

FOODLAB

FOOD ANALYTICS + FOOD SAFETY | FOOD PROCESSING + AUTOMATION
FUNCTIONAL FOODS + INGREDIENTS | LEGISLATION + LABELING

Wie kommt das Wissen in die KI?

Diese und viele andere Fragen wurden Dr. Mattis Hartwig von singularIT im Interview gestellt. Antworten finden Sie ab Seite 19.

2 Inhalt/Impressum/Inserentenverzeichnis

3 Editorial: Hype um KI

■ Qualitätsmanagement

4 Für eine nachhaltige Ölsaatenverarbeitung Echtzeit-Prozess-optimierung mit FT-NIR-Spektroskopie – *D. Behmer, Bruker*

■ FOOD-Lab Fachgespräche

8 ... mit **Prof. Geraint Morgan**, Uni Southampton, UK über fortgeschrittene Aromaanalyse

14 ChromaTOF für MOSH/MOAH, **C. Loeb-Stubbins**, LECO

16 ... mit **Jochen Brügggen**, Geschäftsführender Gesellschafter H&J Brügggen KG, Lübeck, zur Bedeutung von KI

19 ... mit **Dr. Mattis Hartwig**, singularIT, Lübeck über KI zur Effizienzsteigerung in der Food-Wirtschaft

■ Künstliche Intelligenz

22 KI in der Lebensmittel-Qualitätssicherung – *Dr. M. Brunner, Tsenso*

26 Die Zukunft isst Daten – *A. Kroeger, Gutzmann*

■ Nitratrichtlinie

28 Die EU-Nitratrichtlinie: Bedeutung für Landwirtschaft und Gesellschaft – *D. Koslowski*

■ Prozesstechnologie

32 Phasenadaptierte thermische Behandlung zum schonenden Erhitzen von steriler Milch – *L. Drotleff, B. Graf, J. Hinrichs, Uni Hohenheim*

■ PR-Meldung

38 CEM-Online-Seminare

Inserenten:

► 2mag AG ► behr Labor-Technik GmbH ► Bruker ► CEM GmbH
 ► LECO Instrumente GmbH ► Restek GmbH ► Shimadzu
 Deutschland GmbH ► singularIT GmbH

FOOD-Lab Fachmagazin für Qualitätsmanagement,
 Analytik und Nachhaltigkeit, www.food-lab.de

Kontakt:

info@mcongressconsult.de

Mobil: +49 (0) 152/33 92 43 47

Herausgeber und Chefredakteur:

Thomas Kützemeier

Tel.: +49 (0) 228/20 94 99 24

Mobil: +49 (0) 152/33 92 43 47

Mail: info@mcongressconsult.de

Verlag:

mcongressconsult

In der Wehrhecke 30, 53125 Bonn

Mobil: +49 (0) 152/33 92 43 47

Mail: info@mcongressconsult.de

Redaktion:

Thomas Kützemeier

Mobil: +49 (0) 152/33 92 43 47

Mail: info@mcongressconsult.de

Dr. Jörg Häsel

Tel.: +49 (0) 304/63 37 63, mobil +49 (0) 172/314 72 07

Mail: joerg.haeseler@mcongressconsult.de

Grafikdesign und Layout:

Janz Design, Mittelstraße 86, 40721 Hilden, www.janz.design

Ansprechpartner: Nikolai Janz, Mail: nj@janz.design

Anzeigenverkauf:

mcongressconsult

In der Wehrhecke 30, 53125 Bonn

Mobil: +49 (0) 152/33 92 43 47

Mail: info@mcongressconsult.de

Bezugspreise: für 4 Ausgaben/Jahr (in Deutschland

zuzüglich gesetzlicher MwSt.): Jahresabonnement

Inland: 78,00 Euro inkl. Vertriebsgebühr, Jahresabonnement

Ausland 90,00 Euro inkl. Vertriebsgebühr

Erfüllungsort und Gerichtsstand: Bonn

FOOD-Lab erscheint in einer Auflage von derzeit 5.500 Ex., davon eine Teilaufgabe als personalisierte e-paper. Alle Rechte, insbesondere das Recht auf Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm o. ä.) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben die Meinung des Autors wieder.

