



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 00140/91

22 Anmeldungsdatum: 18.01.1991

24 Patent erteilt: 15.07.1997

45 Patentschrift
veröffentlicht: 15.07.1997

73 Inhaber:
Interzeag AG, Rietbachstrasse 5,
8952 Schlieren (CH)

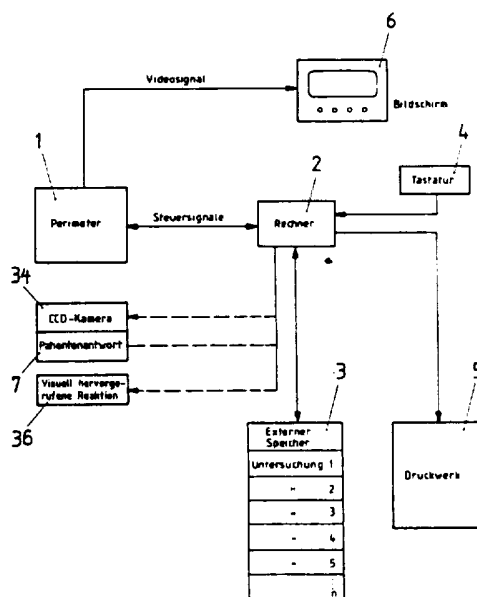
72 Erfinder:
Weijland, Albert, Wetzikon ZH (CH)

74 Vertreter:
Dr. Peter Fillinger Patentanwalt, Rütistrasse 1a,
5400 Baden (CH)

54 Verfahren zum Bestimmen des Schwellenwertes der Wahrnehmung von Licht an wählbaren Testorten des Gesichtsfeldes eines Auges.

57 Mit Hilfe eines von einem Rechner (2) in Verbindung mit einem Speicher (3) gesteuerten Perimeters (1) werden an durch den Rechner (2) oder den Speicher (3) wählbaren Testorten im Umfeld einer Beobachtungsachse mittels einer Lichtquelle dem Auge des Patienten an jedem gleichen Testort ein Stimulus zunehmenden Wertes dargeboten, bis aufgrund dem Rechner (2) zugeführter Reaktionen des Patienten auf dessen Stimulus ein Schwellenwert der Wahrnehmung erreicht ist. Es kann ein Stimulus kontinuierlich zunehmenden Wertes oder ein getakteter Stimulus zunehmenden Wertes dargeboten werden. Der Wert des Stimulus kann seine Lichtintensität oder seine Grösse sein. Die Reaktion des Patienten bei der Wahrnehmung des Stimulus kann mittels Betätigung eines Antwortknopfs (7) durch den Patienten erfolgen. Besser ist die objektive Messung der Reaktion der Pupille bei der Wahrnehmung des Stimulus mittels einer Infrarot-CCD-Kamera (34) oder die Messung von Hirnpotentialen mittels einer entsprechenden Messvorrichtung (36).

Das Verfahren erlaubt eine wesentliche Verkürzung der Untersuchungszeit sowie Erhöhung der Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Untersuchung.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die bekannte perimetrische Untersuchung des Auges eines Patienten, das heisst das Messen der Lichtunterschiedsempfindlichkeit der Netzhaut des Auges, basiert darauf, Testorten, die vorbestimmte Punkte eines Rasters auf einer zu einer Beobachtungsachse quer orientierten Fläche sind, nacheinander einen Stimulus bestimmter Lichtintensität darzubieten, wobei der Patient das Wahrnehmen oder das Nichtwahrnehmen des Stimulus durch Betätigen eines Antwortknopfs meldet. Nach einer solchen ersten Untersuchung wird an den gleichen Testorten oder einem Teil der Testorte eine zweite Untersuchung mit einem Stimulus veränderter Lichtintensität durchgeführt, an welche sich weitere Untersuchungen mit veränderter Lichtintensität des Stimulus anschliessen, bis ein Schwellenwert der Wahrnehmung empirisch und rechnerisch ermittelt ist.

