

1 . Hamburger Dialog gegen Lebensmittelverschwendung

Die Facetten der Lebensmittelqualität

Technologien für weniger Verluste

Dr. Susann Vierbauch

Von risikosensitiver zu risikoresistenter Lebensmittelversorgung

Gesteigerte Herausforderung

Herausforderungen in der Lebensmittelproduktion und -versorgung unter Krisensituation

- Landwirtschaft unter noch größerem Druck - Ausfall von Saisonarbeitskräften, Roh- und Hilfsstoffen, Technik
- Verpackungs- und Pfandsysteme: massive Einschränkungen im Rücklauf durch Hamsterkäufe, Ressourcen-Verknappung
- Einbrechende Logistik durch kurzfristige Grenzsicherungen und Verlagerung der Transportwege, fehlendes Fachpersonal
- Gefahr erhöhter krimineller Handlungen und Food-Terrorismus durch Limitierungen in der Überwachung – vor allem beim ohnehin schon schlecht überwachten E-Commerce

Getreidemangel als Kriegsfolge

Weltweite Sorge um Weizen aus Russland und der Ukraine

Die Ukraine und Russland exportieren riesige Mengen Weizen – normalerweise. In den Wirren des Krieges der beiden Länder könnte es zu Hungersnöten in anderen Regionen der Welt kommen.

02.03.2022, 19:28 Uhr

TEURE LEBENSMITTEL

Die globale Ernährungskrise verschärft sich – und bringt Inflation und Hunger

Corona-Engpässe, Klimawandel, Konflikte: Agrarexperten erwarten anhaltend hohe Nahrungsmittelpreise. Im Westen wird der Einkauf teurer – in ärmeren Regionen bangen Menschen um ihre Existenz.

INFLATIONSFOLGEN

Deutsche sparen in Energiekrise an Bio-Lebensmitteln – erste Märkte insolvent

Die Deutschen greifen wegen der stark steigenden Preise häufiger zu günstigeren Produkten. Aktuelle Zahlen zeigen: Der Umsatz in Reformhäusern, Naturkostläden und Bio-Supermärkten bricht ein.

WIRTSCHAFT

Jahrhundertflut in Australien

Rohstoffpreise folgen dem Pegel

03.01.2011, 11:23 Uhr

Die Folgen der Überschwemmungen in Australien bekommen die Menschen weltweit zu spüren. Weil Felder unter Wasser stehen und die Arbeit in Kohleminen ruht, rechnen Marktbeobachter mit Reaktionen bei Weizen, Zucker und Steinkohle.

LOGISTIK

Lieferwege nach Russland brechen zusammen – Schiffe stauen sich in Europas Häfen

Putins Krieg schadet der eigenen Wirtschaft: In der Warenbelieferung des Landes geht fast nichts mehr. Deutschland zahlt im Gegenzug mit steigenden Kosten im Handel mit China.



Christoph Schlautmann



Jens Koenen

07.03.2022 - 12:09 Uhr • Jetzt teilen



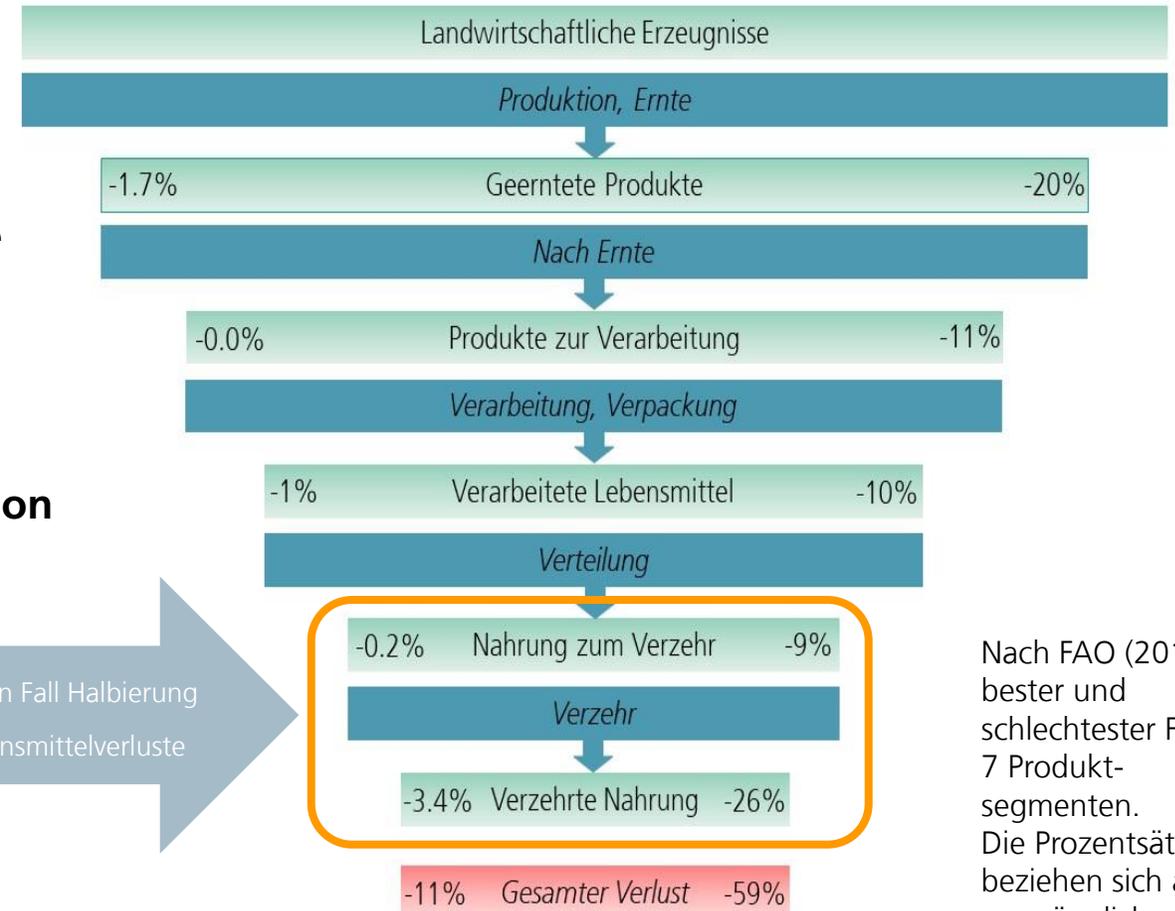
Lebensmittelverschwendung

Entlang der Wertschöpfungskette

- 18 Mio.t Lebensmittelverluste allein in Deutschland
- 8-10 % der CO₂ Emission gehen auf Lebensmittelüberschüsse zurück