Hype um KI

FOOD-Lab liefert tiefe Einblicke

Organisiert von foodRegio, einem Unternehmerverband der Ernährungsindustrie in Schleswig-Holstein, fand am 11. Oktober die NewtritionX Tagung mit dem Schwerpunkt „Künstliche Intelligenz“ statt. FOOD-Lab war in Lübeck dabei und sprach mit dem Unternehmer Jochen Brüggemann, Chef der Brüggemann KG, der auch den Vorsitz von foodRegio führt. Es gibt bereits viele Einsatzbereiche für KI, wie Qualitätsmanagement und Produktentwicklung oder auch in der Produktion, überall da, wo hohe Datenmengen repetitiv anfallen und mithilfe lernender Software schneller verarbeitet werden können. Letztlich erleichtern diese KI-Systeme dem Menschen die Arbeit, oder wie im Bericht von Matthias Brunner, Tsenso GmbH erkennbar, macht sie sie erst zuverlässig möglich, wenn es zum Beispiel um die teilautomatisierte Qualitätskontrolle von Äpfeln geht. Effizienzsteigerung in der Food-Wirtschaft ist häufig das Ziel, erklärt im FOOD-Lab Fachgespräch Dr. Mattis Hartwig von der SingularIT, einer hochinnovativen Softwareschmiede. Er nennt aber auch konkrete Beispiele, wie die Produktentwicklung. Das Wissen aus zahlreichen Rezepturen, welche Zutaten harmonisieren plus das Ingenieurwissen kann man nutzen, um ein Modell zu trainieren, das dann Wahrscheinlichkeiten hochrechnet, welche neuen Zusammenstellungen funktionieren könnten. Das spart Entwicklungszeit; dennoch muss am Ende ein Mensch Entscheidungen treffen.

Aber: der Beitrag von Arne Kröger, Gutzmann GmbH zeigt auch die Risiken der KI auf, wenn die Daten nicht zuverlässig sind. Natürlich sind bei vielen Menschen auch Ängste vorhanden, weil nur unzureichendes Wissen vorhanden ist, oder die technischen Feinheiten nicht ausreichend kommuniziert werden. Hier ist also ein sensibler Umgang erforderlich, wenn man KI in ein Unternehmen einführt. Man muss die Menschen da abholen, wo sie stehen.

Natürlich haben wir auch einen Blick auf neueste Erkenntnisse in der Prozesstechnologie geworfen: Prof. Jörg Hinrichs, Lena Drotleff und Britta Graf, Uni Hohenheim erläutern die phasenadaptierte thermische Behandlung zum schonenden Erhitzen von steriler Milch.

Dagmar Behmer, Bruker erklärt welche Vorteile die Echtzeit-Prozessoptimierung mit FT-NIR-Spektroskopie für eine nachhaltige Ölsaatenverarbeitung bringt.

Im FOOD-Lab Fachgespräch hat Prof. Geraint Morgan, Uni Southampton, UK die Unterschiede zwischen traditionellen eindimensionalen Gaschromatographie-Verfahren und den zweidimensionalen GCxGC-Lösungen der Firma LECO erklärt. Es handelt sich um ein erst seit 18 Monaten auf dem Markt erhältliches hochkomplexes Verfahren, das z.B. in der Lage ist, Hunderte von chemischen Verbindungen in Raucharomen genau und reproduzierbar zu detektieren und zu quantifizieren. Für die Hersteller von alkoholischen Getränken, wie Whisky oder die Hersteller von komplexen Aromen wird die Detektion von Verbindungen um den Faktor 5-10 besser und die Untersuchungszeit von zwei Wochen auf einige Stunden reduziert. Prof. Morgan bietet seine Expertise auch kommerziell an. Christine Loeb-Stubbins, LECO erklärt im ergänzenden Beitrag zur ChromaTOF Software die Leistungsfähigkeit der neuesten Software, die auf allen LC-GC-FID-Geräten funktioniert.



Last not least berichtet FOOD-Lab über die Auswirkungen der Umsetzung der Nitrat-Richtlinie auf Landwirtschaft und Gesellschaft. Ein Bürokratiemonster, dem wir uns entgegen stellen sollten, meint Ihr **Thomas Kützemeier**, Herausgeber u. Chefredakteur.