Es ist einzusehen, dass dieses bekannte Verfahren zeitraubend ist und zudem wegen der überaus zahlreichen erforderlichen Entscheidungen den Patienten stark belastet, was die Zuverlässigkeit der Messungen beeinträchtigt.

Zur zeitlichen Abkürzung der aufeinanderfolgenden Untersuchungen und zur Erhöhung deren Genauigkeit ist es bereits bekannt, während und/oder nach einer Untersuchung mindestens die für vorbestimmten Testorte im Speicher gespeicherten Vorkenntnisse als Funktion der gemessenen, individuellen Schwellenwerte zu korrigieren und für nächst spätere Untersuchungen abzuspeichern, um bei der nächst späteren Untersuchung an den vorbestimmten Testorten zuerst einen Stimulus darzubieten, dessen Wert den korrigierten Vorkenntnissen entspricht. Aber auch diesem verbesserten Verfahren haftet der Nachteil an, dass an diesen Testorten dennoch der aktuelle Schwellenwert in einem Eingabelungsverfahren durch das Darbieten mehrerer Stimuli ermittelt werden muss.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, die perimetrische Untersuchung grundsätzlich zu verbessern und insbesondere die Anzahl der zur Bestimmung des Schwellenwerts der Wahrnehmung erforderlichen Untersuchungsschritte an den einzelnen Testorten namhaft zu vermindern.

Zur Lösung dieser Aufgabe weist das erfindungsgemässe Verfahren der eingangs genannten Art das im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angeführte Merkmal auf.

Da an jedem Testort ein Stimulus mit definiert zunehmendem Wert dargeboten wird, erübrigt es sich, die Testorte mehrfach mit Stimuli unterschiedlicher Werte zu beaufschlagen, so dass die Gesamtuntersuchung erheblich beschleunigt wird. Aus Gründen der Sicherheit oder einer Kontrolle kann es zweckmässig sein, Testorte ein zweites Mal mit Stimuli unterschiedlicher Werte zu beaufschlagen.

Gemäss den Ansprüchen 2 und 3 kann der Stimulus einen kontinuierlich zunehmenden Wert haben bzw. ein getakteter Stimulus zunehmenden Wertes sein.

Gemäss den Ansprüchen 4 und 5 kann der zunehmende Wert des Stimulus die Lichtintensität bzw. die Grösse des Stimulus sein.

Wie bei den bekannten Verfahren kann gemäss Anspruch 6 auch beim erfindungsgemässen Verfahren die Reaktion des Patienten auf den am gleichen Testort veränderlichen Wert des Stimulus darin bestehen, dass der Patient bei der Wahrnehmung des Stimulus einen Antwortknopf betätigt. Diese Art der Reaktion hat jedoch den Nachteil, dass die Zuverlässigkeit der Reaktion fragwürdig ist oder eine Reaktion gar nicht erfolgen kann, weil der Patient hierzu behindert, unfähig oder unwillig ist.

Gemäss Anspruch 7 kann deshalb die Reaktion des Patienten auf den am gleichen Testort veränderlichen Wert des Stimulus durch eine Messung der Reaktion der Pupille des Patienten festgestellt werden. Gemäss den Ansprüchen 9 und 10 kann die Reaktion des Patienten auf den am gleichen Testort veränderlichen Wert des Stimulus auch durch eine Messung von Potentialen an einem Körperorgan festgestellt werden, indem beispielsweise die Hirmpotentiale des Patienten gemessen werden.

Ausführungsbeispiele des erfindungsgemässen Verfahrens werden nachstehend an der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschema einer Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens, und

Fig. 2 eine zur Durchführung des Verfahrens modifizierte, an sich bekannte Vorrichtung mit einem Perimeter.

