

Polarization imaging camera for dental erosion

Optik / Betreuerin: Anke Bossen

Experte: Tim von Niederhäusern

Etwa ein Drittel der Bevölkerung ist bereits von Zahnerosion betroffen. Unter Zahnerosion versteht man einen Verlust von Zahnschmelz, der durch den direkten Kontakt der Zähne mit Säuren z. B. aus Getränken, Nahrungsmitteln oder dem Magen verursacht wird. Wird dem Fortschreiten einer beginnenden Zahnerosion nicht vorgebeugt, können sichtbarer Zahnschmelzverlust sowie Farbveränderung und Überempfindlichkeit der Zähne die Folge sein. Mit Hilfe einer Kamera, welche den Polarisationsgrad ermittelt, kann Zahnerosion frühzeitig erkannt werden, um irreversible Schäden durch Behandlung zu verhindern.

Einführung

Biologisches Gewebe wie Haut oder Zähne sind lichtstreuende Medien. In einer Studie der Zahnklinik Bern wurde festgehalten, dass die reflektierte Intensität einer beleuchteten Zahnprobe in Funktion des Erosionsgrades ändert. Mit dieser Intensitätsmessung können die Erosionsgrade jedoch nicht genau bestimmt werden. Dies soll mit Hilfe der Polarisations-eigenschaften der erodierten Zähne verbessert werden.

Aufbau der DOP- Kamera

Das Licht einer weissen LED wird mit einem Polarisationsfilter unter einem Winkel von 45° so auf die Zahnprobe gerichtet, dass dort linear polarisiertes Licht auftrifft. Von dort reflektiert das Licht wieder und kann mit der Kamera erfasst werden. Die Kamera besteht aus einem polarisierenden Beam-

splitter, zwei CMOS- Sensoren und drei Achromaten für die Fokussierung. Der Beamsplitter teilt das polarisierte Licht in zwei orthogonal, linear polarisierte Komponenten (S und P). S-polarisiertes Licht wird in einem 90° Winkel in Bezug auf den einfallenden Strahl reflektiert, während P-polarisiertes Licht transmittiert wird. Dadurch entsteht auf beiden Sensoren ein unterschiedliches Bild. In LabVIEW wurde ein virtuelles Instrument erstellt, welches aus den Intensitätsebenen der beiden Einzelbilder ein Bild des Polarisationsgrades ($DOP = (P-S)/(P+S)$) und ein Intensitätsbild ($I = P+S$) berechnet. In diesen Bildern kann in einem interessanten Bereich der Zahnprobe der Polarisationsgrad gemessen werden. Der Erosionsgrad des Zahnes wird mit Hilfe von ermittelten Referenzwerten ausgegeben.

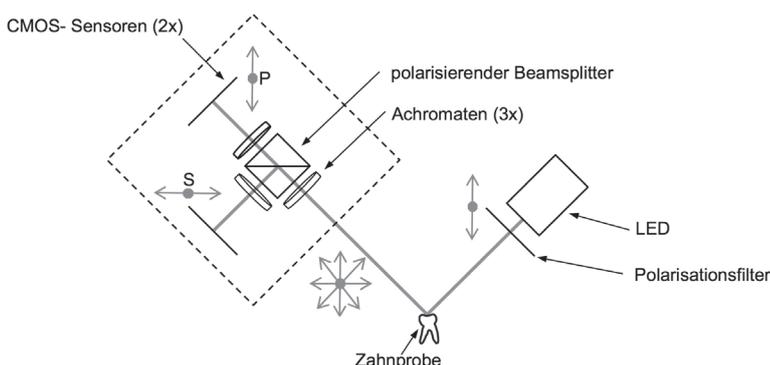
Resultate

Mit der realisierten Kamera und der Software ist es möglich, ein DOP-Bild von Zahnproben zu erstellen sowie den Polarisationsgrad zu messen. Erodierter Zähne können problemlos von Referenzzähnen unterschieden werden. Die Einteilung in die verschiedenen Erosionsgrade stellte sich, wie im Vorfeld erwartet, als schwierig heraus, da sich die Polarisations-eigenschaften der Zähne mit zunehmendem Erosionsgrad nicht mehr wesentlich verändern.

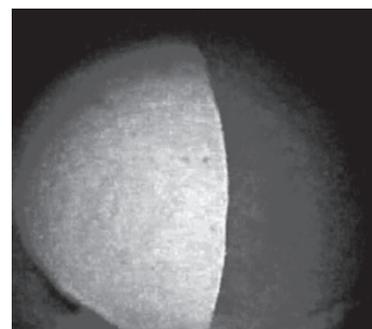


Daniel Christen

daniel.christen@gmail.com



Schematischer Aufbau der DOP-Kamera



DOP-Bild einer Zahnprobe, welche in einen Referenzbereich (heller Bereich links) und einen 4min erodierten Bereich (rechts) geteilt ist