**Fröhliche Weihnacht und
ein gutes Neues Jahr 2026!**

2mag
magnetic motion

MAGNETRÜHRER

- 100% verschleiß- und wartungsfrei
- Tauchbar und temperaturbeständig
- Langlebig und nachhaltig
- 3 Jahre Gewährleistung
- Made in Germany



www.2mag.de

Für eine nachhaltige Ölsaatenverarbeitung

Echtzeit-Prozessoptimierung mit FT-NIR-Spektroskopie



Autorin: **Dagmar Behmer**, dagmar.behmer@bruker.com, www.spectroscopy-in-process.com/food

Die Öl- und Fettindustrie steht vor einem tiefgreifenden Wandel. Steigende Anforderungen an Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und Produktqualität treffen auf einen zunehmenden Fachkräftemangel und wachsenden Kostendruck. Gleichzeitig verlangen Gesetzgeber und Verbraucher nach transparenten, ressourcenschonenden Prozessen. Moderne Analytik, insbesondere die FT-NIR-Spektroskopie, eröffnet neue Wege, diesen Herausforderungen zu begegnen. Der folgende Beitrag zeigt, wie innovative Messtechnik nicht nur die Prozesskontrolle verbessert, sondern auch einen messbaren Beitrag zu Umwelt- und Klimazielen leistet.

Zentrale Herausforderungen in der Öl- und Ölsaatenverarbeitung

Die Öl- und Fettindustrie sieht sich aktuell mit einer Vielzahl komplexer Herausforderungen konfrontiert, die sowohl wirtschaftlicher als auch gesellschaftlicher Natur sind. Ein zentrales Thema ist der steigende Druck, CO₂-Emissionen zu reduzieren und nachhaltiger zu produzieren. Die europäische Lebensmittelindustrie hat sich ambitionierte Ziele gesetzt: Im Rahmen des „European Green Deal“ soll bis 2050 Klimaneutralität erreicht werden. Bereits heute erwarten Kunden und Gesetzgeber eine transparente und ressourcenschonende Produktion.

Gleichzeitig sind die Energiepreise auf einem historisch hohen Niveau, was die Kosten für die Verarbeitung von Ölsaaten und Fetten erheblich beeinflusst. Unternehmen müssen daher Wege finden, ihre Prozesse effizienter zu gestalten und den Energieeinsatz zu minimieren. Hinzu kommt der Fachkräftemangel: Qualifiziertes Personal ist schwer zu finden. Das rückt die Einführung digitaler und automatisierter Lösungen in den Fokus.

Ein weiteres zentrales Thema ist die Qualitätssicherung. Die Anforderungen an Produktsicherheit, Rückverfolgbarkeit und Dokumentation nehmen stetig zu. Klassische Laboranalysen stoßen dabei an ihre Grenzen, da sie zeitaufwändig sind und oft erst im Nachhinein Ergebnisse liefern. In einem Umfeld, in dem schnelle Entscheidungen und flexible Prozessanpassungen gefragt sind, gewinnen Echtzeitdaten und eine kontinuierliche Prozessüberwachung zunehmend an Bedeutung.

Nicht zuletzt fordern internationale Standards und Zertifizierungen, etwa im Rahmen von Life Cycle Assessments (LCA) oder der Berechnung des Carbon Footprints, eine lückenlose Erfassung und Bewertung aller relevanten Prozessdaten. Unternehmen, die diese Herausforderungen meistern, sichern sich einen Wettbewerbsvorteil und leisten einen aktiven Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz.

FT-NIR-Spektroskopie: Technologie und Funktionsweise

Die Fourier-Transformations-Nahinfrarotspektroskopie (FT-NIR) hat sich als Schlüsseltechno-