Im Prinzipschema der Fig. 1 ist ein Perimeter 1 dargestellt, das zur wechselseitigen Übertragung von Steuersignalen mit einem Rechner 2 mit internem Speicher verbunden ist und das an einer bestimmten Beobachterstelle das zu untersuchende Patientenaugen in einer Beobachtungsrichtung fixiert. Hierbei werden dem Auge mit geeigneten Mitteln Stimuli zunehmenden Wertes im Umfeld der Beobachtungsachse dargeboten. Dem Rechner 2 ist wahlweise ein externer Speicher 3 zugeordnet. Im internen Speicher des Rechners 2 und/oder im externen Speicher 3 werden von den verschiedenen Untersuchungen die ermittelten Schwellenwerte der lokalen Unterschiedsempfindlichkeit bezüglich der Stimuli abgespeichert. Um dem Rechner 2 Befehle zuzuleiten, ist eine Tastatur 4 vorhanden.

Mittels eines vom Rechner 2 gesteuerten Druckwerks 5 können die im internen oder externen Speicher 3 gespeicherten Untersuchungsergebnisse in numerischer oder graphischer Form zur Anzeige gebracht werden. Über einen Monitor 6 können das Patientenaugen und seine Ausrichtung beobachtet werden bzw. kann die Kommunikation mit dem Rechner 2 bewerkstelligt werden.

Wie bereits erwähnt, erzeugt die Kombination des Perimeters 1 und des Rechners 2 für jeden durch diese bestimmten Testort einen Stimulus, dessen Wert am gleichen Testort entweder kontinuierlich zunimmt oder der eine getaktete Konfiguration mit zunehmendem Wert hat. Man kann diesen Stimulus deshalb als Rampenstimulus bezeichnen. Dieser Rampenstimulus fängt mit einem leicht un-

terschweligen, alterskorrigierten Normalwert an und präsentiert sich dem Patientenauge mit definiert zunehmender Lichtmenge, bis der Stimulus vom Auge wahrgenommen wird. Die Lichtmenge kann hierbei, wie anhand der Fig. 2 noch gezeigt wird, entweder als veränderliche, ansteigende Lichtintensität oder als veränderliche, zunehmende geometrische Grösse des Stimulus gesteuert sein.

Wahrnehmungssignale können auf verschiedene Arten erzeugt werden, wie dies in Fig. 1 durch entsprechende Kästchen und gestrichelte Verbindungslinien mit dem Perimeter 1 und dem Rechner 2 angedeutet ist.

Erstens kann die Wahrnehmung des Stimulus in an sich bekannter Weise dem Rechner 2 durch den Patienten selbst signalisiert werden, indem dieser bei der subjektiven Wahrnehmung einen an den Rechner 2 angeschlossenen Antwortknopf 7 (vgl. auch Fig. 2) drückt.

Zweitens kann die Wahrnehmung des Stimulus entweder allein oder zusammen mit der Antwortbetätigung durch den Patienten dadurch signalisiert werden, dass in objektiver Weise die Veränderung der Pupille des Patienten Auges bei der subjektiven Wahrnehmung des Stimulus gemessen wird, beispielsweise mittels einer auf die Pupille gerichteten Infrarot-CCD-Kamera 34 (vgl. auch Fig. 2), und das entsprechende Signal dem Rechner 2 zugeleitet wird.

Drittens ist es auch möglich, bei der Wahrnehmung des Stimulus auftretende Potentiale eines Körperorgans des Patienten, beispielsweise Hirnpotentiale, mittels einer geeigneten Vorrichtung 36 (vgl. auch Fig. 2) zu messen und das entsprechende Signal dem Rechner 2 zuzuleiten.

Das vorliegende Verfahren weist die folgenden Vorteile auf:

a) Die Untersuchung kann um einen Faktor bis zu fünf schneller durchgeführt werden als bei den bekannten Verfahren.

b) Bei Anwendung einer Messung der Reaktion der Pupille oder einer Messung der Hirnpotentiale liegt eine objektive Messung vor, so dass die Untersuchung vom Patienten unbeeinflussbar ablaufen wird und eine Simulation durch den Patienten ausgeschlossen ist.

c) Die Untersuchung kann mit behinderten, jugendlichen, senilen oder andersweitig «unfähigen» Patienten durchgeführt werden.

d) Die Zuverlässigkeit der Untersuchung und damit die Genauigkeit der Untersuchung nehmen zu.

