Minuten.
- Form der Rückmeldung: Neurofeedback-Systeme geben ein visuelles, auditives oder haptisches Feedback. Verschiedene Systeme haben jedoch unterschiedliche spezifische Feedbackformen. Zum Beispiel haben mehr oder weniger

alle Feedbacksysteme einen Videoplayer als Feedbackform, aber einige Systeme geben Feedback durch das Abspielen oder Pausieren von Videos, einige Systeme geben Feedback durch die Helligkeit der Videos, einige Systeme geben Feedback durch die Grösse des Anzeigefensters. Eine Zielperson kann eine unterschiedliche Lernkurve mit unterschiedlichen Feedbackformen haben.

- Feedback-Zyklus: wie oft ein Neurofeedback-System den Zielpersonen Feedback gibt. Verschiedene Systeme haben unterschiedliche Zyklen, normalerweise zwischen 0,1 und 2 Sekunden.

Der Datenprozessfluss eines Neurofeedbacksystems

[0036] Während einer Trainingssitzung werden die EEG-Rohdaten in die Komponente „Merkmalsextraktion“ übertragen, die die für das Training relevanten Merkmale ermittelt, d.h. die Trainingsparameter berechnet. Wenn zum Beispiel in einer Sitzung die Beta-Amplitude an der Position Cz trainiert werden soll, berechnet die „Feature Extraction“ kontinuierlich die Amplitude von Beta. Anschliessend werden die Trainingsparameter an die Komponente „Feature Classification/Feedback Control“ übertragen, die entscheidet, ob der aktuelle Merkmalswert einen positiven oder einen negativen Zustand darstellt. Ein möglicher Prozess ist zum Beispiel der Vergleich der aktuellen Beta-Amplitude mit dem historischen Wert der Beta-Amplitude. Ist der aktuelle Wert grösser als der historische Wert (Beta ist gestiegen), wird der aktuelle Zustand als positiv eingestuft. Wenn der aktuelle Wert kleiner ist als der historische Wert, wird der aktuelle Zustand als negativ eingestuft. Dann entscheidet der Zustand, dass die Komponente „Feedback“ ein positives Feedback (Belohnung) oder ein negatives Feedback (Bestrafung) gibt.

[0037] Um eine Trainingssitzung auszuwerten, wird eine „Evaluator“-Komponente in das Neurofeedback-System eingefügt. Der Evaluator überwacht die Trainingsparameter und Rückkopplungskontrollwerte, analysiert die EEG-Daten und bewertet das Trainingsziel. Ausserdem kann er all diese Daten für die Offline-Auswertung aufzeichnen.

Die Funktion des Evaluators

[0038]

1. Kontinuierliche Abfrage der Trainingsparameter
2. Kontinuierliche Abfrage der Rückkopplungskontrollwerte (Merkmalsklassifizierung, positive oder negative Rückkopplung)
3. Zählen der Treffer (Anzahl der positiven Rückmeldungen)
4. Kontinuierliches Berechnen des Trainingsziels
5. Aufzeichnung der EEG-Rohdaten und der oben genannten 1-4 Daten in einer separaten Datei.
6. Zeichnen des Trends der Trefferzahlen in einem bestimmten Zeitintervall während der gesamten Sitzung.
7. Zeichnen des Trainingsziels-Trends in einem gegebenen Zeitintervall während der gesamten Sitzung ein.

zu Punkt 1. Kontinuierliches Ermitteln der Trainingsparameter

[0039] Ein Neurofeedback-System erhält die EEG-Daten mit der Abtastrate des Verstärkers, dann wird der notwendige Entrauschungsprozess (Herausfiltern von Rauschen, Entfernen von Artefakten) durchgeführt. Danach werden die für die aktuelle Sitzung relevanten Merkmale extrahiert, die später als Trainingsparameter zur Steuerung des Feedbacks verwendet werden. Die Merkmale werden als interne Periode eines Neurofeedbacksystems extrahiert, zum Beispiel alle 100ms. Die meisten Systeme verwenden geglättete Werte der periodischen Parameter, z.B. den Durchschnitt der letzten 10 berechneten Werte. Der Auswerter sollte die Trainingsparameter erhalten und sie als Feedback-Zyklus aufzeichnen.

zu Punkt 2. Die Rückkopplungskontrollwerte (Merkmalsklassifizierung, positive oder negative Rückkopplung) kontinuierlich abrufen

[0040] Die Trainingsparameter werden an die Komponente „Merkmalsklassifikation“ übergeben, die die Rückkopplungskontrollwerte berechnet. Es gibt verschiedene Klassifizierungsmethoden:

- Feste Schwellenwerte während einer Sitzung

[0041] Vergleichen der aktuellen Trainingsparameter mit dem vom System festgelegten Schwellenwert. Zum Beispiel könnte das System für eine Trainingssitzung zur Verringerung des Theta/Beta-Verhältnisses auf Cz einen Schwellenwert von 2,2 festlegen. Wenn der aktuelle Trainingsparameter über dem Schwellenwert liegt, wird er als negatives Feedback (-) eingestuft, andernfalls als positives Feedback.

- Adaptive Schwellenwerte während einer Sitzung

[0042] In diesem Fall wird der Schwellenwert automatisch vom Neurofeedback-System eingestellt. Zum Beispiel könnte das System für eine Trainingssitzung zur Verringerung des Theta/Beta-Verhältnisses auf Cz das durchschnittliche Theta/

Beta-Verhältnis der letzten 3 Minuten berechnen und dann den Durchschnittswert als Schwellenwert festlegen. Wenn der aktuelle Trainingsparameter über dem Schwellenwert liegt, wird er als negatives Feedback (-) eingestuft, ansonsten als positives Feedback (+).

[0043] Einige Neurofeedback-Systeme verwenden einen qualitativen Wert (positiv oder negativ) als Rückkopplungskontrollwert, andere Systeme verwenden einen quantitativen Wert (z.B. einen Wert von -1 bis 1, -1 bis 0 bedeutet negatives Feedback, 0 bis 1 bedeutet positives Feedback) als Rückkopplungskontrollwert.