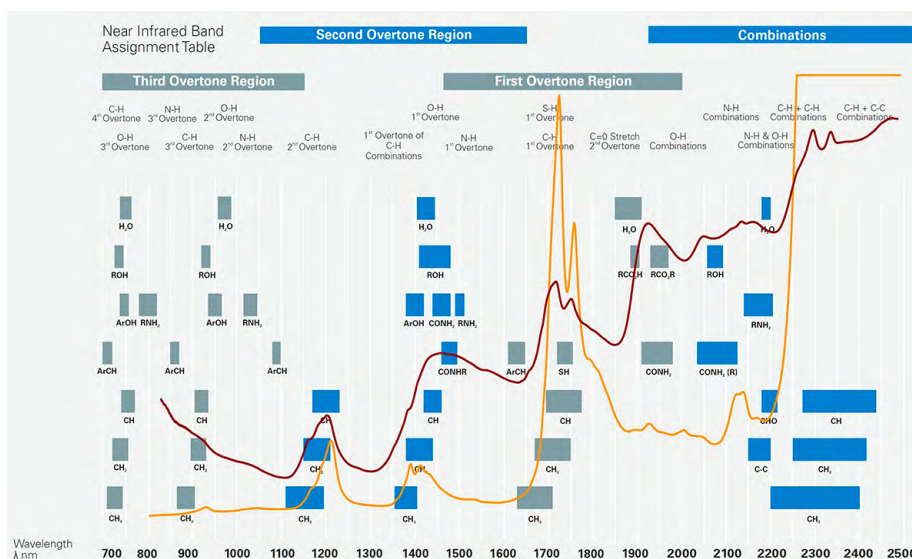


Abbildung 1: Typische FT-NIR-Spektren von Raps (braun) und Rapsöl (gelb)

Prozessschritte für die Qualitätskontrolle und Prozessüberwachung mit FT-NIR

Wareneingang

Klassifizierung von Rapssaat, Soja und anderen Ölsaaten nach Feuchte und Ölgehalt zur optimalen Silierung und Aufbereitung der Rohware.

Aufbereitung und Konditionierung

Steuerung der Feuchte auf Sollwerte für die nachfolgenden Prozessschritte (Pressen und Extraktion) zur Vermeidung von Über- und Untertrocknung und Sicherstellung eines stabilen Prozesses bei geringstmöglichem Energieaufwand.

Pressen und Extraktion

Überwachung des Restölgehalts im Presskuchen zur Anpassung von Prozessparametern wie Temperatur und Verweilzeit für eine Optimierung der Ausbeute.

Raffination

Prüfung der Fettsäurezusammensetzung und relevanter Qualitätskennwerte zur Prozessbegleitung bei Entsäuerung, Bleiche und Dämpfung.

Endproduktkontrolle

Schnellprüfung von Speiseölen auf freie Fettsäuren, Feuchte und Fettsäurezusammensetzung zur Sicherstellung der Einhaltung von Produktspezifikationen und Qualitätsstandards.

logie für die Prozessanalytik in der Öl- und Fettindustrie etabliert. Ihr wesentliches Merkmal ist die Fähigkeit, organische Materialien schnell, zerstörungsfrei und ohne aufwendige Probenvorbereitung zu analysieren. Das Funktionsprinzip basiert auf der Wechselwirkung von Nahinfrarotlicht (ca. 800 – 2.500 nm) mit den Molekülen der Probe. Die dabei entstehenden Spektren (Abb. 1) sind charakteristisch für die jeweilige

Zusammensetzung und erlauben eine exakte Bestimmung der Inhaltsstoffe. Besonders empfindlich ist NIR für Moleküle mit folgenden funktionellen Gruppen:

- **C-H-Bindungen** (z. B. in Fetten, Ölen, Kohlenhydraten)
- **O-H-Bindungen** (z. B. in Wasser, Alkoholen)
- **N-H-Bindungen** (z. B. in Proteinen)
- **S-H-Bindungen** (z. B. in Aminosäuren)

- **Weitere Gruppen:** C=O (Carbonyl), C-N, C-O, C=C (Aromaten, Alkene)

So liefern FT-NIR-Systeme innerhalb von Sekunden präzise Ergebnisse zu Parametern wie Feuchte, Fettgehalt, Protein oder spezifischen Fettsäuren.

Praxisbeispiele aus der Öl- und Fettverarbeitung

Die FT-NIR-Spektroskopie ermöglicht entlang der gesamten Verarbeitungskette – vom Wareneingang über die Aufbereitung bis zur Endproduktkontrolle – eine effiziente und präzise Überwachung aller qualitätsrelevanten Parameter. Damit lassen sich sowohl die Qualität der Ölsaaten als auch die der daraus gewonnenen Öle sicherstellen und Prozesse ressourcenschonend optimieren.