Anhand der Fig. 2 wird nun eine praktische Ausführungsform des eigentlichen Perimeters 1 beschrieben. Diese Ausführungsform stimmt in weiten Teilen mit der in der Europäischen Patentanmeldung 0 363 610 dargestellten und beschriebenen Ausführungsform eines Perimeters überein, wobei jedoch grundsätzliche Abweichungen von diesem Stand der Technik aufgrund der Erfordernisse zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens vorliegen.

Gemäss Fig. 2 weist das eigentliche Perimeter 1 ein Okular 8 auf, dessen optische Achse 9 mit der

Beobachterachse eines an der Beobachterstelle 10 für eine Untersuchung fixierten Beobachterauges zusammenfällt. Die Linsen 12 des Okulars 8 sind auf eine Zwischenbildebene 11 (diese kann in Wirklichkeit leicht gekrümmt sein) fokussiert und derart geschliffen, dass sie die von einem Punkt der Zwischenbildebene 11 ausgehenden, divergierenden Strahlen parallel richten und gegen die Beobachterstelle 10 umlenken. Mit Bezug auf die Zwischenbildebene 11 bildet das Okular 8 eine Lupe. Mit dem parallelen Ausrichten der Strahlen durch die Linsen 12 gegen die Beobachterstelle 10 wird die Möglichkeit geschaffen, dass sich während einer Untersuchung das Beobachteraue in bestimmten Grenzen in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse 9 verschieben darf, ohne dass deswegen ein dargebotener Stimulus unscharf (oder überhaupt nicht) wahrgenommen wird, oder dessen geometrische Lage vom Patienten verfälscht erkannt wird.

Weiter weist das eigentliche Perimeter 1 eine Lichtquelle 13 vorzugsweise in Form einer Leuchtdiode auf, deren Lichtstärke vom Rechner 3 über eine Leitung 14 steuerbar ist. Die Verwendung einer Leuchtdiode hat den Vorteil, dass die Lichtquelle 13 verzögerungsfrei steuerbar ist. Zudem kann sie zur Durchführung der Farbperimetrie leicht gegen eine farbige Leuchtdiode ausgetauscht werden. Es können indessen auch Halogenlampen oder Laserröhren als Lichtquelle verwendet werden.

Vom Licht der Lichtquelle 13 wird mittels einer Blende 15, welche die Form und die Grösse eines Stimulus bestimmt, ein gebündelter Lichtstrahl ausgeblendet. Auch die Blende 15 bzw. deren Öffnung ist über eine weitere Leitung 14 vom Rechner 3 steuerbar. Die Steuerbarkeit sowohl der Lichtquelle 13 als auch der Blende 15 entspricht dem Merkmal des vorliegenden Verfahrens, dass der kontinuierlich oder taktweise zunehmende Wert des Stimulus die Lichtintensität oder die Grösse des Stimulus sein kann.

Auf die Blende 15 ist ein Objektiv bestehend aus den Linsen 16 gerichtet, das von der Blendenöffnung bzw. einem Stimulus auf der Zwischenbildebene 11 ein reelles Zwischenbild erzeugt. Die Linsen 16 sind mit ihrer optischen Achse 17 parallel zur Achse 9 des Okulars 8 orientiert. Das auf der Zwischenbildebene 11 erzeugte reelle Zwischenbild des Stimulus wird vom Beobachteraue an der Beobachterstelle 10 durch das Okular 8, zu welchem auch eine Feldlinse 18 gehört, vergrössert wahrgenommen.