Wir Aktiv gegen Lebensmittelverluste

- **Kostengünstige und agile Sensoren für einfache Detektion der Qualität**
- **Intelligentes MHD**
- Zweckmäßige biobasierte Verpackung zur Verlängerung der Haltbarkeit inkl. innovatives Recyclingkonzept
- Nebenstromnutzung
- Hygienegerechte Produktion



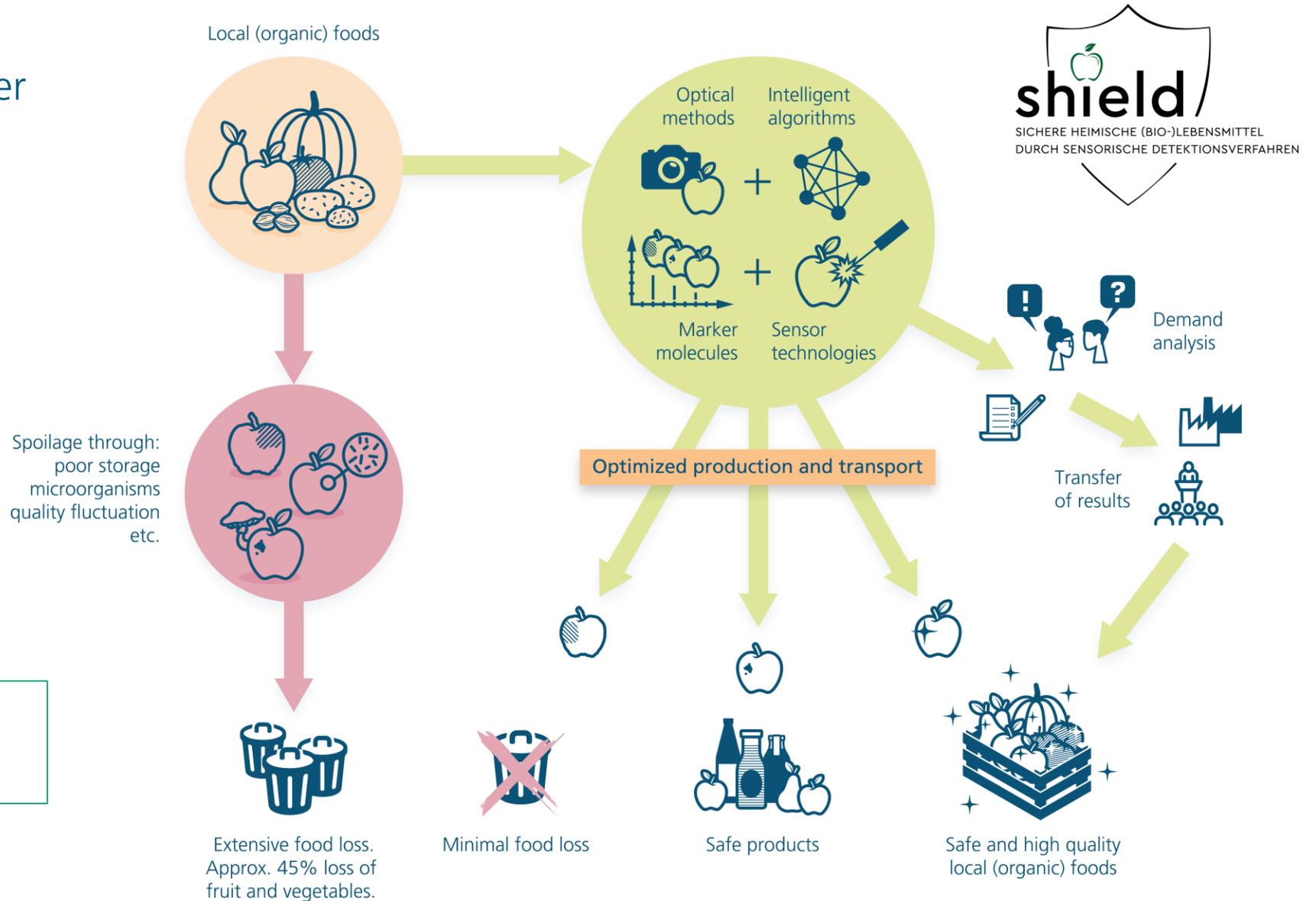
Nach FAO (2012), bester und schlechtester Fall aus 7 Produkt-segmenten. Die Prozentsätze beziehen sich auf die ursprüngliche Menge der erntefähigen Produkte

SHIELD

Bedarfsorientiertes Miteinander

- Zusammenführen verschiedener Technologien
- Von Sensorik über Analytik zu Maschinellem Lernen
- Bedarfsermittlung in der Bio-Branche
- KMU bis Großunternehmen
- Evaluierung und Etablierung bei Industriepartnern

- 1 Landesamt
- 8 wissenschaftliche Institutionen
- 10 Industriepartner



Monitoring des Säure- und Zuckergehalts

Detektion ganzer Kisten / Paletten

einfachere und automatisierte Stichprobennahme

Schnellmethoden

Zuverlässige Farbmessung

Detektion von Fehlgeruch

Inline-Messungen

zerstörungsfreie Detektion

Authentizität

Detektion von inneren/äußeren Mängeln

Reifegrad Gemüses/Obst

Sensorische Detektionsverfahren

Im Wareneingang

Erwartungen/Nutzen

- Objektivieren der Wareneingangskontrolle
- Klassifizierung der Qualitäten
- Schnellmethoden mit Handlungsempfehlung
- Verknüpfung der Daten mit Prozessierung und Warenausgang
- Optimierung der Rezeptierung

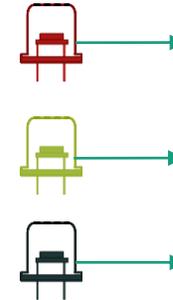
Modelllebensmittel



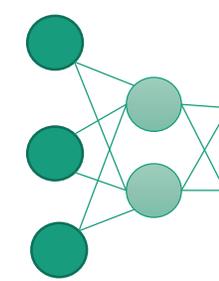
Kostengünstige und agile Sensoren für einfache Detektion der Qualität

