FoodSensoriX

Intelligente Reife- und Haltbarkeitsprüfung

Food Monitoring – von Haltbarkeit bis zur intelligenten Reife

Überblick

Mit steigenden Anforderung an die Agrar- und Lebensmittelbrache nimmt ebenfalls die Nachfrage an wirtschaftlichen und verlässlichen Methoden zur Qualitätsbewertung und –kontrolle innerhalb des Logistikprozesses von Agrarprodukten zu. Gleichermaßen gewinnt die Erfüllung von natur- und tierschutzrechtlichen Anforderungen mehr an Bedeutung. Weitere Herausforderungen stellt die Erfassung eines biologischen Fingerabdruckes von Produkten dar, um beispielsweise die Fälschung von Lebensmittel zu verhindern. Um diesen Problemstellungen auf den Grund zu gehen, nutzt das Fraunhofer IZFP zerstörungsfreie Prüfverfahren, welche eine Diagnose über Reife, Frischegrad und Haltbarkeit von Lebensmitteln ermöglichen. Hierbei setzt das Institut auf sensitive Sensortechnologien, welche zugleich eine kostengünstige Integration innerhalb des gesamten Produktions- und Logistikzyklus von verderblichen Lebensmitteln ermöglichen. Zum Einsatz kommen speziell Methoden der künstlichen Intelligenz (KI), die nicht nur eine verbesserte Detektion der Genussreife ermöglicht, sondern mit denen ebenfalls nicht-triviale Fragestellungen wie Produktfälschung oder naturschutzrechtliche Thematiken angegangen werden können.

Das Fraunhofer IZFP liefert langjährige Erfahrungen in der Bewertung und Qualitätskontrolle von Lebensmittel mit Einsatz vielseitiger Messmethoden. Die zugrundeliegende Komplexität und Vielseitigkeit zur Erfassung des biologischen Fingerabdruckes von landwirtschaftlichen Erzeugnissen führt dazu, dass eine multimodale Betrachtungsweise unabdingbar ist. Dabei können technisch erwiesene Messverfahren entlang des kompletten Lebenszyklus von Lebensmittel angewendet werden. Durch gezielte Problemformulierung auf das entsprechende Anwendungsgebiet, hat das Fraunhofer IZFP die Möglichkeit, die notwendigen Algorithmen individuell auf die Sensortechnologie problembezogen anzupassen. Um möglichst frühzeitig innerhalb der Logistikkette zu agieren, steht besonders die Reife- und Haltbarkeitsprüfung mittels zerstörungsfreier Prüfverfahren im Vordergrund.

Angefangen bei dem Anbau und der Ernte von Agrarprodukten lassen sich besonders Ernteausfälle frühzeitig erkennen. Des Weiteren können optimale Kühl- und Lagerbedingungen innerhalb der Vertriebswege durch qualitätsbewertende Sensortechnologien ergänzt werden. Im Bereich der akustischen Diagnose kommen sowohl aktive als auch passive Verfahren zum Einsatz. Diese ermöglichen nicht nur eine umfassende Diagnose des Reifegrades von Agrarprodukten, sondern könnten ebenfalls zur Untersuchung von Fremdkörpern innerhalb von Konservendosen dienen. Weitere Potenziale liefern bildgebende Verfahren im infrarot (IR) Bereich, dessen technische Parameter die Erkennung von biochemischen Merkmalen wie zum Beispiel Zuckergehalt ermöglichen. Weiterhin können Verfahren im IR-Bereich dazu genutzt werden, um gefälschte oder gestreckte Produkte wie Olivenöl, Fisch oder Milch zu identifizieren.