Die Lichtquelle 13 und die Blende 15 sind gemeinsam in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse 17 der Linsen 16 verschiebbar. In der Ebene 19 der Blende 15 können daher die Stimuli am vom Rechner 2 frei wählbaren, koordinatenmässig bestimmten Orten im vom den Linsen 16 erfassten Umfeld dargeboten werden. Ein vom Rechner 2 gesteuerter Antrieb 21 dient der Lageverschiebung der Lichtquelle 13, der Blende 15 und der Linsen 16, welche eine bauliche Einheit 22 bilden und gemeinsam in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse 17 verschiebbar sind. Vom Antrieb 21 wird jeweils die ganze Einheit 22 an den vom Rechner 2 befohlenen Ort bewegt. Durch die Beweglichkeit der

Linse 16 ist deren Durchmesser und damit die Grösse des Winkels 23 bei kleinem Abstand zur Blende 15 wählbar. Der Winkel 23 ist, mindestens in grober Näherung, vorzugsweise gleich dem Winkel 23a, dessen Grösse den Abstand von zwei von der Zwischenbildebene 11 ausgehenden, divergierenden und von der Doppellinse 12 parallel gerichteten Strahlen. Der Winkel 23 beträgt bei diesem Beispiel max. 20°; seine Grösse bestimmt die Abweichungstoleranz des Patientenauges von der Beobachterstelle 10.

Um für einen Patienten das ganze beobachtbare Umfeld der Beobachterachse 9 gleichmässig auszu-leuchten, ist in der optischen Achse 17 ein gegen die Zwischenbildebene 11 gerichteter, teilweise lichtdurchlässiger Spiegel 24 angeordnet, der einerseits das durch die Linse 16 durchtretende Licht durchlässt und andererseits das von einer Lichtquelle 25 erzeugte Licht gegen die Zwischenbildebene 11 umlenkt. Für eine gleichmässige Ausleuchtung des Umfeldes der Beobachterachse 9 sind zwischen der Lichtquelle 25 und dem Umlenkspiegel 24 eine Diffusorscheibe 26 und eine zum Beispiel als Fresnellinse gestaltete Sammellinse 27 angeordnet. Die Diffusorscheibe 26 kann für die Durchführung der Farbperimetrie zusätzlich als Farbfilter gestaltet sein.

Um einem Beobachteraue die Orientierung mit Bezug auf die Beobachterachse zu erleichtern, wird dem Patienten auf dieser Achse eine hell leuchtende Marke (Fixationsmarke) als Orientierungshilfe angeboten. Diesem Zweck dient eine zwischen der Zwischenbildebene 11 und der Doppellinse 12 angeordnete, teilweise durchlässige, gegen die Beobachterstelle 10 gerichtete Umlenkspiegel 28. Den Schnittpunkt zwischen dem Umlenkspiegel 28 und der Beobachterachse 9 schneidet weiter die optische Achse 29 von zwei Linsen 30, die axial mit einer Lichtquelle 31 und einer Blende 32 ausgerichtet sind. Die Blende 32 bestimmt die Form und die Grösse der Fixationsmarke.

Über einen weiteren, in der optischen Achse 29 angeordneten Umlenkspiegel 33, der durchlässig für sichtbares Licht und reflektierend für infrarotes Licht ist, ist eine infrarot-empfindliche CCD-Kamera 34 auf die Beobachterachse 9 geschaltet, mit der ein Patientenaue während einer Untersuchung beobachtet werden kann. Zu diesem Zweck wird das Patientenaue an der Beobachterstelle 10 mit Infrarotlicht von Leuchtdioden 35 unsichtbar beleuchtet. Somit liefert die CCD-Kamera 34 ein dem Rechner 2 zugeführtes Signal eines Bildes der Pupille des Patientenauges, so dass der Rechner 2 die bei der Wahrnehmung eines Stimulus bestimmten Wertes durch das Patientenaue dann auftretende Pupillenveränderung ohne aktives Eingreifen des Patienten feststellen kann.

Schliesslich ist noch eine zur Erfassung visuell erregter Reaktionen eines Körperorgans des Patienten, beispielsweise von Hirnpotentialen, vorgesehene Vorrichtung 36 schematisch dargestellt, welche bei ihrer Verwendung ebenfalls an den Rechner angeschlossen wird und dazu dient, die Wahrnehmung eines Stimulus durch das Patientenaue ohne aktives Eingreifen des Patienten zu signalisieren.