[0044] Der Evaluator soll die Schwellenwerte und Rückkopplungskontrollwerte ermitteln und aufzeichnen.

zu Punkt 3. Zählen der Treffer (Anzahl der positiven Rückmeldungen)

[0045] Der Evaluator soll alle positiven Rückmeldungen in einem bestimmten Zeitintervall zählen und aufzeichnen.

zu Punkt 4. Berechne das Trainingsziel kontinuierlich

[0046] Die Trainingsziele sollten vom Evaluator getrennt von den Trainingsparametern berechnet werden. Die Berechnung sollte in jedem Feedback-Zyklus oder in einem bestimmten Zeitintervall durchgeführt werden.

zu Punkt 5. Aufzeichnung der EEG-Rohdaten und der oben genannten 1-4 Daten in einer separaten Datei

[0047] Der Auswerter kann die EEG-Rohdaten im EDF+-Format aufzeichnen. Die EDF-Datei kann die folgenden Informationen enthalten

- Informationen über die Zielperson.
- Informationen über die Trainingssitzung.
- EEG-Daten mit dem Marker: training_session_start, training_session_end. Die Markierung wird hinzugefügt, wenn die Trainingssitzung beginnt und endet.

[0048] Der Auswerter kann die folgenden Daten in einer separaten Datei (FeedbackRecordFile) aufzeichnen

- Zeitstempel
- Trainingsparameter
- Rückkopplungskontrollwerte
- Trefferanzahl (optional)
- Trainingsziele (fakultativ)

zu Punkt 6. Zeichnen des Trends der Trefferzahlen in einem bestimmten Zeitintervall während der gesamten Trainingssitzung

[0049] Anhand der aufgezeichneten Daten kann der Auswerter den Trend der Trefferzahlen während einer ganzen Sitzung aufzeichnen. Die X-Achse ist die Trainingszeit (Einheit Minute), die Y-Achse ist die Anzahl aller positiven Rückmeldungen in einer Minute.

[0050] Abbildung 3 zeigt eine beispielhafte Darstellung des Hit Count (Anzahl der positiven Rückmeldungen).

zu Punkt 7. Zeichnen des Trainingsziels-Trends in einem bestimmten Zeitintervall während einer ganzen Sitzung

[0051] Die Trainingsziele werden vom Evaluator in jedem Feedback-Zyklus berechnet, dann werden die Werte in einem bestimmten Zeitintervall gemittelt. Der Durchschnittswert kann wie in Abbildung 4 dargestellt werden, die einen beispielhaften Trend des Trainingsziels zeigt. Die X-Achse zeigt die Trainingszeit (Einheit Minute), die Y-Achse den Wert der Zielvorgaben. Zum Beispiel wird hier für eine Sitzung mit dem Ziel: Verringerung des Theta/Beta-Verhältnisses auf Cz, der Durchschnittswert des Theta/Beta-Verhältnisses in bestimmten Zeitintervallen gezeigt.

Der Evaluator ermöglicht die folgende Auswertung

Auswerten einer Trainingssitzung

[0052] Anhand des Trends der Trefferzahlen und des Trainingsziels können wir beurteilen, ob eine Trainingssitzung erfolgreich war oder nicht:

- Wenn die Trefferzahlen mit der Zeit zunehmen und sich das Trainingsziel nähert, kann man von einer erfolgreichen Sitzung sprechen --- die Gehirnaktivität wird reguliert
- Wenn die Anzahl der Treffer nicht zunimmt und das Trainingsziel immer näher rückt, kann die Sitzung nicht als erfolgreich bewertet werden --- die Veränderung der Gehirnaktivität kommt möglicherweise nicht vom Feedback-Training.
- Wenn sich die Trefferzahlen nicht erhöhen und sich das Trainingsziel nicht nähert, handelt es sich um eine misslungene Sitzung - die Gehirnaktivität wird nicht durch das Trainingsziel verändert.

Evaluieren eines Neurofeedbacksystems

[0053] Anwenden desselben Neurofeedbacksystem bei verschiedenen Zielpersonen. Wenn mehr als 60% der Zielpersonen erfolgreiche Sitzungen haben, bedeutet dies, dass das Neurofeedbacksystem ein effektives Feedback zur Unterstützung des Lernens mittels operanter Konditionierung liefert.

Evaluieren einer Zielperson --- ein Neurofeedback-Responder oder ein Non-Responder

[0054] Nicht alle Menschen können lernen, ihre Gehirnaktivität zu regulieren. Deshalb klassifizieren wir die Zielpersonen in Responder und Non-Responder. Ein Responder bedeutet, dass die Zielperson nach einigen Trainingssitzungen, z.B. 4-8 Sitzungen, lernen konnte, ihre Gehirnaktivität in der Neurofeedback-Schleife zu regulieren. Andernfalls klassifizieren wir die Zielperson als Non-Responder.

[0055] Wendet man eine Zielperson auf ein effektives Neurofeedbacksystem an, kann man sagen, dass sie ein Responder ist, wenn sie nach einer Lernphase (z.B. 4-8 Sitzungen) mehr als 60% erfolgreiche Sitzungen absolvieren konnte.

Erweiterte Nutzung: unabhängige Analyse auf Basis der aufgezeichneten Daten

[0056] Mit aufgezeichneten Datendateien (EDF+-Datei und FeedbackRecordFile, wie unter Punkt 5 oben beschrieben) ist eine unabhängige Offline-Analyse möglich. Ein unabhängiger Gutachter könnte auf der Grundlage der Daten Trainingssitzungen und Neurofeedbacksysteme evaluieren.