Überwachung von Ernteerträge

Die Bewertung von Qualität und Reife beginnt mit der Ernte von Agrarprodukten. Durch Monitoring auf dem Feld können Ernteerträge sowie anfallende Ernteausfälle frühzeitig erkannt werden, um entsprechend zu reagieren. Dabei ist neben der stichprobenartigen Bewertung von einzelnen Agrarprodukten ebenfalls die komplette Überwachung von Feldern möglich. Durch den gezielten

Einsatz von Drohnen oder Agrarrobotern kann frühzeitig auf entstehende Ernteausfälle reagiert werden. Grundlage für das Monitoring von ganzen Feldflächen bieten besonders bildgebende Verfahren in verschiedenen Wellenlängenbereichen. Hyper- und Multispektralkameras ermöglichen beispielsweise durch Luftaufnahmen die Erfassung und Auswertung ganzer Spektralkarten, bei denen ganze Felder automatisiert bewertet werden können. Dieser Bereich des *Precision Farmings* kann gezielt genutzt werden, um vorliegende Ungleichwichte – sei es der Befall von Schädlingen oder das Vorliegen von fehlenden Nährstoffen – frühzeitig auszuräumen.

Qualitätskontrolle innerhalb von Vertriebswegen

Unabhängig von dem vorliegenden Vertriebsweg – sei es über Luft-, Wasser- oder Schienenverkehr – werden klimatische und atmosphärische Bedingungen angepasst, um eine möglichst hohe Qualität für den Einzelhandel bereit zu stellen. Setzt man auf den Transport von klimakterischen Früchten, so kann bereits eine schadhafte Frucht den Zustand der Früchte des ganzen Transportes beeinflussen. Zur verbesserten Überprüfung des Transportes können Sensoren zur Kontrolle der Ware eingesetzt werden.

Qualitätskontrolle beim Wareneingang

Die Lebensmittelindustrie steht vor der Herausforderung die Anzahl von Lebensmittelabfällen zu reduzieren, mit dem gleichzeitigen Ziel, die Qualitätssicherung von Lebensmitteln zu gewährleisten. Dabei hat sich das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft zum Ziel gemacht, die Lebensmittelverschwendung bis zum Jahr 2030 um die Hälfte zu reduzieren. Hierbei werden hohe Anforderung an Frischegrad, Aussehen und Haptik gestellt.

Das Fraunhofer IZFP arbeitet an einem multimodalen Sensor, welche eine Echtzeitinformation über Qualitätszustand und bestehende Lagerzeit ermöglicht. Es steht somit nicht nur eine Kategorisierung der aktuellen Reife, sondern soll ebenfalls eine Vorhersage der noch bestehenden Genussreife bieten. Dabei werden ebenfalls sortenbezogene Defekte sowie der Befall von Pilzen oder anderen biologischen Erregern berücksichtigt. So sind beispielsweise bei Äpfeln eine automatisierte Detektion der Rußfleckenkrankeit oder der Befall von Regenflecken realisierbar.

Gewährleistung von Fragen des Naturschutzes

Augenmerk stellt ebenfalls die Gewährleistung von natur- und tierschutzrechtliche Bedingungen dar. So werden beispielweise für den Massenbetrieb lediglich weibliche Küken als rentabel gesehen. Eine frühzeitige Erkennung des Geschlechtes von Hühnereiern könnte das unnötige Vernichten von männlichen Küken unterbinden. Ein weiterer Anwendungsfall stellt der Artenschutz diverser lebensbedrohter Tierarten dar. Hierzu zählt beispielsweise die vom Aussterben bedrohten Wildbienen. Des Weiteren stellt besonders die globale Erwärmung neue Herausforderungen für Tier und Natur bereit. Das Fraunhofer IZFP bietet Lösungen der Telematrie – eine Methode, welche zur Erfassung und Überwachung freilebender Tiere eingesetzt werden. Durch den Entwurf von echtzeitfähigen Sensorsystemen kann eine bessere Kontrolle über Artenvielfalt sowie das Verhalten der Tiere erlernt wird, wobei versucht wird, das Leben der Tiere möglichst wenig zu beeinträchtigen. Das Fraunhofer IZFP bietet erste Lösungen für den Einsatz von smarter Sensorik zur Überwachung von Bienenstöcke.