Die Linse 16 und die Feldlinse 18 können entfallen, wenn die Lichtquelle 13 und die Blende 15 soweit gegen das Okular 8 verschoben werden, dass die Ebene 19 mit der Zwischenbildebene 11 zusammenfällt (nicht dargestellt). Dies könnte beispielsweise mit einem Bildschirm in der Ebene 11 realisiert werden (nicht dargestellt). Wird in der Zwischenbildebene 11 ein Bildschirm zur Darbietung des Stimulus angeordnet, besteht die Möglichkeit, den Stimulus dunkler als das Umfeld zu wählen.

Bei beiden Ausführungsbeispielen wird ein Abstand der Beobachterstelle 10 von der Zwischenbildebene 11 gewählt, der kleiner ist als die Sehweite für deutliches Sehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen des Schwellenwertes der Wahrnehmung von Licht an wählbaren Testorten des Gesichtsfeldes eines Auges mit Hilfe eines von einem Rechner gesteuerten Perimeters, wobei an den durch den Rechner wählbaren Testorten im Umfeld einer Beobachtungsachse mittels einer Lichtquelle Stimuli unterschiedlicher Werte dargeboten werden, bis aufgrund von dem Rechner zugeführten Patientenreaktionen auf die Stimuli ein Schwellenwert der Wahrnehmung ermittelt ist, dadurch gekennzeichnet, dass dem Patienten an jedem Testort jeweils ein einziger Stimulus zunehmenden Wertes bis zum Auftreten einer Patientenreaktion dargeboten wird, und dass der Wert des Stimulus beim Auftreten der Patientenreaktion als charakteristische Grösse für den Schwellenwert der Wahrnehmung festgehalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an jedem Testort ein Stimulus kontinuierlich zunehmenden Wertes dargeboten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an jedem Testort ein getakteter Stimulus zunehmenden Wertes dargeboten wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der zunehmende Wert des Stimulus die Lichtintensität des Stimulus ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der zunehmende Wert des Stimulus die Stimulusgrösse ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktion des Patienten auf den am gleichen Testort veränderlichen Wert des Stimulus mittels der Betätigung eines Antwortknopfes durch den Patienten festgestellt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktion des Patienten auf den am gleichen Testort veränderlichen Wert des Stimulus durch eine Messung der Reaktion der Pupille des Patienten festgestellt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Messung der Reaktion der Pupille des Patienten eine Infrarot-CCD-Kamera verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktion des Patienten auf den am gleichen Testort veränderli-

chen Wert des Stimulus durch eine Messung von Potentialen an einem Körperorgan des Patienten festgestellt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hirnpotentiale des Patienten gemessen werden.

5

11. Einrichtung zur Untersuchung des Gesichtsfeldes des Auges eines Patienten, mit einer Lichtquelle (13), einer dieser nachgeschalteten Blende (15) und einem optischen System (8, 16), durch welches die Lichtstrahlen der Lichtquelle (13) auf die Netzhaut des auf einer Beobachtungsachse (9) an einer Beobachtungsstelle (10) befindlichen Auges ausrichtbar sind, sowie mit einem Rechner (2) zur Erzeugung von Stimuli unterschiedlicher Werte mittels der Lichtquelle (13) an wählbaren Testorten im Umfeld der Beobachtungsachse (9) und mit an den Rechner (2) angeschlossenen Mitteln (7, 36, 37) zur Erzeugung einer Patientenreaktion auf die Stimuli zur Ermittlung eines Schwellenwertes ihrer Wahrnehmung durch den Patienten, dadurch gekennzeichnet, dass der Rechner (2) zur Erzeugung eines jeweils einzigen Stimulus zunehmenden Wertes bis zum Auftreten der Patientenreaktion ausgebildet ist.

10

15

20

25

12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Rechner (2) zur Steuerung einer kontinuierlich oder taktweise zunehmenden Lichtintensität der Lichtquelle (13) ausgebildet ist.

13. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung der Blende (14) verstellbar ist, und dass der Rechner (2) zur Steuerung einer kontinuierlich oder taktweise zunehmenden Öffnung der Blende (14) ausgebildet ist.

