



Data driven root-cause analysis – Optimierung von Prozessen mithilfe von maschinellem lernen

Supervisor: Daniel Einsiedel

Die Gewährleistung von Lebensmittelqualität und -sicherheit ist eines der wichtigsten Themen in der Lebensmittelindustrie, welches sowohl die Erzeuger als auch die Verbraucher betrifft. Die Qualität der Lebensmittel wird durch eine Vielzahl an Parametern bestimmt und einen großen Einfluss können wir hierbei, während der Verarbeitung nehmen. Kurzum, läuft in der Verarbeitung etwas schief, kann sich dies auf die finale Qualität des Produkts auswirken. Deshalb sollten die Prozesse möglichst reibungsfrei ablaufen. Eine Option, um dies zu gewährleisten und Prozesse weiter zu optimieren ist die Analyse der Daten, die während der Prozesse anfallen. Mithilfe verschiedener Methoden (unter anderem maschinellem Lernen und Bilderkennung) können Zusammenhänge in den Daten ermittelt werden, um so herauszufinden was bspw. besonders häufig zu fehlerhaften Produkten führt. Idealerweise können so rechtzeitig korrektive Maßnahmen getroffen werden noch bevor Fehler überhaupt entstehen.

Simulation und Modellierung von Sprühtrocknungsprozessen mit transferierbaren hybriden digitalen Zwillingen

Supervisor: Florian Kaltenecker

Die Vorhersage von Prozess- und Produkteigenschaften in Sprühtrocknungsprozessen stellt aufgrund des komplexen und dynamischen Prozessverhaltens eine große Herausforderung dar. Dies gilt insbesondere für neue Produkte oder Anlagen, deren Prozessverhalten nur unzureichend bekannt ist. In solchen Fällen ist häufig ein zeit- und ressourcenintensives mehrstufiges Scale-up erforderlich. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines transferierbaren hybriden digitalen Zwillings, der physikalische Modelle mit datengetriebenen Machine-Learning-Verfahren kombiniert. Dadurch sollen das Prozessverhalten verschiedener Sprühtrockner und Produkte zuverlässig vorhergesagt und der Transfer zwischen unterschiedlichen Anlagen und Produktvarianten erleichtert werden. Langfristig soll der digitale Zwilling Anlagenführende bei der Auswahl geeigneter Prozessparameter unterstützen und so die Herstellung von Pulvern mit definierten Produkteigenschaften ermöglichen. Zur Umsetzung dieses Ansatzes werden Methoden aus den Bereichen physikinformatisches Machine Learning, Transfer Learning und erklärbare Künstliche Intelligenz eingesetzt.

Ansätze zur Echtzeit-Bestimmung der Haltbarkeit von Lebensmitteln

Supervisor: Elia Henrichs

Verpackte Lebensmittel müssen mit einem Mindesthaltbarkeitsdatum versehen sein. Bei leicht verderblichen Lebensmitteln muss statt des Mindesthaltbarkeitsdatums ein Verbrauchsdatum angegeben werden, da diese durch den mikrobiologischen Verderb gesundheitsschädlich sein können. Das Mindesthaltbarkeitsdatum gibt jedoch nur an, bis wann das ungeöffnete Lebensmittel seine spezifischen Eigenschaften behält. Dabei sind die Mindesthaltbarkeitsdaten häufig überdimensioniert und viele Lebensmittel werden auf Grund des abgelaufenen Mindesthaltbarkeitsdatum vorsorglich entsorgt, obwohl sie häufig noch verzehrbar sind. Intelligente Verpackungen können die Lebensmittel während des Transports überwachen und den aktuellen Zustand der Lebensmittel-Qualität anzeigen. Aktuelle Entwicklungen ermöglichen darüber hinaus die Vorhersage der verbleibenden Haltbarkeit.

Prozessoptimierung mittels Optimierungsalgorithmen

Supervisor: Pia Schweizer

Die Optimierung von Prozessen ist sowohl im Labor als auch in der Lebensmittelfertigung von zentraler Bedeutung. Diese Herausforderungen sind oft komplex, da zahlreiche Parameter Einfluss nehmen. So hängen Laborversuche, neben weiteren Faktoren, zumeist nicht nur von der Temperatur und dem Druck ab, sondern auch von den Ausgangsstoffen und deren Konzentrationen. Optimierungsalgorithmen zielen darauf ab, für solche Probleme optimale oder zumindest quasi optimale Lösungen zu finden, ohne alle Parameter aktiv durchzutesten – das spart neben Zeit auch Kosten. Da das Spektrum an vorhandenen Optimierungsmethoden allerdings sehr breit ist, sollen im Rahmen dieses Projekts zunächst verschiedene Arten von Optimierungsalgorithmen recherchiert und implementiert werden. Anschließend werden diese Algorithmen hinsichtlich ihrer Stärken und Schwächen miteinander verglichen.

Lebensmittelfrische durch Sensortechnologie und KI bestimmen

Supervisor: Julia Senge

Verbraucher stehen oft vor der Unsicherheit, ob Lebensmittel noch genießbar sind und neigen dazu, diese vorsorglich zu entsorgen, anstatt sie weiterzuverwenden. Die dadurch zunehmende Lebensmittelverschwendung durch Verbraucher, vor allem bei frischen Produkten wie Obst und Gemüse, stellt eine große Herausforderung dar. In meiner Forschung setze ich mich mit der Entwicklung nicht-destruktiver Sensortechnologien z.B. elektronische Nase und Multispektrometer, kombiniert mit Künstlicher Intelligenz (KI) auseinander, um Lebensmittelfrische vorherzusagen. Dabei fokussiere ich mich auf reale Bedingungen. Das Ziel ist es, durch präzise Vorhersagemodelle, die Lebensmittelfrische bzw. Resthaltbarkeit zu bestimmen, um so Lebensmittelabfälle zu reduzieren.