[0057] Diese Beschreibung und alle begleitenden Zeichnungen, die Aspekte und Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung illustrieren, sind nicht als Einschränkung der Ansprüche zu verstehen, die die geschützte Erfindung definieren. Mit anderen Worten, obwohl die Erfindung in den Zeichnungen und der vorstehenden Beschreibung detailliert dargestellt und beschrieben ist, sind diese Darstellungen und Beschreibungen als illustrativ oder beispielhaft und nicht als einschränkend anzusehen. Verschiedene mechanische, kompositorische, strukturelle, elektrische und betriebliche Änderungen können vorgenommen werden, ohne von Geist und Umfang dieser Beschreibung und der Ansprüche abzuweichen. In einigen Fällen sind bekannte Schaltungen, Strukturen und Techniken nicht im Detail gezeigt worden, um die Erfindung nicht zu verdecken. Es versteht sich daher von selbst, dass Änderungen und Modifikationen von Fachleuten im Rahmen des Anwendungsbereichs und des Geistes der folgenden Ansprüche vorgenommen werden können. Insbesondere umfasst die vorliegende Erfindung weitere Ausführungsformen mit beliebigen Kombinationen von Merkmalen aus verschiedenen und/oder einzelnen Ausführungsformen, wie oben und unten beschrieben. Erfindungsgemässe Ausführungsformen können insbesondere weitere und/oder zusätzliche Merkmale, Elemente, Aspekte usw. aufweisen, die nicht in den Zeichnungen dargestellt oder oben beschrieben sind.

[0058] Die Offenbarung erstreckt sich auch auf alle weiteren Merkmale, die in jeder Figur einzeln dargestellt sind, auch wenn sie in der vorstehenden oder nachfolgenden Beschreibung nicht beschrieben wurden. Auch können einzelne Alternativen der in einer beliebigen Figur und der Beschreibung beschriebenen Ausführungsformen und einzelne Alternativen von Merkmalen derselben vom Gegenstand der Erfindung oder vom offenbarten Gegenstand ausgeschlossen werden. Die Offenbarung umfasst sowohl Zielpersonen, die aus den in den Ansprüchen oder den beispielhaften Ausführungsformen definierten Merkmalen bestehen, als auch Zielpersonen, die diese Merkmale aufweisen.

[0059] Die vorliegende Offenbarung umfasst auch Ausführungsformen mit einer beliebigen Kombination von Merkmalen, die oben und/oder unten in verschiedenen Ausführungsformen oder Varianten erwähnt oder gezeigt sind. Sie umfasst auch einzelne Merkmale, wie sie in den Figuren dargestellt sind, auch wenn sie dort in Verbindung mit anderen Merkmalen gezeigt werden und/oder oben oder unten nicht erwähnt sind. Die Offenbarung umfasst sowohl Ausführungsformen, die ausschliesslich die in den Ansprüchen oder den beispielhaften Ausführungsformen beschriebenen Merkmale umfassen, als auch solche, die zusätzlich andere Merkmale umfassen. Die Schritte eines jeden oben offenbarten oder unten beanspruchten Verfahrens können vorzugsweise in der Reihenfolge ausgeführt werden, in der sie dargestellt sind, können aber auch in einer anderen Reihenfolge ausgeführt werden.

[0060] Ferner schliesst das Wort „umfassend“ in den Ansprüchen andere Elemente oder Schritte nicht aus, und der unbestimmte Artikel „ein“ oder „an“ schliesst eine Mehrzahl nicht aus. Eine einzige Einheit oder ein einziger Schritt kann die Funktionen mehrerer in den Ansprüchen aufgeführter Merkmale erfüllen. Die blosse Tatsache, dass bestimmte Massnahmen in verschiedenen abhängigen Ansprüchen aufgeführt sind, bedeutet nicht, dass eine Kombination dieser Massnahmen nicht vorteilhaft sein kann. Die Begriffe „im Wesentlichen“, „im Wesentlichen“, „etwa“, „ungefähr“ und dergleichen im Zusammenhang mit einem Merkmal oder einem Wert definieren insbesondere auch genau das Merkmal bzw. genau den Wert. Der Begriff „ungefähr“ im Zusammenhang mit einem bestimmten Zahlenwert oder -bereich bezieht sich auf einen Wert oder Bereich, der z. B. innerhalb von 20 %, innerhalb von 10 %, innerhalb von 5 % oder innerhalb von 2 % des gegebenen Wertes oder Bereichs liegt. Komponenten, die als gekoppelt oder verbunden beschrieben werden, können elektrisch oder mechanisch direkt gekoppelt sein, oder sie können indirekt über eine oder mehrere Zwischenkomponenten gekoppelt sein. Alle Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung des Anwendungsbereichs zu verstehen.

[0061] Sofern nicht anders angegeben, wird davon ausgegangen, dass in der gesamten Patentanmeldung die Aussage $a \approx b$ bedeutet, dass $|a-b|/(|a|+|b|) < 10$, vorzugsweise $|a-b|/(|a|+|b|) < 100$ ist, wobei a und b beliebige Variablen darstellen können, wie sie an beliebiger Stelle in dieser Patentanmeldung beschrieben und/oder definiert sind oder wie sie dem

Fachmann anderweitig bekannt sind. Ferner impliziert die Aussage, dass a zumindest annähernd gleich oder zumindest annähernd identisch mit b ist, dass $a \approx b$, vorzugsweise $a = b$ ist. Sofern nicht anders angegeben, wird davon ausgegangen, dass in der gesamten Patentanmeldung die Aussage, dass $a \gg b$ oder dass a wesentlich grösser oder viel grösser als b ist, impliziert, dass $a > 10b$, vorzugsweise $a > 100b$ ist; und die Aussage, dass $a \ll b$ oder dass a wesentlich kleiner oder viel kleiner als b ist, impliziert, dass $10a < b$, vorzugsweise $100a < b$ ist. Ferner impliziert die Aussage, dass zwei Werte a und b erheblich voneinander abweichen oder sich signifikant unterscheiden, dass $a \approx b$ nicht gilt, insbesondere dass $a \gg b$ oder $a \ll b$.