Schnell und effizient

- Stoffwechsel - Messung zur Bestimmung der Vitalität
- Bestimmung von Verderbnismarkern
- Datenanalyse (Klassifizierung von Produkten)
- Messung mit miniaturisierten Analysesystemen
- Korrelation mit anderen Analysen, z. B. bildgebenden Verfahren



Sensorarray with integrated circuit < 10 €

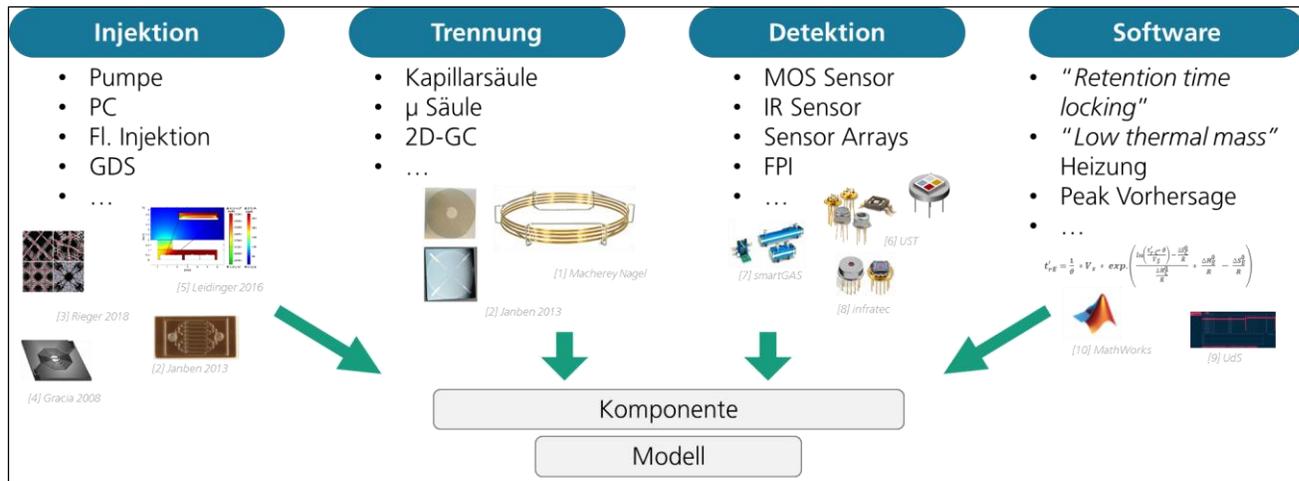


Data processing (development IVV)



Kl. I

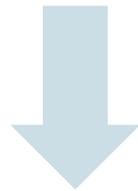
Kl. II



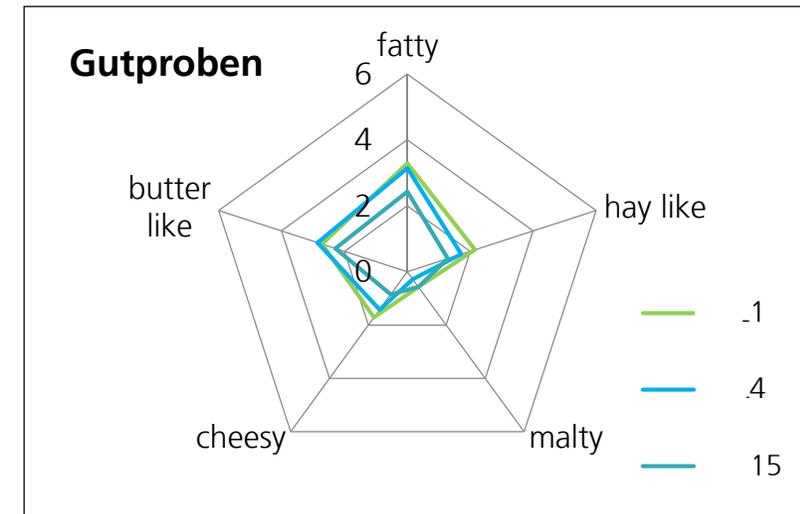
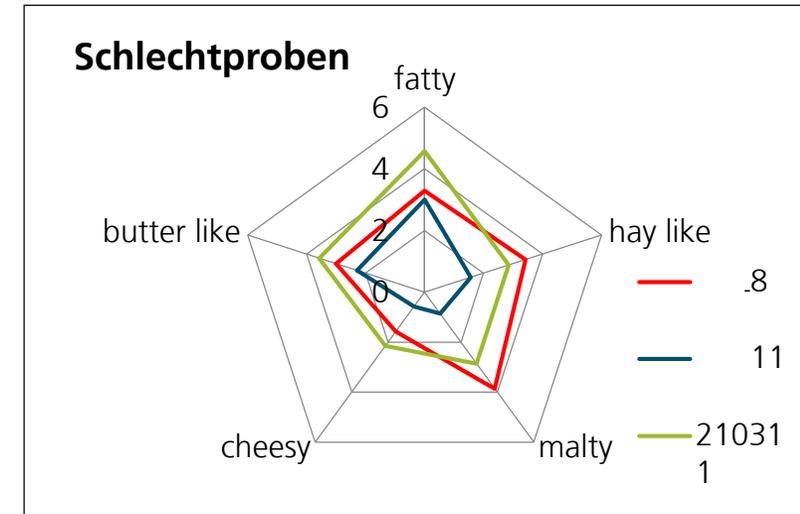
- Der Verderb kann teilweise anhand von gasförmigen Stoffen nachgewiesen werden
- Marker und Fingerprints von Gasen helfen, bestimmte Bedingungen zu identifizieren
- Gas-Fingerprint = Menge verschiedener Gase in bestimmten Relationen

Volatile Markerverbindungen Indikatoren für Keimbelastung

- Identifikation von Markermolekülen in Rohmilch
- Screening mittels GC-O und GC-MS auf Chromatographiesäulen mit unterschiedlicher Polarität
- Training von Geruchssensoren der Industriepartner und eigene Metalloxid-Halbleitersensoren (MOS)
→ **Sensorverhalten bei Einzel-VOCs und Mischungen**



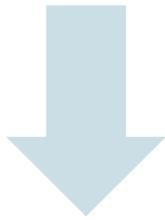
→ Methodenentwicklung für das Produkt Milch
→ Testmessungen
→ Verifizierung mittels GC-IMS