30

35

40

45

50

55

60

65

5

Fig. 1

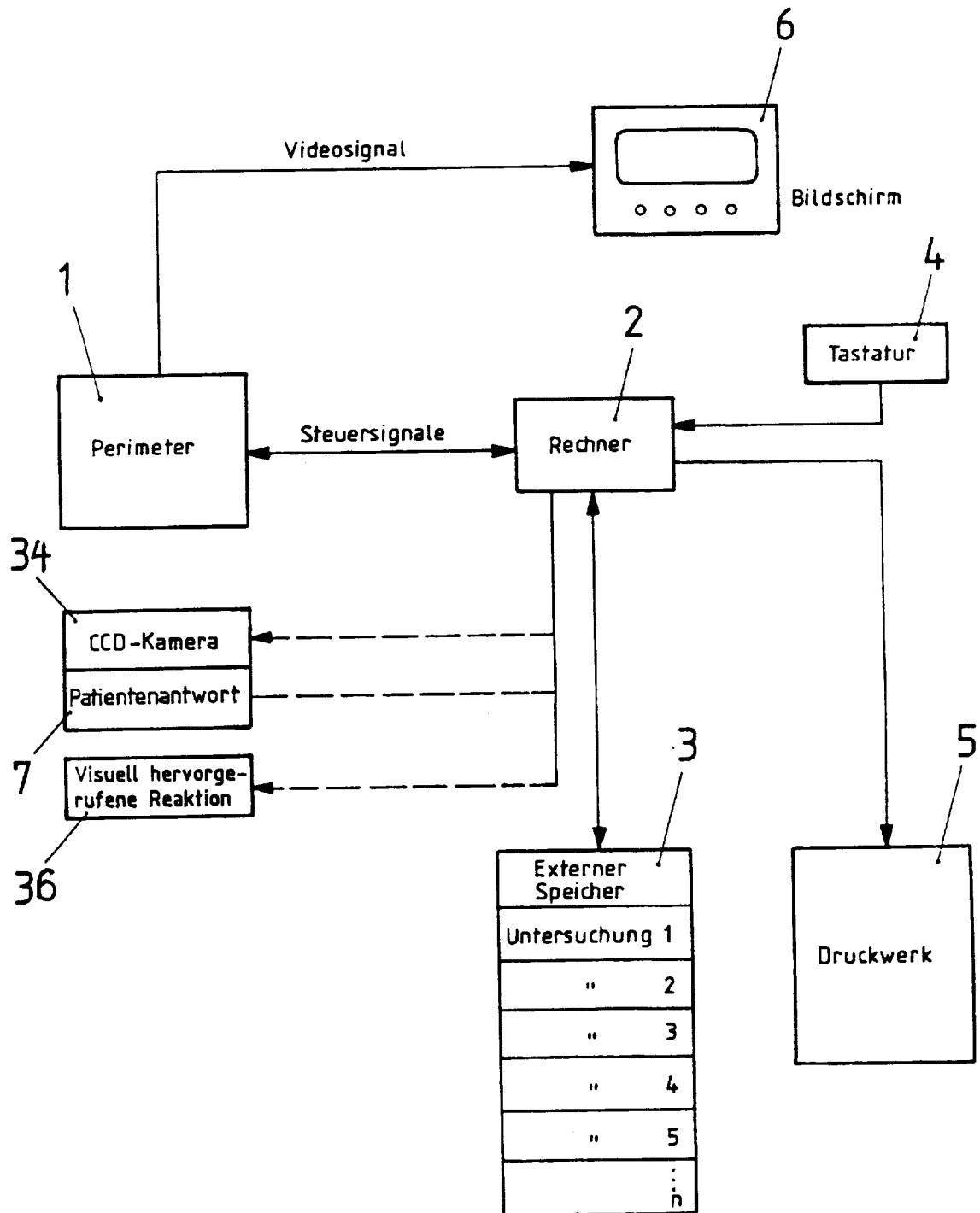


Fig. 2

