

Industrielle Gemeinschaftsforschung

F.O.M.

015



Ausgezeichnet mit dem
Otto von Guericke-Preis 2020
für das IGF-Projekt des Jahres

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Strukturierte Beleuchtung und hyperspektrale Bildgebung als neuartiger Ansatz zur Tumorerkennung in der Dermatologie (HSI-plus)

Die Herausforderung

Bei Untersuchungen zur Hautkrebsfrüherkennung erfolgt die chirurgische Entnahme tumorverdächtigen Gewebes und dessen Analyse bisher meist nur auf Basis visueller Kontrollen und in Abhängigkeit von der Erfahrung der untersuchenden Ärzte. Dadurch wird häufig die rechtzeitige Entfernung bösartiger Melanome versäumt, während viele harmlose Muttermale herausoperiert werden. Die frühzeitige Erkennung von Melanomen und Exzision sind jedoch entscheidend für eine erfolgreiche Hautkrebsbehandlung.

Ein System, welches den Arzt bei der (frühzeitigen) Erkennung von Hauttumoren unterstützt und auch dem unerfahrenen Allgemeinarzt ein Screening ermöglicht, existiert aktuell nicht, würde jedoch die Mortalität erheblich senken.

Die Innovationsidee

Ziel des Vorhabens HSI-plus war die Entwicklung eines bildgebenden Messsystems, das die objektive Erkennung prä-maligner Läsionen der Haut ermöglicht.

Hierzu wurden zwei Technologien kombiniert: Mit strukturierter Beleuchtung sollte eine Tiefenauflösung erreicht und störende Signale aus unteren Gewebeschichten herausgefiltert werden, sodass ein hyperspektrales Kamerasystem Zellveränderungen durch eine orts aufgelöste Erfassung optischer Hauteigenschaften erkennen kann. Unter Berücksichtigung der Lichtausbreitung in der Probe sollte eine quantitative Bestimmung der Inhaltsstoffe, wie z. B. des Melaningehalts in der Haut oder der Sauerstoffsättigung im Blut, ermöglicht werden, was bisher mit der in der Diagnostik und Messtechnik vielfältig eingesetzten, berührungslosen Methode – die optische Spektroskopie – nur mit aufwendigen Kalibrationsmessungen erreicht werden kann.

Weiterhin sollte die Messung mit dem kombinierten System nicht nur an einem Punkt, sondern bildgebend und spektral aufgelöst an über 1000 Punkten gleichzeitig erfolgen, sodass das System in den industriellen, medizinischen und wissenschaftlichen Bereichen einsetzbar ist, in denen spektrometrische Systeme und/oder Kamerasysteme verwendet werden.

Projektinformationen

IGF-Nr.:	19639 N
Laufzeit:	08/2017 – 04/2020
Fördersumme:	249.600 EUR
Industrieleistungen:	59.100 EUR

Forschungseinrichtungen

- Institut für Lasertechnologien in der Medizin und Meßtechnik an der Universität Ulm

Projektbegleitender Ausschuss

- Berliner Glas KGaA
- Carl Zeiss Optotechnik GmbH
- Cubert GmbH ^{KMU}
- DIOPTIC GmbH ^{KMU}
- IBL GmbH ^{KMU}
- inno-spec GmbH ^{KMU}
- Inst. f. Textilchemie & Chemiefasern
- LASER COMPONENTS GmbH ^{KMU}
- Optis GmbH ^{KMU}
- POG Präzisionsoptik Gera GmbH ^{KMU}
- Richard Wolf GmbH
- Simeon Medical GmbH & Co. KG ^{KMU}
- SPECTARIS, Dt. Industrieverband

- **Laseroptische Medizintechnik**
- **Diagnostik, Optische Messtechnik**

Projektbegleitende akademische Abschlussarbeiten

- [Master] Philipp Hank (2018)
- [Master] Daniel Meitingner (2018)
- [Master] Sonja Kunz (2019)

Das Programm „Industrielle Gemeinschaftsforschung“ (IGF) ...

... fördert Studien zur industriellen Machbarkeit von Innovationsideen und beschleunigt so Technologietrends. Dazu arbeiten Wissenschaft, Industrie und Politik zusammen:

0 Das **BMW**i fördert vorwettbewerbliche, innovationsorientierte Forschung mit dem IGF-Programm.

1 **Industrie** und **Wissenschaftler** entwickeln Innovationsideen und geben Projektpulse.

2 **AiF-Forschungsvereinigungen**, wie die F.O.M., finden Forschungspartner.

3 **Wissenschaftler** von je 1-3 Forschungseinrichtungen schreiben Förderanträge.

4 **Industrieunternehmen** beraten bei der Entwicklung der Anträge.

5 Die **Forschungsvereinigungen** optimieren die Qualität der Vorhaben und der Anträge und reichen die Anträge ein.

6 Die **Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen** (AiF) lässt die Anträge durch **Experten aus Industrie und Wissenschaft** begutachten.

7 Das **BMW**i finanziert die Forschungskosten bis max. 250/500/750 T EUR.

8 Die **Industrie** teilt sich die Administrationskosten.

9 Die **Wissenschaftler** der Forschungseinrichtungen führen die Forschung durch.

10 Die **Forschungsvereinigungen** stellen einen regen Technologietransfer zwischen den **Forschungseinrichtungen** und den 10-15 Unternehmen eines projektbegleitenden **Industrieausschusses** mit mindestens 50 % KMU sicher.