[0062] Ausführungsformen der Erfindung können eine oder mehrere elektronische oder rechnergestützte Vorrichtungen umfassen und/oder die Verwendung solcher Vorrichtungen beinhalten. Diese Vorrichtungen umfassen typischerweise einen Prozessor, eine Verarbeitungsvorrichtung oder einen Controller, wie eine allgemeine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU), eine Grafikverarbeitungseinheit (GPU), einen Mikrocontroller, einen RISC-Prozessor (Reduced Instruction Set Computer), eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), eine programmierbare Logikschaltung (PLC), ein FPGA (Field Programmable Gate Array), eine digitale Signalverarbeitungsvorrichtung (DSP) und/oder jede andere Schaltung oder Verarbeitungsvorrichtung, die in der Lage ist, die hier beschriebenen Funktionen auszuführen. Insbesondere können die Datenerfassungseinheit, die Merkmalsextraktionseinheit, die Rückkopplungs-Kontrolleinheit, die Rückkopplungsgebereinheit und/oder die Auswerteeinheit teilweise oder vollständig auf solchen elektronischen oder rechnergestützten Geräten implementiert sein, einzeln oder gemeinsam.

[0063] Die hierin beschriebenen Einheiten, Prozesse und/oder Verfahren können teilweise oder vollständig als oder in Form von Software implementiert werden, die wiederum als ausführbare Anweisungen kodiert sein kann, die in einem nichttransitorischen, computerlesbaren Medium verkörpert sind, einschliesslich, ohne Einschränkung, einer Speichereinrichtung und/oder einer Speichereinrichtung. Solche Anweisungen bewirken, wenn sie von einer Verarbeitungsvorrichtung ausgeführt werden, dass die Verarbeitungsvorrichtung zumindest einen Teil einer Funktionalität der jeweiligen Einheit bereitstellt oder zumindest einen Teil der hierin beschriebenen Prozesse oder Verfahren durchführt, vorzugsweise in Echtzeit. Die obigen Beispiele sind nur beispielhaft und sollen daher die Definition und/oder Bedeutung der Begriffe Prozessor und Verarbeitungsvorrichtung in keiner Weise einschränken.

[0064] Jede Einheit kann aus einer oder mehreren Untereinheiten bestehen. In ähnlicher Weise können mindestens zwei Einheiten der Datenerfassungseinheit, der Merkmalsextraktionseinheit, der Rückkopplungs-Kontrolleinheit, der Rückkopplungsgebereinheit und/oder der Auswerteeinheit eine Einheit in einer Supereinheit bilden, von der die beiden Einheiten Untereinheiten darstellen.

[0065] Wie hierin verwendet, d.h. an jeder Stelle dieses Dokuments, sind die Begriffe „Computer“ und verwandte Begriffe, z.B. „Prozessor“, „Verarbeitungsgerät“, „Zentraleinheit (CPU)“, „Rechengenät“ und „Steuergenät“ nicht auf jene integrierten Schaltungen beschränkt, die in der Fachwelt als Computer bezeichnet werden, sondern beziehen sich im weitesten Sinne auf einen Mikrocontroller, einen Mikrocomputer, eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), anwendungsspezifische integrierte Schaltungen und andere programmierbare Schaltungen, und diese Begriffe werden hier austauschbar verwendet. In den hier beschriebenen Ausführungsformen kann der Speicher ein computerlesbares Medium, wie z. B. einen Direktzugriffsspeicher (RAM), ein computerlesbares nichtflüchtiges Datenspeichermedium, wie z. B. einen Flash-Speicher, umfassen, ist aber nicht darauf beschränkt. Alternativ können auch eine Diskette, eine Compact Disc - Read Only Memory (CD-ROM), eine magneto-optische Disk (MOD), eine Digital Versatile Disc (DVD), ein USB-Stick und/oder eine Flash-Speicherkarte (z. B. CF, SD, miniSD, microSD), eine Speicherung in Datenwolken verwendet werden. In den hier beschriebenen Ausführungsformen können zusätzliche Eingabekanäle auch Computerperipheriegeräte sein, die mit einer Bedienerschnittstelle assoziiert sind, wie z. B. eine Maus und eine Tastatur, sind aber nicht darauf beschränkt. Alternativ können auch andere Computer-Peripheriegeräte verwendet werden, z. B. ein Scanner, ohne darauf beschränkt zu sein. Darüber hinaus können in der beispielhaften Ausführungsform zusätzliche Ausgabekanäle einen Monitor für die Bedienerschnittstelle umfassen, sind aber nicht darauf beschränkt.

[0066] Die hier verwendeten Begriffe „Software“ und „Firmware“ sind austauschbar und umfassen jedes Computerprogramm, das in einem Speicher zur Ausführung durch Computer, wie oben definiert, Workstations, Clients und/oder Server gespeichert werden kann.

[0067] Der hier verwendete Begriff „nichttransitorische computerlesbare Medien“ steht für alle greifbaren computergestützten Geräte, die in einem beliebigen Verfahren der Technologie zur kurz- und/oder langfristigen Speicherung von Informationen implementiert sind, wie z. B. computerlesbare Anweisungen, Datenstrukturen, Programmmodule und Untermodule oder andere Daten in einem beliebigen Gerät. Daher können die hier beschriebenen Verfahren als ausführbare Anweisungen kodiert werden, die in einem greifbaren, nicht transitorischen, computerlesbaren Medium verkörpert sind, einschliesslich, ohne Einschränkung, einer Speichereinrichtung und/oder einer Speichereinrichtung. Solche Anweisungen, wenn sie von einem Computer, wie oben definiert, ausgeführt werden, veranlassen den Computer, zumindest einen Teil der hier beschriebenen Verfahren durchzuführen. Darüber hinaus kann der hier verwendete Begriff „nicht-transitorische computerlesbare Medien“ alle greifbaren, computerlesbaren Medien umfassen, einschliesslich, ohne Einschränkung, nichttransitorische Computerspeichergeräte, einschliesslich, ohne Einschränkung, flüchtige und nicht-flüchtige Medien und entfernbare und nicht-entfernbare Medien wie Firmware, physische und virtuelle Speicher, CD-ROMS, DVDs und jede andere digitale Quelle wie ein Netzwerk oder das Internet, sowie noch zu entwickelnde digitale Mittel, mit der einzigen Ausnahme von transitorischen, sich ausbreitenden Signalen.