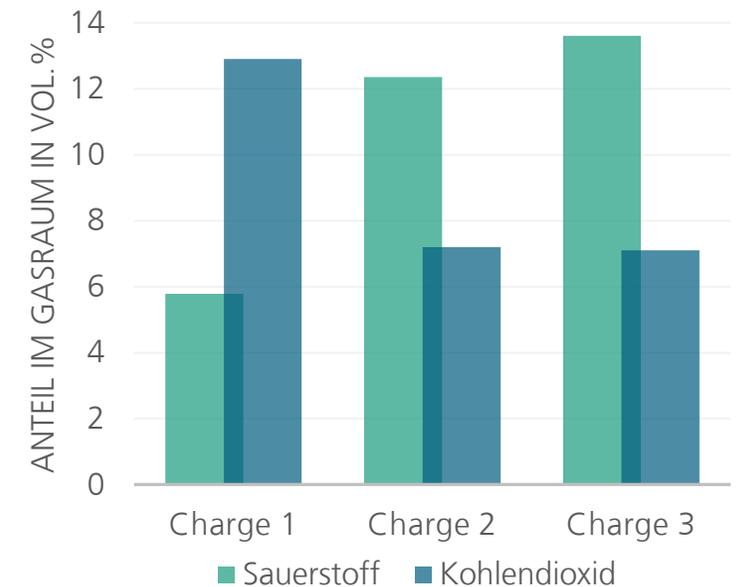
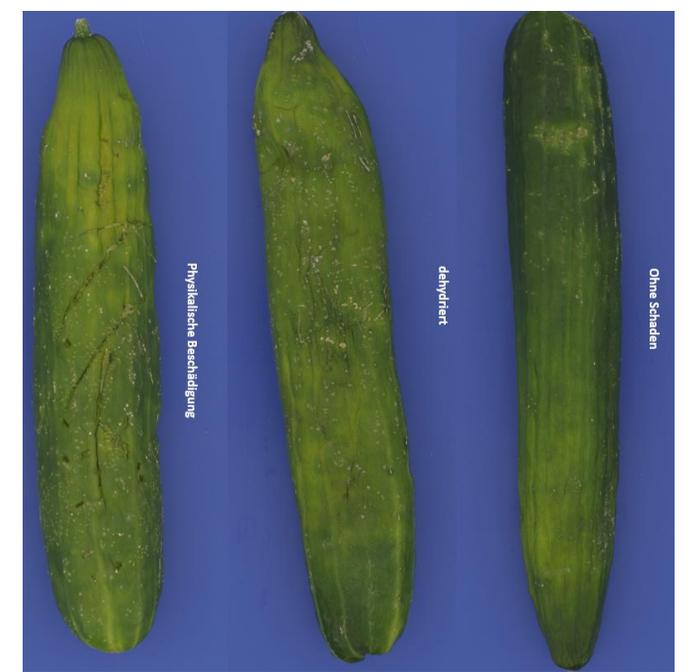
Schnellanalyse im Wareneingang/Lagerung

Stoffwechselanalyse bei Lagerung anhand von Gassensoren

- Messung der Gasphase ganzer Kisten oder Paletten
- Kostengünstige und robuste Sensoren für die Messung von Kohlendioxid und den Verbrauch von Sauerstoff



- Identifikation sensibler Chargen
- Nachweis von Schimmel durch dessen Stoffwechselaktivität
- Gezielte Steuerung der Verwertung
- Nachhaltigere Gestaltung der Warenströme
- Messung ganzer Gebinde ohne diese aufzulösen



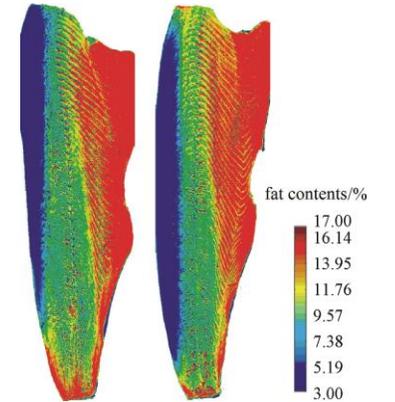
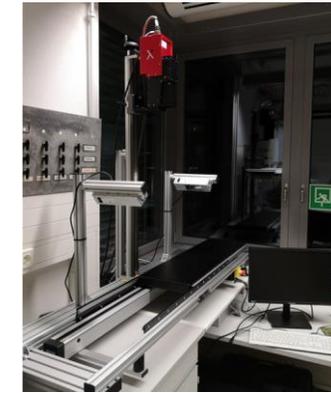
Digitales Abbild im Wareneingang

Optische Methoden



Bild-/Farbanalyse
Erfassung und Analyse von digitalen Bildern
→ Optisches Erscheinungsbild

Infrarotspektroskopie
Messung von Molekülschwingungen mit Hilfe von Spektrometern im nahen oder mittleren Infrarotbereich
→ chemische Zusammensetzung



Hyperspektrale Bildgebung
Kombination von Infrarotspektroskopie und Bildanalyse
→ „chemisches“ Erscheinungsbild