Verhinderung von Lebensmittelfälschungen

Das Strecken von Lebensmittel und mit anschließender Falschangabe der Herkunft des Produktes stellt seit Jahren ein Problem dar. Neben Olivenöl, welches oft durch andere Ölsorten gemischt wird, kommt es häufig zu Verdünnung von hochkonzentrierten Produkten wie Milch, Gewürzen oder teurem Safran. Dabei lässt sich erkennen, dass der Lebensmittelbetrug besonders mit dem Preis der Ware zunimmt. Das Frauhofer IZFP hat sich vorgenommen, durch sensitive Messtechnik eine Unterscheidung gefälschter Lebensmitteln möglich zu machen. Hierbei setzt das Institut zum Beispiel auf Spektroskopie, mit denen ein direkter Bezug zwischen dem Spektralbereich und Lebensmittelsmittelgüte hergestellt werden soll.

Multimodale Sensorische Erfassung des Reife- und Frischegrades

Aufgrund der subjektiven Wahrnehmung bezüglich der Definition der Frische und Reife von Lebensmitteln, stellt hohe Herausforderung an Sensorik und Algorithmik. Um die beschriebene Problematik anzugehen entwickelt das Fraunhofer-Institut IZFP ein Sensorsystem, mittels dessen es möglich ist die Reife und Haltbarkeit von Wassermelonen möglich ist. Um später eine Erweiterung auf andere Lebensmittel zu ermöglichen, wird auf die Gewährleistung einer modularen Sensortechnologie abgezielt, welche versucht, die Reife von Früchten anhand der menschlichen Sinneswahrnehmung abzuleiten. Zum Einsatz kommen vor allem akustische als auch bildgebende Verfahren im visuellen und infrarot Bereich, welche es ermöglichen, verschiedene biochemische und naturbedingte Parameter gleichermaßen zu erfassen. Dabei soll die subjektive Wahrnehmung des Menschen durch den Einsatz von adaptiven Algorithmen des Deep Learnings speziell angepasst werden.

Smarte Sensoren durch smarte Algorithmen

Durch den Einsatz von Algorithmen aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) soll der Reifeprozess von Agrarprodukten entlang des kompletten Lebenszyklus abgedeckt werden. Dabei wird speziell auf Verfahren gesetzt, die eine geringe Datenaufnahme ermöglichen um somit eine breite Abdeckung von Agrarprodukten zu ermöglichen. Die Kopplung sensitiver Sensortechnologien mittels Einsatz von datenspezifischen KI-Algorithmen gilt als Vorreiter für intelligenter Sensorsysteme. Dabei steht das Finden der optimalen Produktreife im Vordergrund, mit dem gleichzeitigen Ziel die Algorithmen adaptiv anzupassen. Gleichermaßen wird auf die Erklärbarkeit der Modelle geachtet, indem Black-Box Modelle Transparenz erhalten.

Vorteile

- Einsatz von akustischer Verfahren und Bildverarbeitung im VIS/IR Bereich zur Analyse der Verderblichkeit von Lebensmitteln
- Mechanische und biochemische Analyse mittels Texturanalyse weiteren Verfahren
- Kognitive Sensorik durch den Einsatz von *cutting-edge* Techniken des Maschinellen Lernens und Deep Learning
- Machbarkeitsstudie zur Untersuchung von Reife und Haltbarkeit verberblicher Lebensmittel

Leistungsangebot

- Qualitäts- und Instandhaltungskontrolle innerhalb der Food Supply Chain, v. a. bei Anwendung innerhalb von Spedition und Lebensmittellieferant
- Monitoring von Agrarprodukte sowie weitere verberblicher Lebensmittel
- Qualitätsbewertung und –vorhersage von einzelnen Agrarprodukte oder Produktgruppen