

Optische Hochfrequenztechnik und Photonik

Herausgeber: B. Schmauß, R. Engelbrecht

Bernhard Höher

Neue Methode zur Abbildung der Netzhaut des menschlichen Auges in Stand- und Bewegtbild bei kleiner Pupille

Optische Hochfrequenztechnik und Photonik

Bernhard Höher

**Neue Methode zur Abbildung der Netzhaut
des menschlichen Auges in Stand- und Bewegtbild
bei kleiner Pupille**

D 29 (Diss. Universität Erlangen-Nürnberg)

Shaker Verlag
Aachen 2018

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Erlangen-Nürnberg, Univ., Diss., 2018

Copyright Shaker Verlag 2018

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-6159-8

ISSN 1866-6043

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Dieses Buch stellt eine neue Methode zur Verbesserung klassischer non-mydriatischer Farb-Funduskameras dar. Hauptvorteil ist die Reduktion des erforderlichen Pupillendurchmessers bei gleichzeitig großem Fundusbild sowie die Möglichkeit großflächige Fundusvideos in Farbe aufzunehmen. Im Gegensatz zu herkömmlichen non-mydriatischen Funduskameras erlaubt die neue Methode auch den Betrieb bei normaler Zimmerbeleuchtung. Zusätzlich entfallen die bei herkömmlichen Funduskameras erforderlichen Wartezeiten in der Größenordnung von Minuten zwischen aufeinander folgenden Fundusaufnahmen, weil nicht mehr gewartet werden muss bis sich die Augenpupille nach Auslösen des Blitzlichtes der Funduskamera wieder aufweitet.

Es wird ein Demonstrator beschrieben, der zum Nachweis der Funktionstüchtigkeit der neuen Methode angefertigt wurde. Zudem werden die mit dem Demonstrator erzielten Fundusaufnahmen abgebildet und den mit herkömmlichen Funduskameras gewonnenen Bildern gegenübergestellt. Die gewonnenen Fundusbilder sind rechteckig mit einem Bildfeld von 18° (vertikal) x 68° (horizontal). Das Buch liefert nicht nur eine Beschreibung sondern auch eine schrittweise Erklärung der neuen Methode:

Zunächst wird beschrieben wie das normalerweise völlig schwarz erscheinende Augeninnere durch geeignete Anordnung einer Lichtquelle in Verbindung mit einem Spiegel oder Strahlteiler so aufgehellt werden kann, dass einen kleiner Ausschnitt der roten Netzhaut durch die Pupille hindurch einsehbar wird. Dann wird gezeigt wie man durch eine zusätzliche Linse die Apertur des Beobachters - und damit auch sein perspektivisches Zentrum - in das untersuchte Auge hinein projizieren kann, sodass der Beobachter von einem scheinbaren Standpunkt im Augeninneren einen großflächigen Blick auf die Netzhaut erhält. Dann wird das Kernproblem bei der Beobachtung der Netzhaut beschrieben: Die parasitären Rückreflexionen der Lichtquelle an den lichtbrechenden Grenzflächen im Auge (Vorder- und Rückseite von Cornea und Linse), welche ohne weitere Maßnahmen das lichtschwache Bild des Fundus überstrahlen. Ein klassischer Lösungsansatz zu diesem Problem ist die Ringbeleuchtung, durch welche kreisförmige Fundusbilder gewonnen werden. Sie hat den Nachteil, dass die Größe des einsehbaren Netzhautareals bei kleiner werdender Pupille sinkt. Bei typischen Fundusbildern mit einem Einblick-Sehwinkel von 45° ist dann ein Pupillendurchmesser von mindestens 4 mm erforderlich, sodass im non-mydriatischen Fall ein Untersuchungsraum mit geringem Umgebungslicht vorhanden sein muss, damit sich die Pupille des Probanden auf natürliche Weise auf die erforderliche Größe von 4 mm weitet. Dazu kommt das Problem, dass sich auch durch das Blitzlicht der Funduskamera die Pupille verkleinert. Darum muss für die Anfertigung einer weiteren Fundusaufnahme bis zu mehrere Minuten auf eine erneute Weitung der Pupille gewartet werden.

Diese Probleme wurden durch das beschriebene neue Verfahren „Streifenmethode“ behoben. Die Idee besteht darin die Rotationssymmetrie des klassischen Verfahrens aufzuheben, sodass sich die durch die Pupillengröße gegebene Begrenzung des einsehbaren Fundusbereiches nur noch auf die vertikale Ausdehnung des Fundusbildes beschränkt. Hingegen konnte die horizontale Ausdehnung des Fundusbildes von dieser Einschränkung befreit werden. Dadurch ist die Bildbreite schließlich nur noch durch die technischen Möglichkeiten begrenzt: Bereits mit Verwendung kostengünstiger optischer Massenmarktbestandteile kann eine Bildbreite von 68° erreicht werden. Daraus ergibt sich die streifenförmige Form der so gewonnenen Fundusbilder: Aufgrund des Zugewinns an Bildbreite kann die Höhe des Fundusbildes auf etwa 18° reduziert werden, sodass bereits ein Pupillendurchmesser von nur etwa 2,5 mm ausreichend ist. Das Buch beschreibt, wie sich die eben grob skizzierte Idee konkret umsetzen lässt.

Die technische Neuheit sowohl der beschriebenen Streifenmethode wurde durch Erteilung eines Patents bestätigt. Bei der Anfertigung des beschriebenen Demonstrators wurden bereits wirtschaftliche Aspekte mit einbezogen wie eine montagegerechte mechanische Umsetzung und die Verwendung von kostengünstigen Massenmarktbestandteilen. So wird im Buch bereits gezeigt, dass sich die aufgezeigten neuen technischen Möglichkeiten in Form einer kostengünstigen Funduskamera umsetzen lassen, die besonders für einen telemedizinischen Einsatz in ärmeren Gegenden dieser Erde geeignet ist.