StMELF-Projekt „FoodScanner“

Qualitätsbewertung Hackfleisch und Tomaten

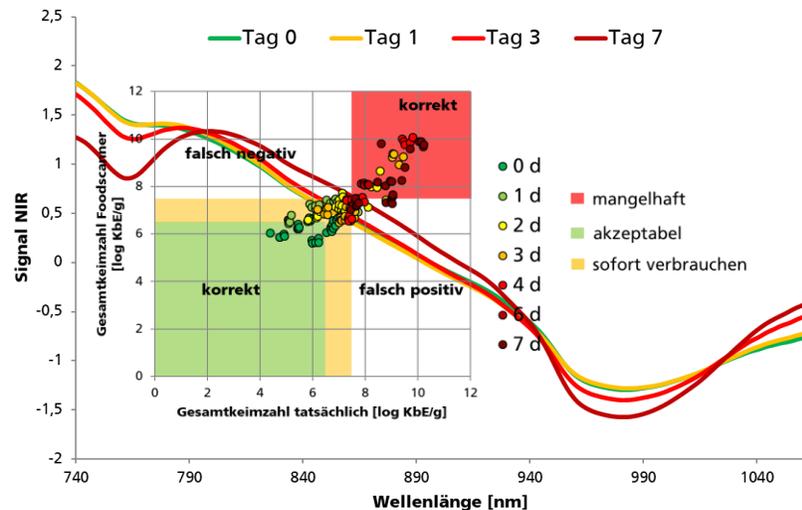
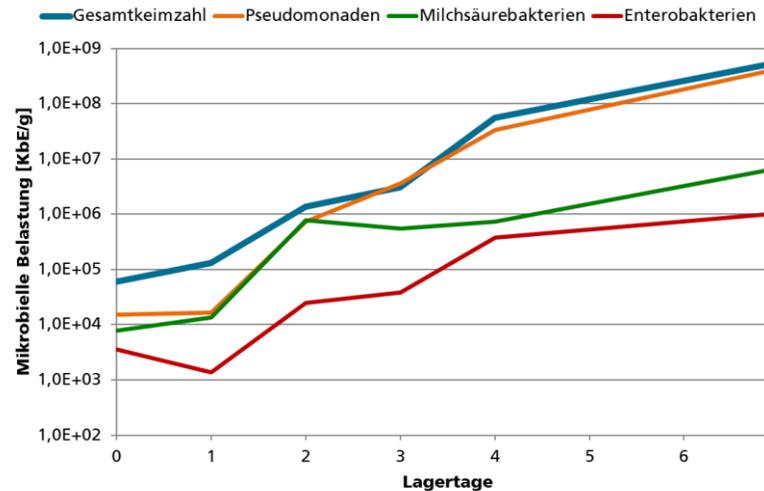


Zielsetzung:

- Entwicklung einer schnellen und zerstörungsfreien Messmethode auf Basis der Nah-Infrarotspektroskopie
- **Einfache/objektive Qualitätsbewertung und Haltbarkeitsabschätzung** von Lebensmitteln am Beispiel von Hackfleisch und Tomaten

Nutzen:

- Frühzeitige Erkennung von Qualitätsabweichungen während der Herstellung und bei der Lagerung und Haltbarkeitsprognose
- Reduzierung von Lebensmittelverlusten durch rechtzeitige Verwendung, Weiterverarbeitung oder alternative Verwertungswege



Digitales Abbild im Wareneingang

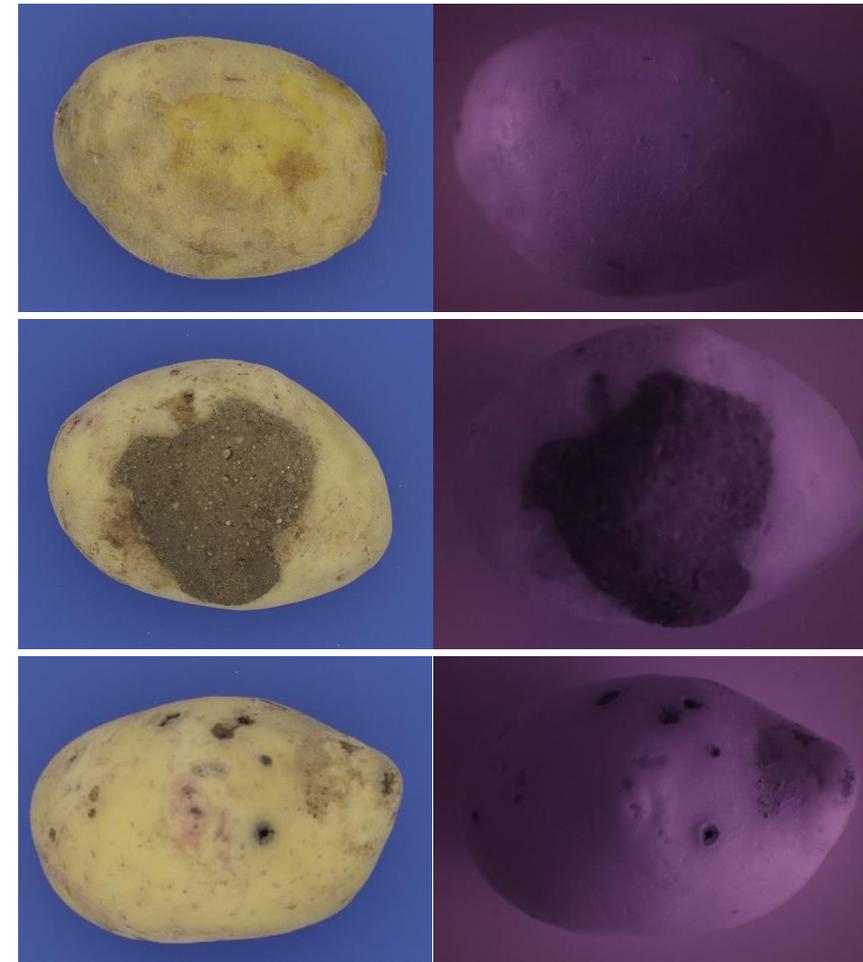
Beispiel Kartoffeln

Authentische Schadbilder

- Im sichtbaren Bereich starken Schwankungen
 - Erschwerte digitale Auswertung bei Erdanhaftung und Fraßstellen
 - Schadbilder wie Braunfäule und Grünfärbung gut detektierbar
- } VIS
- Farbe der Kartoffeln im NIR-Bereich nicht mehr relevant
 - Detektion von Erdanhaftung und Insektenfraß effektiver
 - Differenzierung zu Lentizellen im NIR Bereich möglich
- } NIR