Patentansprüche

1. Ein Neurofeedback-Trainingssystem zur Verwendung in einer Neurofeedback-Trainingssitzung, umfassend
 - a) eine Datenerfassungseinheit zum Empfangen von Gehirnaktivitätsmessdaten, die sich auf die Gehirnaktivität einer Zielperson beziehen;
 - b) eine Merkmalsextraktionseinheit, zum, insbesondere wiederholten, Erhalten einer Beobachtungsgrösse aus den Gehirnaktivitätsmessdaten;
 - c) eine Rückkopplungs-Kontrolleinheit zum, insbesondere wiederholten, Feststellen einer Eigenschaft der Beobachtungsgrösse und zum Ableiten eines Rückkopplungskontrollwertes auf der Grundlage dieser Eigenschaft;
 - d) eine Rückkopplungsgebereinheit zum Bereitstellen einer Rückkopplung an die Zielperson, wobei die Rückkopplung von dem Rückkopplungskontrollwert abhängt, insbesondere durch diesen gesteuert wird;
 - e) eine Auswerteeinheit zum Überwachen der Neurofeedback-Trainingssitzung und/oder zum Auswerten einer Wirksamkeit der Neurofeedback-Trainingssitzung.
2. Neurofeedback-Trainingssystem nach Anspruch 1, ferner umfassend eine Datenspeichereinheit zum Speichern der Gehirnaktivitätsmessdaten, der Beobachtungsgrösse, der Eigenschaft und/oder des Rückkopplungskontrollwertes.
3. Neurofeedback-Trainingssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Beobachtungsgrösse eine skalare Grösse oder eine Vektorgrösse oder eine Funktion von Zeit und/oder Raum ist; insbesondere eine Amplitude, ein Verhältnis, ein Ort eines Peaks, etc.
4. Neurofeedback-Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Rückkopplungs-Kontrolleinheit so konfiguriert ist, dass sie feststellt, dass der Trainingseffekt ein positiver Effekt ist, wenn die momentane Beobachtungsgrösse im Vergleich zu einer zuvor erhaltenen Beobachtungsgrösse eine gewünschte Änderung aufweist.
5. Neurofeedback-Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Eigenschaft und/oder der Rückkopplungskontrollwert anzeigt, ob ein Trainingseffekt ein positiver Effekt oder ein negativer Effekt ist, wobei die Auswerteeinheit vorzugsweise weiterhin so konfiguriert ist, dass sie eine Anzahl von positiven Trainingseffekten feststellt, die innerhalb eines vorbestimmten Intervalls erreicht wurden.
6. Neurofeedback-Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1, wobei die Rückkopplungs-Kontrolleinheit dazu ausgebildet ist, eine Grösse, insbesondere eine Zahl, festzustellen, die eine Differenz, insbesondere einen Betrag einer Differenz, zwischen der momentanen Beobachtungsgrösse und einem Ziel, insbesondere einem Zielwert, für die Beobachtungsgrösse angibt.
7. Neurofeedback-Trainingssystem nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Zielgrösse für die Beobachtungsgrösse während der Neurofeedback-Trainingssitzung, insbesondere durch die Auswerteeinheit, verändert werden kann.
8. Neurofeedback-Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswerteeinheit dazu ausgebildet ist
 - a) die Beobachtungsgrösse zu empfangen, insbesondere kontinuierlich.
 - b) die Rückkopplungskontrollwerte, insbesondere kontinuierlich, zu empfangen.
 - c) eine Anzahl von positiven Trainingseffekten zu zählen;
 - d) das Ziel zu bestimmen, insbesondere fortlaufend.
 - e) die Beobachtungsgrösse, den Rückkopplungskontrollwert, die Anzahl der positiven Trainingseffekte, das Ziel und/oder die Beobachtungsgrösse in einer Datenspeichereinheit zu speichern;
 - f) eine grafische Darstellung der Anzahl der positiven Trainingseffekte, insbesondere als Funktion der Zeit, bereitzustellen; und/oder
 - g) eine grafische Darstellung des Ziels, insbesondere in Abhängigkeit von der Zeit, bereitzustellen.
9. Neurofeedback-Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend eine Informationsanzeigeeinheit zum Anzeigen von Informationen bezüglich der Neurofeedback-Trainingssitzung, der Anzahl der erreichten positiven Trainingseffekte als Funktion der Zeit und/oder der Beobachtungsgrösse als Funktion der Zeit.
10. Neurofeedback-Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Rückkopplungsgebereinheit eine Rückkopplungsanzeige umfasst, um der Zielperson eine Rückmeldung zu geben, z.B. in Form von Bildern und/oder Video, oder ein separates Rückkopplungsobjekt.
11. Neurofeedback-Trainingssystem nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Feedback-Display so konfiguriert ist, dass es die Beobachtungsgrösse und/oder den Rückkopplungskontrollwert anzeigt.