11 Die **Industrie** steuert das Projekt mit, berät während der Forschungsphase, validiert die Ergebnisse, absorbiert sie und verwertet sie.

Gemeinsam stärken wir die Innovationskraft des Mittelstands und den Fachkräftenachwuchs in Deutschland.

Für eine ausführlichere Fassung des Abschlussberichts wenden Sie sich bitte an:

Kontakt / Impressum

Forschungsvereinigung F.O.M.
Werderscher Markt 15, 10117 Berlin
030 4140 2139,
info@forschung-fom.de
www.forschung-fom.de



Die Ergebnisse

Zusammen mit einer erfahrenen Dermatologin und den Unternehmen des Projektbegleitenden Ausschusses wurden zu Projektbeginn Anforderungen an das zu entwickelnde Bildgebungsverfahren definiert – z. B. ein Spektralbereich von 490-980 nm sowie eine Spezifität und Sensitivität > 90 % – auf deren Basis verschiedene Laborsysteme aufgebaut wurden.

Ein Laboraufbau bestehend aus einem Messsystem mit Schwarz-Weißkamera und strukturierter multispektraler Beleuchtung über LEDs wurde aufgrund hoher Empfindlichkeit, kurzer Messdauer und gutem Signal-Rausch-Verhältnis zu einem Demonstrator entwickelt.

In dem Funktionsdemonstrator wurde das Licht von neun farbigen LEDs eingekoppelt, die gemeinsam auf einen Glasstab zur Farbmischung aufgesetzt wurden. Unmittelbar nach dem Stabende befindet sich ein umlaufendes Filterrad mit fünf verschiedenen Streifenmustern, die, ähnlich einem Diaprojektor, sequentiell auf die Hautoberfläche abgebildet werden. Nach jedem Umlauf wird eine andere LED-Farbe eingeschaltet und so eine sequentielle multispektrale Bild erfassung mit neun Farben und fünf Streifenmustern realisiert.

Die maximale Strahlungsleistung beträgt <math>< 36 \text{ mW/cm}^2</math> in 2 cm Entfernung zum Messsystem, womit das Messgerät nach EU-Norm 270106 für künstliche optische Strahlung Augen- und Haut-sicher ist. Die relative Abweichung zur Referenz (Absorption und reduzierter Streukoeffizient) liegt im gesamten Messbereich knapp unter 10 % und somit innerhalb der ursprünglich definierten Genauigkeit.

Erwartungsgemäß konnte mit dem Messsystem der dunklere Nävus über einen höheren Absorptionskoeffizienten

über den gesamten sichtbaren Spektralbereich deutlich abgebildet werden.

Die Verwertung

KMU-Nutzen

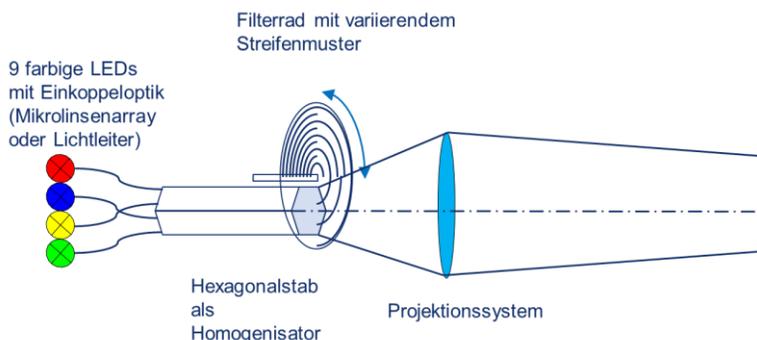
Neben der Früherkennung von Melanomen kann das Messsystem für weitere medizinische Anwendungen, wie die Erkennung anderer Tumorarten und Gewebeveränderungen genutzt werden. Ebenso sind die Aussichten der Einsetzbarkeit des Messsystems in vielfältigen, anderen Branchen enorm, wie z. B. in der Lebensmittelkontrolle, in der Pharmazie, Papier- und Textilindustrie, in der Mülltrennung, im Bereich der Computergrafik oder im Homecare-Bereich. Die Anpassung der im Projekt entwickelten Methoden und Komponenten an Fragestellungen in diesen Branchen ist mit geringem Investitionsaufwand möglich. Damit eignet sich das System insbesondere für KMU und für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle.

Umsetzung

Erste Anwendungen haben bereits im Auftrag von Dentalfirmen zur Charakterisierung des Zahnfleisches, der Zahnimplantate und der Zähne sowie zur Detektion von Initialkaries stattgefunden. Weiterhin soll Hirngewebe zur Optimierung einer Therapie zur Behandlung von Hirntumoren untersucht werden.

Aktuell führt das Uniklinikum Tübingen eine Studie mit dem in HSI-plus entwickelten Messsystem durch, bei der über 100 Patienten dermatologisch untersucht werden.

Seit Projektende finden zusammen mit der Industrie mehrere Weiterentwicklungen statt, in denen das Messsystem z. B. miniaturisiert und für eine in-situ-Diagnostik in ein Endoskop integriert werden soll.



Konzept des Funktionsdemonstrators mit multispektraler Lichtquelle und Filterrad zur Erzeugung der Streifenmuster.