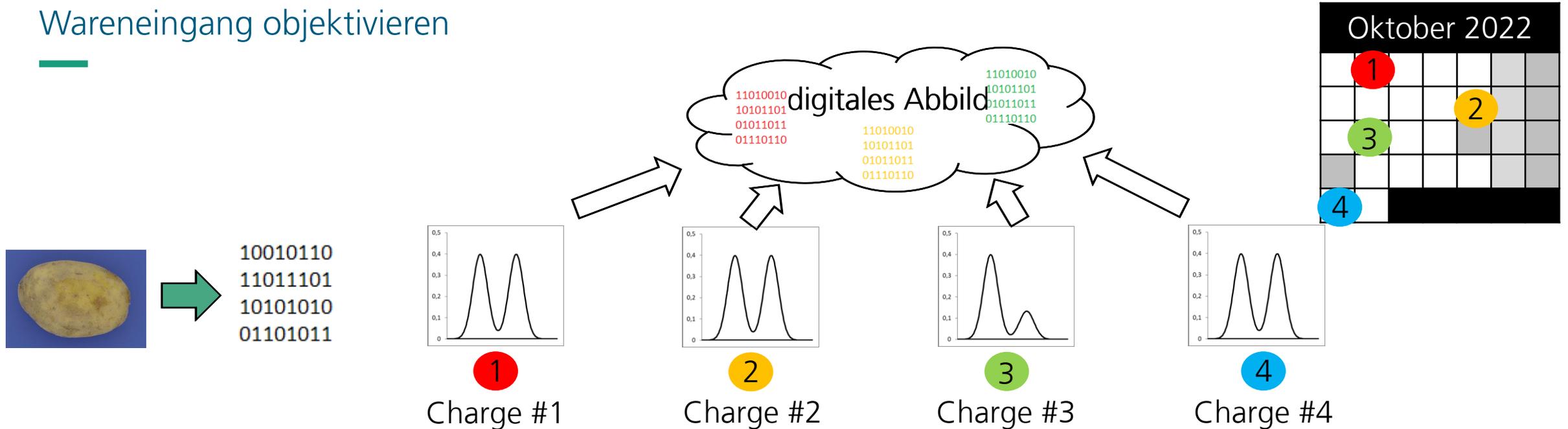


Anwendung der Bilddaten als digitale Abbilder



Verarbeitung digitaler Daten

Wareneingang objektivieren



Chemische Zusammensetzung und/oder Aussehen wird digitalisiert (digitales Abbild)

digitale Abbilder können mittels mathematisch-statistischer Verfahren ausgewertet und verwendet werden

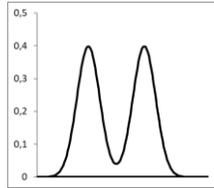
→ Gerichtete Auswertung der Daten (z.B. Wassergehalt)

→ Ungerichtete Auswertung der Daten (Chargenvergleich → jahreszeitlicher Einfluss?)

→ Korrelation mit Metadaten

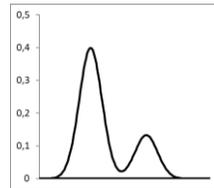
Verarbeitung digitaler Daten

Wareneingang objektivieren



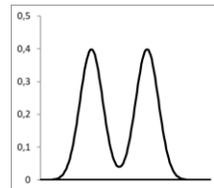
1

Charge #1



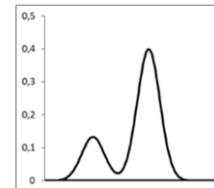
2

Charge #2



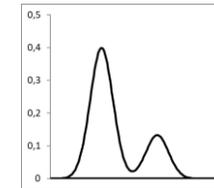
3

Charge #3



4

Charge #4



6

Neue Charge

Qualität



Sicherheit



Sensorik



Digitale Abbilder werden mit verschiedenen Produkteigenschaften oder anderen Daten verknüpft

Chemometrie oder maschinelle Lernalgorithmen können Korrelationen zwischen den IR-Spektren und den Produkteigenschaften/Daten identifizieren

→ Produkteigenschaften können mittels IR-Spektroskopie im Voraus bestimmt werden

→ Handlungsempfehlungen (z. B. Anpassung von Prozessparameter, spezielle chemische Analysen)

Maschinelles Lernen für Haltbarkeitsprognosen

Entwicklung von Algorithmen

- **Haltbarkeitsprognose**

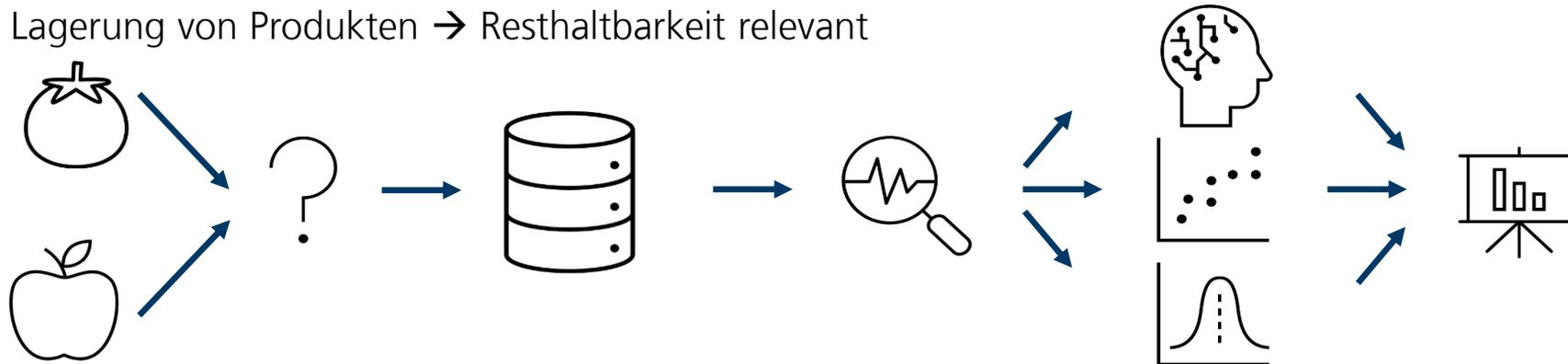
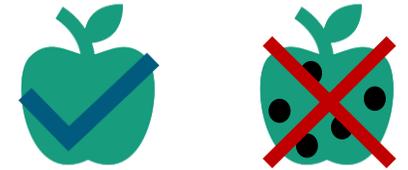
- Überangebote und Produktengpässe vermeiden
- Reduzierung von Nahrungsmittelverlusten
- Wirtschaftlichkeit und Umweltschutz

- **Kombination von Absatz- und Haltbarkeitsprognose**

- **Integration der Vorhersagen in die Optimierung von Rezeptierung und Logistikprozesse**

- Lagerbestände variieren aufgrund → Saison, Haltbarkeit
- Langfristige Lagerung von Produkten → Resthaltbarkeit relevant

Haltbarkeitsprognose



Shelf-Life Modelling

Der optimale Match zwischen Produkt und Verpackung/Lagerung

Digitalisierung/Automatisierung

- Aufbau einer automatisierten Bildaufnahme
- Einführung einer automatisierten Bildauswertung
- Anwendung mobiler optischer Messinstrumente zur Qualitätsbeurteilung Obst/Gemüse