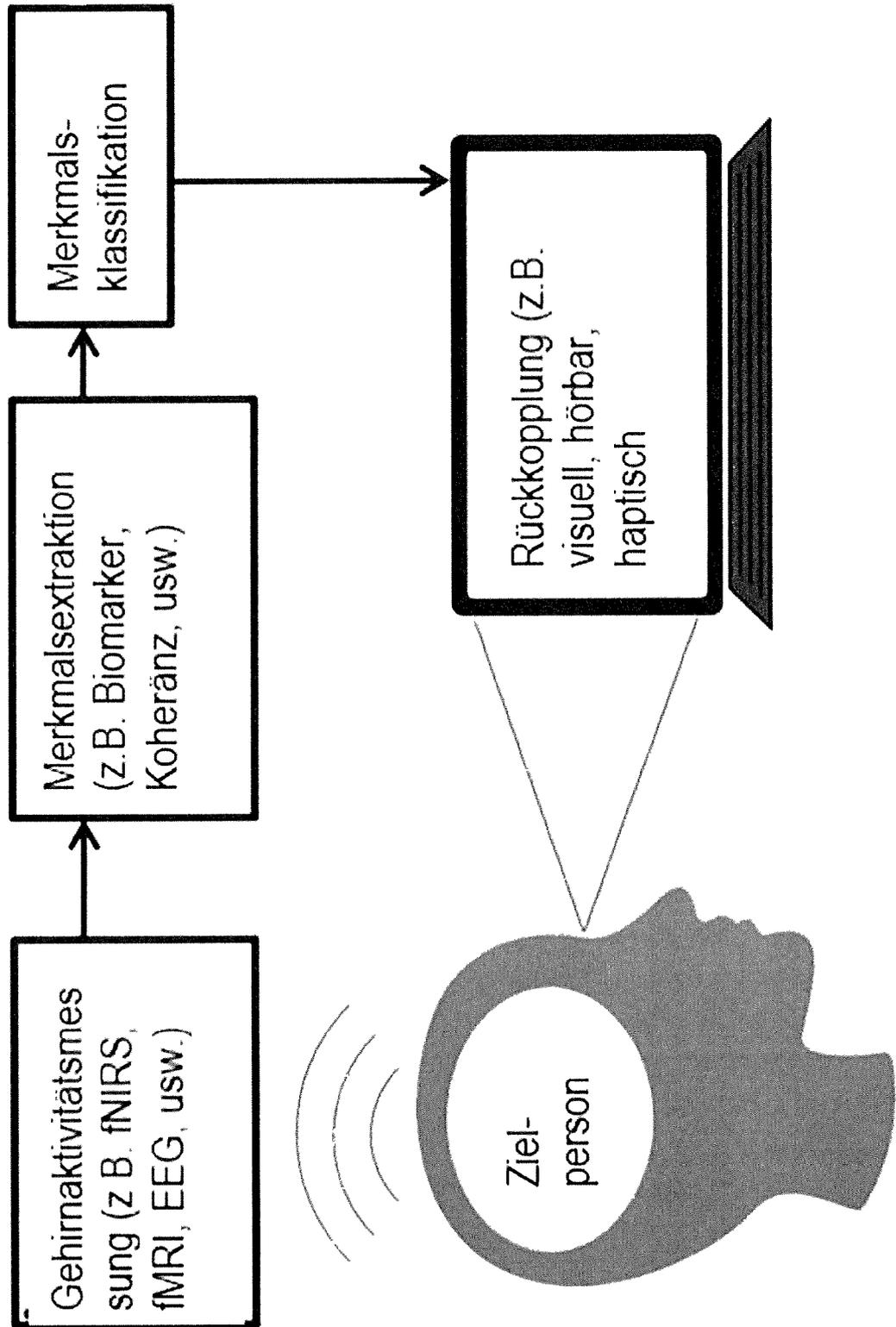


Fig. 1

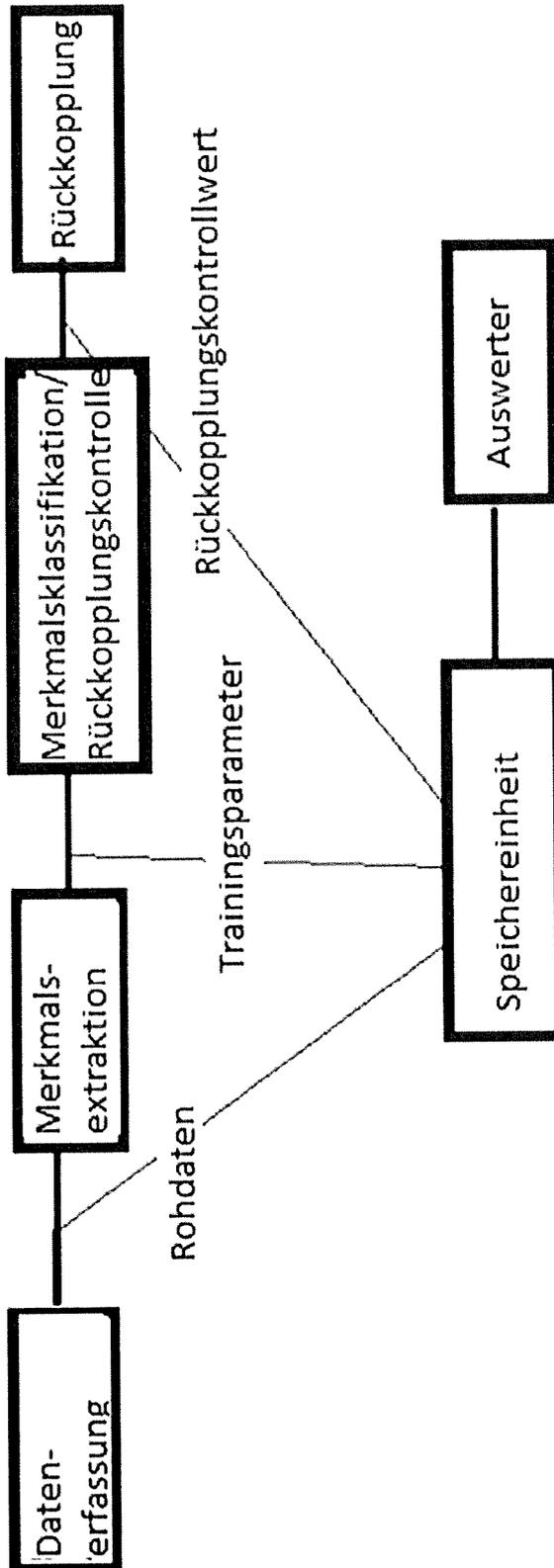


Fig. 2

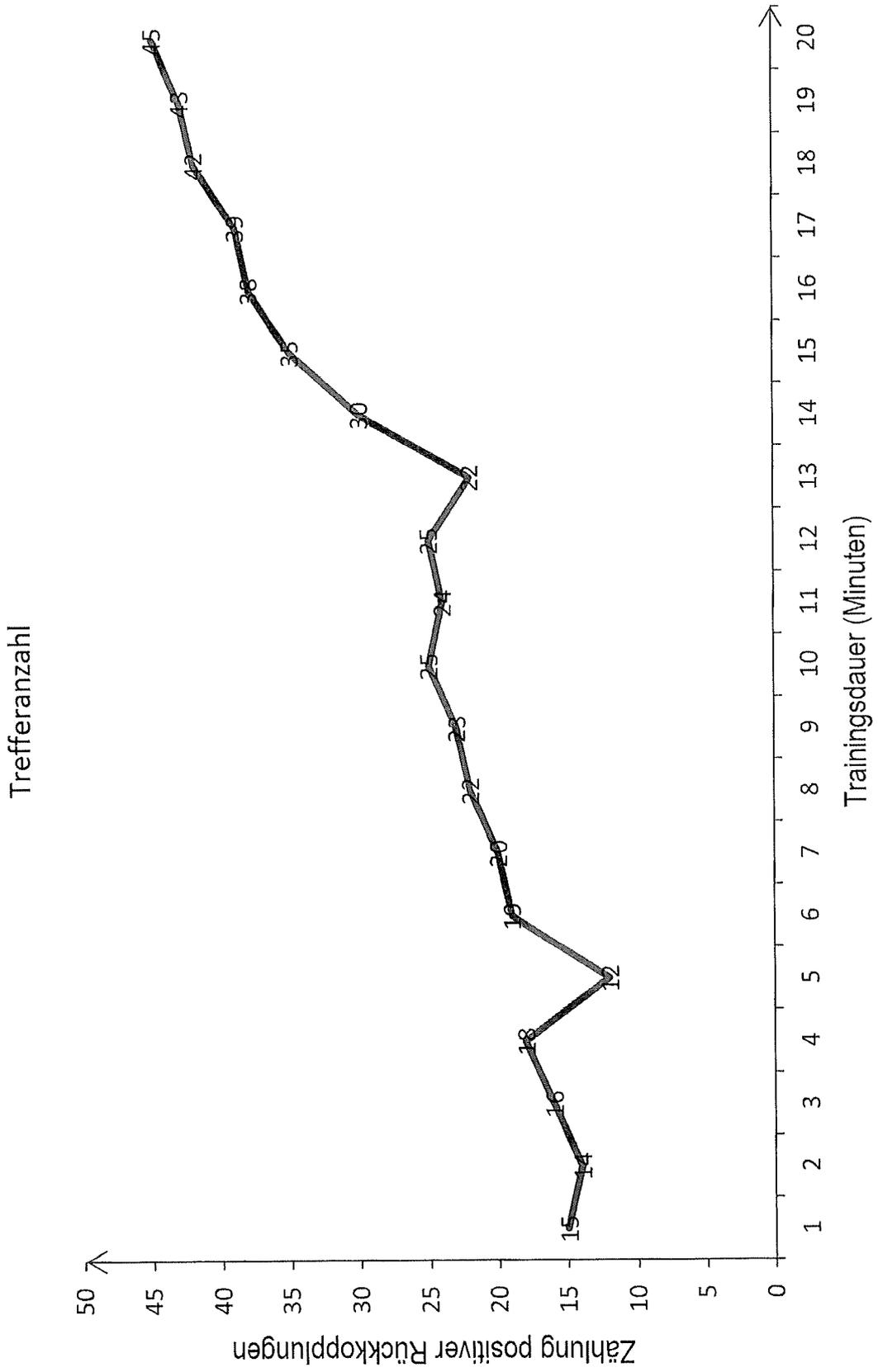


Fig. 3

Trend des Trainingsziels

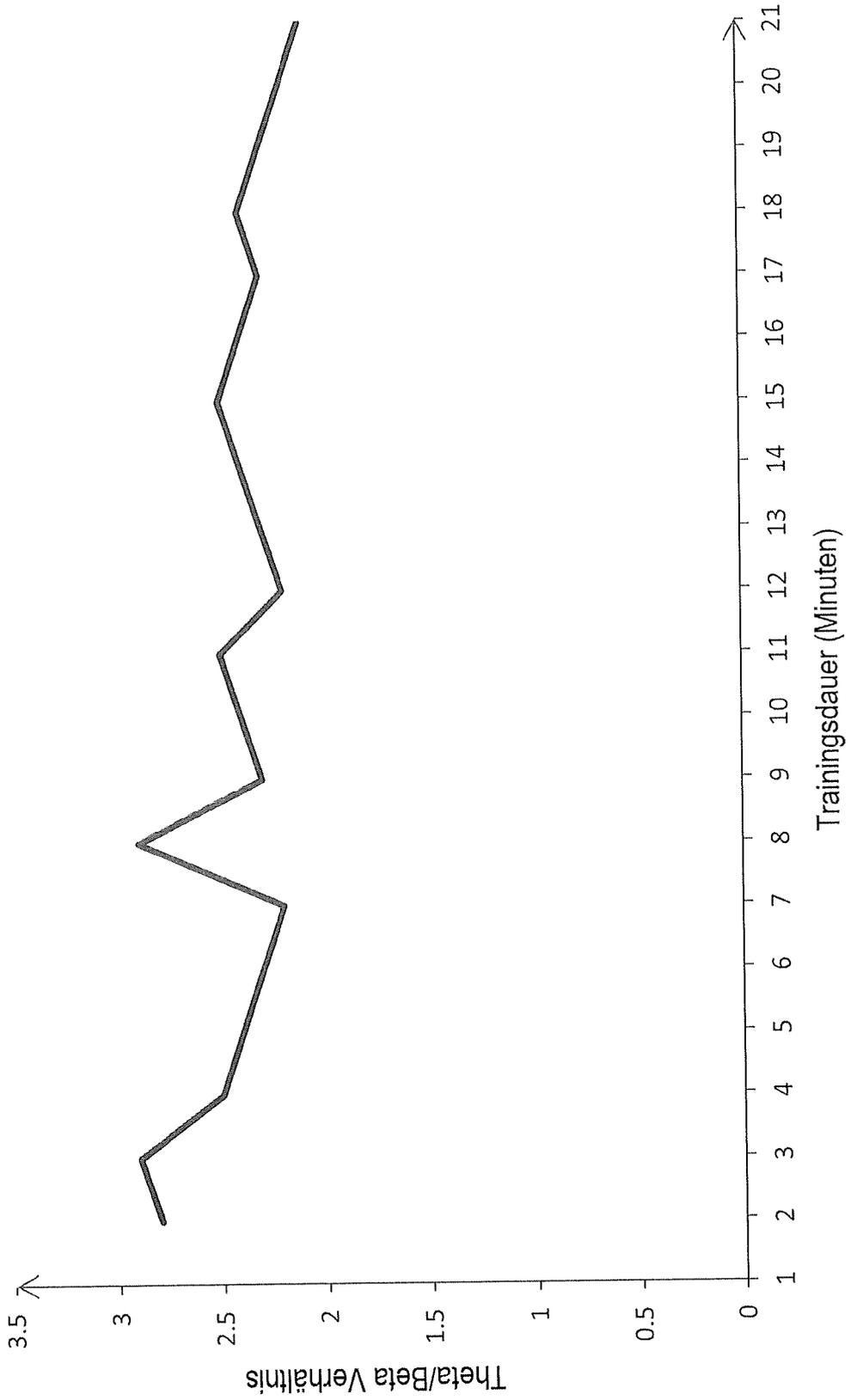


Fig. 4

**RECHERCHENBERICHT ZUR
SCHWEIZERISCHEN PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: CH00286/20

Klassifikation der Anmeldung (IPC):
A61B5/0482, A61M21/00**Recherchierte Sachgebiete (IPC):**
A61B, G09B, A61M**EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE:**

(Referenz des Dokuments, Kategorie, betroffene Ansprüche, Angabe der massgeblichen Teile(*))

1 WO2017191642 A1 (NURFLUS PAUL [IL]) 09.11.2017Kategorie: **X** Ansprüche: **1 - 10**

* Seite 1, Zeilen 6 - 16; Seite 2, Zeile 1 - Seite 4, Zeile 5; Seite 8, Zeile 18 - Seite 9, Zeile 13; Seite 10, Zeilen 9 - 26; Seite 12, Zeilen 1 - 5; Seite 32, Zeilen 12 - 16; Seite 35, Zeilen 5 - 14; Seite 35, Zeile 30 - Seite 36, Zeile 3; Seite 36, Zeile 28 - Seite 37, Zeile 12; Seite 37, Zeilen 18 - 32; Abbildungen 4, 7, 9 *

2 EP3181043 A1 (MENSIA TECH [FR]) 21.06.2017Kategorie: **X** Ansprüche: **1, 3 - 10**

* [0004]; [0005]; [0006]; [0008]; [0012]; Abbildungen 1, 2 *

3 US2020077941 A1 (KEANE CHRISTOPHER [US]) 12.03.2020Kategorie: **A** Ansprüche: **1**

