

5 Zusammenfassung

Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit war es, Untersuchungen zur näheren Spezifikation von IDE-Chemosensoren durchzuführen. Dabei sollten Störfaktoren, die in direktem Bezug zur Problematik der Lebermessung stehen, näher betrachtet werden. Die Luftfeuchtigkeit, die herrschende Raumtemperatur sowie die Gewebetemperatur und das Messgerät selbst standen vorrangig im Fokus. Zuerst wurde das Verhalten der im Reinraum konstruierten Sensoren in unterschiedlichen Umgebungsbedingungen untersucht. Die gleichzeitige Erfassung von aktueller Raumtemperatur sowie der Luftfeuchtigkeit ermöglicht es, einige Störgrößen auf das Sensorelement mit in die Betrachtungen einzubinden. Untersuchungen innerhalb einer steuerbaren Klimakammer verdeutlichten die Notwendigkeit einer Untersuchung der Störgrößen. Der Sensor reagiert sehr stark auf Schwankungen der Luftfeuchte, ein Anstieg derselben bewirkt fallende Widerstände und steigende Kapazitäten.

Die im Gewebe enthaltenen Flüssigkeiten, wie Blut und Zellplasma, wurden mit Hilfe von Natriumchloridlösungen in unterschiedlichen Konzentrationen simuliert und Rückschlüsse auf den Zusammenhang zwischen den enthaltenen Ionen und der veränderten Leitfähigkeit gezogen. Die Beeinträchtigung einiger Sensoren durch diese Messungen konnte auf einen galvanischen Effekt zurückgeführt werden, der bei Kontakt von ionenhaltigen Lösungen und dem Aluminium der Elektroden auftreten kann.

Es stellte sich heraus, dass durch eine Umstellung von Messtyp1 auf Messtyp2 der Einfluss der Ionenleitung sehr viel eindeutiger zu erkennen ist. Dies ist auf das Ausschalten der Spannungsautomatik und die Verwendung des Step-Sinus des Impedanzspektrometers zurückzuführen.

Des Weiteren war es möglich die Ergebnisse dieses Kapitels auf Flüssigkeiten zu übertragen, welche direkt aus dem Gewebe entnommen wurden. Damit war ein Vergleich mit dem vollständigen Gewebe möglich und es konnte geklärt werden, ob außer den Flüssigkeiten auch die Zellen selbst Einfluss auf die Messergebnisse haben. Durch vergleichende Messungen ist gezeigt worden, dass der Sensor in der Lage ist, unterschiedliche Gewebearten voneinander zu unterscheiden. Auch eine Altersbestimmung war zumindest für die Rinderleber zuverlässig möglich.

Zur Erleichterung der Versuche stand ein verbessertes Impedanzspektrometer zur Verfügung. Weiterhin konnte eine Messhalterung für die praktische Durchführung von zeitgleichen Versuchen konzipiert werden.

6 Ausblick

Insgesamt erweist sich die untersuchte Methode als sehr gut, um organisches Gewebe auf Art und Alter zu bestimmen. Allerdings sind zahlreiche weitere Untersuchungen und Modifikationen sowohl am Sensor als auch an der Messmethode von Nöten.

Zum einen erweist sich der für diese Arbeit verwendete IDE-Sensor aus reinen Aluelektroden auf Glaträgern zwar als sehr sensibel auf vielerlei äußere Einwirkungen, aber dies macht ihn auch anfällig. Eine weitere Schicht zum Beispiel aus Siliziumdioxid könnte sich als schützend erweisen vor korrosiven Stoffen, wie das aus Wasser und Salz gebildete Natriumhydroxid.

Auch eine Veränderung der Messparameter kann weitere Erkenntnisse liefern. Zum besseren Verständnis des Zusammenhanges zwischen der Ionenkonzentrationen und der Leitfähigkeit der Flüssigkeiten unter Messbedingungen besteht die Möglichkeit, über theoretische Berechnungen Vorhersagen über eine optimierte Eingangsspannung zu finden. Diese ermöglichen es eventuell, aussagekräftigere Ergebnisse zu erzielen oder die Empfindlichkeit des Messsystems weiter zu erhöhen. Hier könnte zum Beispiel für starke Elektrolyte die Debye-Hückel-Theorie und für schwache Elektrolyte das Ostwaldsche Verdünnungsgesetz verwendet werden.

Um Einflussfaktoren wie Raumtemperatur und Luftfeuchte auf das Ergebnis auszuschließen, ist es mit einem geringen Mehraufwand möglich, die Messungen innerhalb der Klimakammer mit konstanten Bedingungen durchzuführen. Auch eine weitere Verwendung der Cantileversensoren aus einer früheren Diplomarbeit als Luftfeuchtesensoren kann erwogen werden.

Durch die Erkenntnis, dass die im Fleisch vorhandenen Flüssigkeiten erheblich zum Messergebnis beitragen, kann auch eine Messreihe mit trockenem Gewebe durchgeführt werden. So kann der reine Fleischanteil im Ergebnis ermittelt werden und eventuell ein Modell, wie das Dispersionsmodell bestätigt werden.

Mit einem Mikroskop mit hoher Auflösung und Langzeitaufnahmen wäre es unter Umständen möglich, den Zerfall des Gewebes über den Messzeitraum hinweg zu dokumentieren. So könnten Theorien über den aktuellen Zustand des Fleisches und dessen Übertragung auf die Messkurven validiert werden.