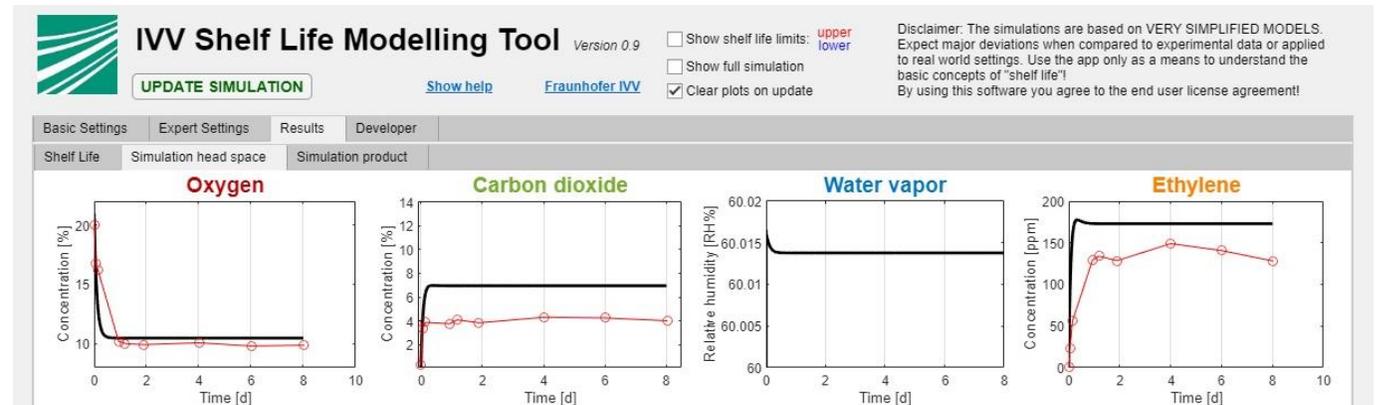


- Zielgerichtete chargenspezifische Optimierung der Verpackung, Lagerung und Wahl des Mindesthaltbarkeitsdatums
- Qualitätssicherung, Haltbarkeitsverlängerung und Ressourcenschonung durch Vermeidung von Produkt-Verlusten und überdimensionierter Verpackung



Shelf-Life-Modellierung

- Simulation des Verlaufs der Qualitätsveränderungen unter verschiedenen Bedingungen
 - Dunkel (z.B. Lager)
 - Licht (z.B. Auslage im Einzelhandel)
 - Temperatur/Luftfeuchtigkeit
- Modellierungs- und KI-gestützte Optimierung der Lagerbedingungen



Verlängerung der Haltbarkeit

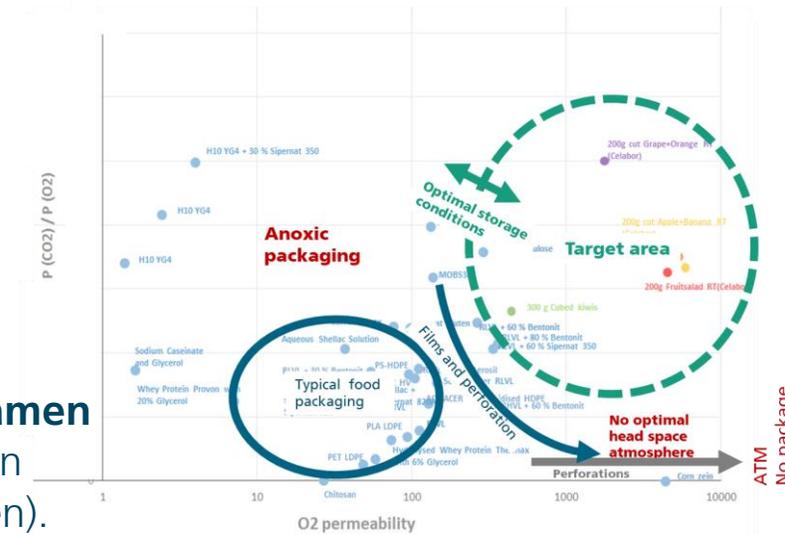
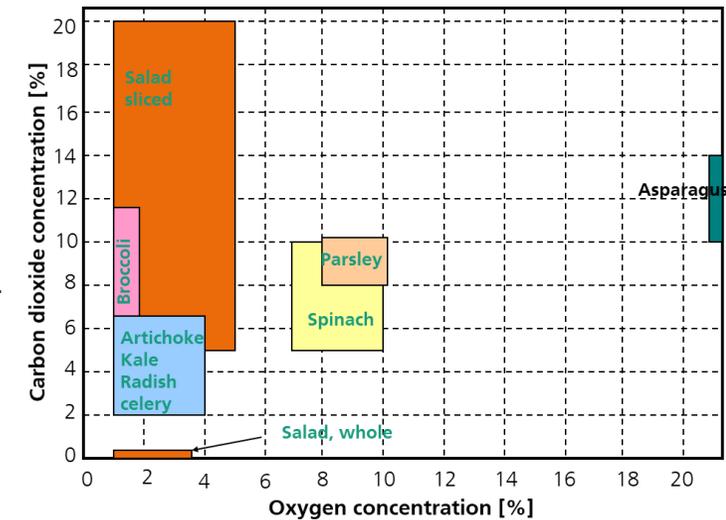
Optimierung von essbaren Beschichtungen

- Obst und Gemüse sind leicht verderblich → ca. 45 % Verluste zwischen Ernte und Verzehr
 - In Privathaushalten entfallen die Verluste 26 % auf Gemüse und 18 % auf Obst
- Respiration und Transpiration bedingen einen fortlaufenden Reifeprozess
- Beschleunigte Produktreifung bei Lagerung klimakterischer und nicht klimakterischer Früchte

Essbare Beschichtungen

- Optimierung essbarer Beschichtungen zur Verlangsamung von Qualitätsveränderungen, Haltbarkeitsverlängerung und Reduzierung der Lebensmittelverluste (SaveFood)
- Essbare Beschichtungen als alternatives Verpackungskonzept zur Reduzierung herkömmlicher Kunststoffverpackungen

Entwicklung einer funktionellen lipidbasierten Beschichtung mit **antimikrobiell wirksamen Naturstoffen** sowie **maßgeschneiderter Barriereigenschaften** für einen maximalen Produktschutz am Beispiel ausgewählter pflanzlichen Lebensmitteln (Kartoffeln, Karotten).