* [0017]; [0050]; Abbildungen 3 *

4 US2011213197 A1 01.09.2011Kategorie: **A** Ansprüche: **1**

* [0023]; Abbildungen 1 - 5 *

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE:

X:	stellen für sich alleine genommen die Neuheit und/oder die erfinderische Tätigkeit in Frage	D:	wurden vom Anmelder in der Anmeldung angeführt
Y:	stellen in Kombination mit einem Dokument der selben Kategorie die erfinderische Tätigkeit in Frage	T:	der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
A:	definieren den allgemeinen Stand der Technik ohne besondere Relevanz bezüglich Neuheit und erfinderischer Tätigkeit	E:	Patentdokumente, deren Anmelde- oder Prioritätsdatum vor dem Anmeldedatum der recherchierten Anmeldung liegt, die aber erst nach diesem Datum veröffentlicht wurden
O:	nichtschriftliche Offenbarung	L:	aus anderen Gründen angeführte Dokumente
P:	wurden zwischen dem Anmeldedatum der recherchierten Patentanmeldung und dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht	&:	Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

Die Recherche basiert auf der ursprünglich eingereichten Fassung der Patentansprüche. Eine nachträglich eingereichte Neufassung geänderter Patentansprüche (Art. 51, Abs. 2 PatV) wird nicht berücksichtigt.

