

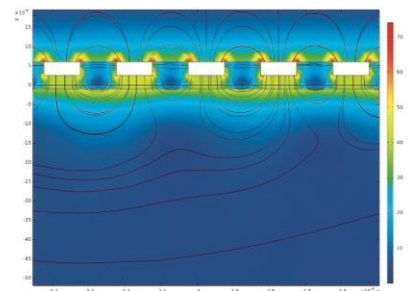
Simulating the electrical properties of the human skin for the development of hydration sensors

Dielektrische Spektroskopie wird zur Feuchtigkeitsüberwachung der Haut eingesetzt. Ein Computermodell, welches die dielektrischen Eigenschaften der menschlichen Haut beschreibt, unterstützt das Designen, Untersuchen und Optimieren von Elektroden für die dielektrische Spektroskopie. Die menschliche Haut ist aus mehreren Schichten aufgebaut, jede mit individuellen dielektrischen Eigenschaften. Deshalb ist das Hautmodell als Multilayer System aufgebaut, in der jede Schicht ihr dispersives, dielektrisches Verhalten mittels Cole-Cole Modell repräsentiert. Ein wichtiger Parameter ist die Hautfeuchtigkeit, welcher nicht nur die dielektrischen Eigenschaften beeinflusst, aber auch die Beschaffenheit. Fokussierend auf die Stratum Corneum Schicht wird zusätzlich ein Feuchtigkeitsmodell eingesetzt. Dieses Feuchtigkeitsmodell simuliert das Schwellen des Stratum Corneum und verändert die dielektrischen Eigenschaften in Abhängigkeit der Feuchte. Mittels Finite-Element Methode wurde das Modell, mit verschiedenen Fringing-Field Sensoren auf dem Multilayer System aufgesetzt, numerisch ausgewertet. Als erstes wurde anhand des Stratum Corneum Feuchtigkeitsmodell der Bereich der Wasserkonzentration ermittelt, welcher bei Feuchtigkeitsmessungen vorkommt. Unter normalen Bedingungen, d.h. keine Hautkrankheit, kein Schweiß, keine Wunde, ist die Wasserkonzentration grösser als 0.585 g/cm^3 , oder in Wasseraktivität ausgedrückt 0.9745 . Zweitens wurde untersucht, wie gross der Einfluss der feuchtigkeitsabhängigen Stratum Corneum Dicke auf die dielektrische Spektroskopie ist. Es stellte sich heraus, dass die Stratum Corneum Dicke nicht vernachlässigt werden kann. Mit hohem Feuchtigkeitsgehalt wird die Kapazität durch das Schwellen reduziert. Würde das Schwellen vernachlässigt, wäre ein Anstieg der Kapazität ersichtlich. Zum Schluss wurde eine Sensitivitätsanalyse mit drei unterschiedlichen Fringing-Field Elektroden Typen mit variierenden Dimensionen durchgeführt. Die Sensitivität wurde aus der simulierten Kapazität mit verschiedenen Feuchtigkeitsgraden in Relation zu der Kapazität von maximal feuchter Haut bestimmt. Die Analyse bestätigte, dass die Sensitivität der Elektroden Geometrie- und Dimensionsabhängig ist. Jedoch wird die Sensitivität der Impedanz Elektroden stärker von der Dimensionsänderung beeinflusst als die Kapazität Elektrode.

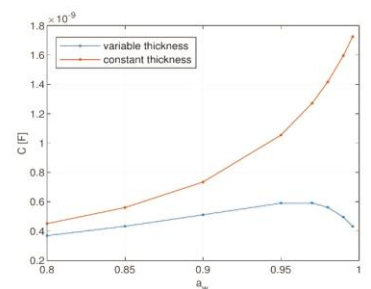


Diplomand/in
Claudio Malnati

Dozent/in
Mathias Bonmarin



Interdigitated Capacitance Electrode auf dem Hautmodell aufgesetzt. Die Stromdichte ist als Farbgradient dargestellt in (A/m^2) und das elektrische Feld als Flusslinie in (V/m) .



Vergleich der Kapazitätsmessung mit variabler und konstanter Stratum Corneum Dicke zu verschiedenen Feuchtigkeitsgraden. Die variable Dicke hat einen signifikanten Einfluss auf die Messung, vorallem in dem Wasseraktivitätsbereich über 0.95 .