Optimierung der Logistikkette

Optimale Rezeptierung

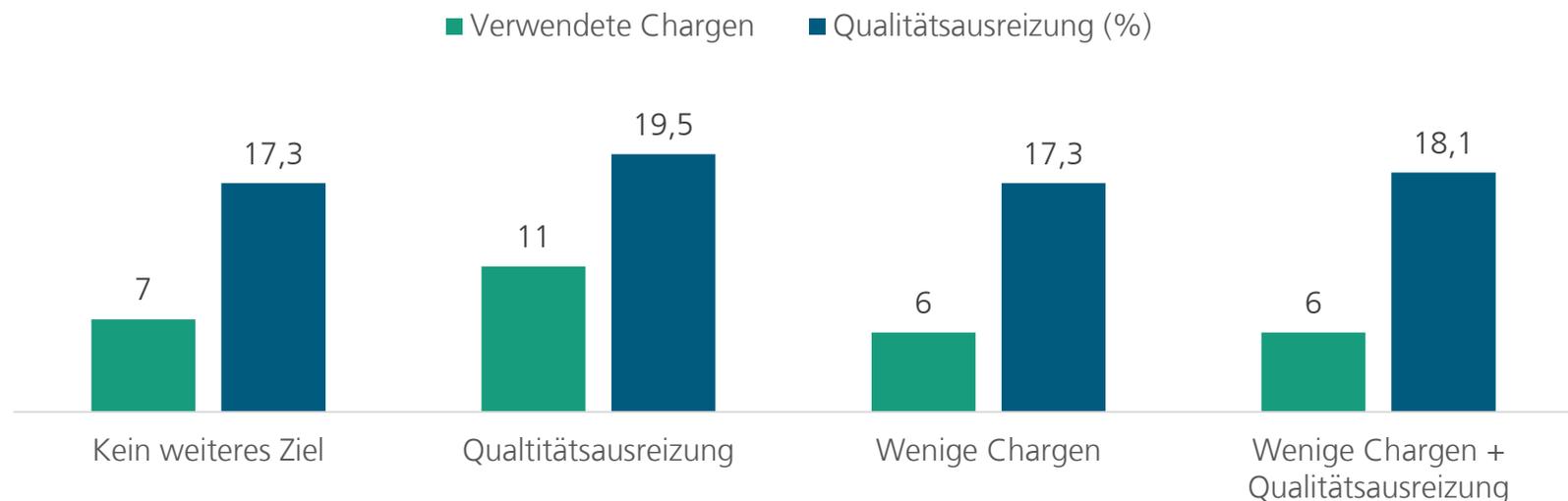
- **Bestmöglicher Einsatz von begrenzten Testressourcen zur Qualitätssicherung**
- Wie kann das Lager nachhaltig geführt werden (Produktionsfähigkeit, Vermeidung von LM-Verschwendung)?
- Optimierung der Produktionspläne durch intelligenten Einsatz der Rohstoffe

ZIEL DES PROJEKTES

Wir stellen mathematische Methoden bereit, die eine optimale Zuteilung der Rohstoff-Chargen auf die Aufträge berechnen.

Ziel ist die Einhaltung aller Qualitätsanforderungen an die Mischungen sowie eine nachhaltige Lagerführung

Verkettung von mehreren Optimierungszielen



Bedarfsanalyse und Wissenstransfer

Interviewleitfaden

A. Einstiegsfragen zur Person und zum Unternehmen (7 Fragen), z. B.

- Wofür sind Sie in Ihrer Position zuständig?
- Wie hoch sind Ihre Bio-Anteile in Ihrem Angebotsprogramm?

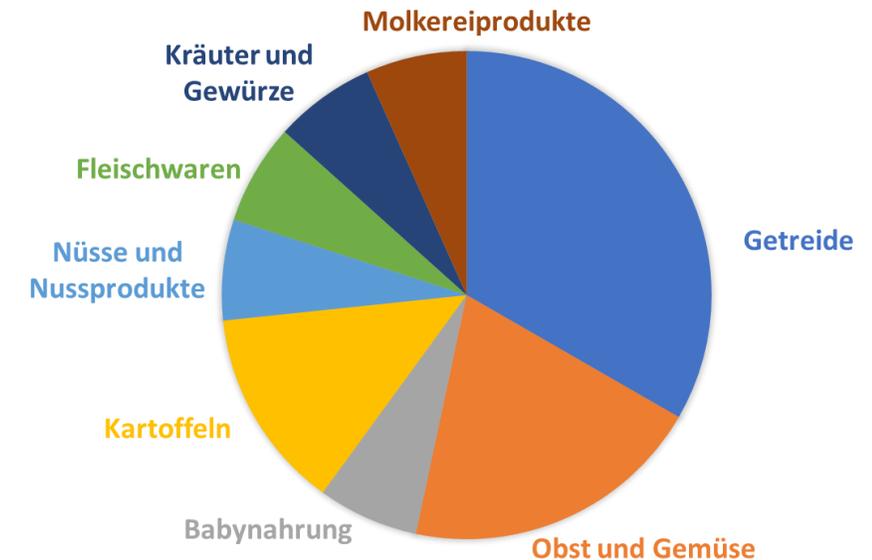
B. Herausforderungen für Qualität und Sicherheit von Rohwaren und Status quo der Detektionsmethoden im Unternehmen (17 Fragen), z. B.

- Wie erfolgt die Qualitätskontrolle Ihrer Rohwaren im Wareneingang?
- In welcher Form werden die Rohwaren gelagert?
- Welche Qualitätsprobleme treten bei Ihren Rohwaren während der Lagerung auf?

C. Potenziale der Qualitätssicherung (3 Fragen), z. B.

- Welche der besprochenen Qualitätsprobleme können nur schwer oder nur mit viel Aufwand detektiert werden?
- Welche Mängel bei Rohwaren, Produktfehler oder Umgebungsbedingungen müssen oder müssten Systeme erkennen, damit Sie diese zur Qualitätskontrolle in Ihrem Unternehmen einsetzen können?

Durchgeführte Interviews nach Warengruppen



Kontakt

Dr. Susann Vierbauch

Telefon +49 151 52528887

Susann.Vierbauch@ivv.fraunhofer.de



Fraunhofer
IVV

Fraunhofer-Institut für Verfahrens-
technik und Verpackung IVV



S US Fraunhofer IVV 20