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt, für die die erforderlichen Gebühren bezahlt wurden. Der/Die Patentanspruch/Patentansprüche 11 wurde(n) wegen Nichtbezahlung der Anspruchsgebühr für diesen Bericht nicht berücksichtigt (Art 53a, Abs. 2 PatV).

Rechercheur: Jingming Li Salina
Recherchebehörde, Ort: Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum, Bern
Abschlussdatum der Recherche: 27.05.2020

FAMILIENTABELLE DER ZITIERTEN PATENTDOKUMENTE

Die Familienmitglieder sind gemäss der Datenbank des Europäischen Patentamtes aufgeführt. Das Europäische Patentamt und das Institut für Geistiges Eigentum übernehmen keine Garantie für die Daten. Diese dienen lediglich der zusätzlichen Information.

CH 717 433 A1

WO2017191642 A1	09.11.2017	EP3451919 A1	13.03.2019
		EP3451919 A4	18.12.2019
		US2019192033 A1	27.06.2019
		CN109195518 A	11.01.2019
		WO2017191642 A1	09.11.2017
		JP2019523108 A	22.08.2019
EP3181043 A1	21.06.2017	WO2017103208 A1	22.06.2017
		EP3181043 A1	21.06.2017
		US2018368719 A1	27.12.2018
US2020077941 A1	12.03.2020	US2020077941 A1	12.03.2020
US2011213197 A1	01.09.2011	US2011213197 A1	01.09.2011