Im Folgenden werden zwei typische Anwendungsbeispiele vorgestellt, die den praktischen Nutzen dieser Methode verdeutlichen.

Bei der Analytik von Rapssaat stehen mehrere Inhaltsstoffe im Mittelpunkt, die für die Qualität und die weitere Nutzung entscheidend sind. Von besonderer Relevanz ist der Gehalt an Erucasäure, da dieser aus gesundheitlichen Gründen gesetzlich streng limitiert ist. Eine zuverlässige Überwachung ist daher unerlässlich, um die Einhaltung der Grenzwerte sicherzustellen und die Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten. Auch Glucosinolate spielen eine zentrale Rolle, da sie nicht nur den Geschmack, sondern auch die Eignung des Presskuchens als Futtermittel beeinflussen. Ein zu hoher Glucosinolatgehalt kann



Abbildung 2: Testinstallation eines FT-NIR Sensors über einem Förderband mit Sojaschrot

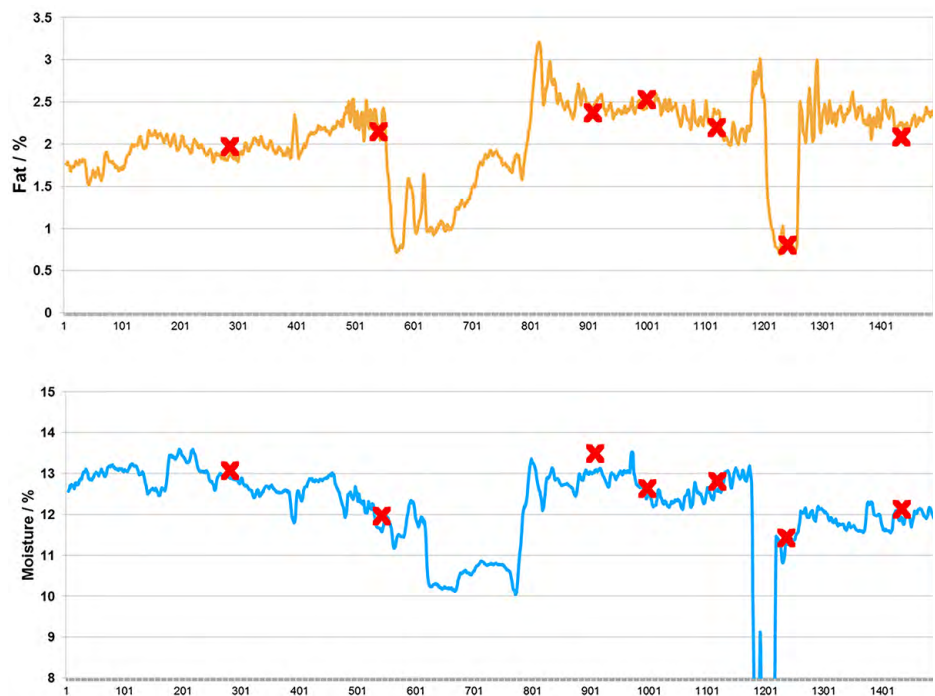


Abbildung 3: Vergleich von Echtzeit-Messungen mit FT-NIR (orange: Fett, blau: Feuchte) und Labormessungen (rot)

die Akzeptanz und Verwertbarkeit deutlich einschränken. Darüber hinaus geben Parameter wie Chlorophyll Hinweise auf die Reife und Qualität der Saat, während Fett- und Proteingehalte den wirtschaftlichen Wert und die Ausbeute maßgeblich bestimmen. Die kontinuierliche Kontrolle dieser Parameter ermöglicht eine flexible Reaktion auf Schwankungen im Rohmaterial und eine optimale Anpassung der Prozessführung.

Bei der Verarbeitung von Sojaschrot ist die laufende Überwachung von Parametern wie Fett, Protein, Feuchte, Faser und Asche entscheidend für die Produktqualität und die Wirtschaftlichkeit. Ein Praxisbeispiel aus der Produktion zeigt, wie groß der Unterschied zwischen klassischer Laboranalytik und moderner Online-Überwachung sein kann. Während die Laboranalysen nur in größeren Zeitabständen durchgeführt wurden, lieferte die Online-Analytik mit einem Messkopf über dem Förderband kontinuierlich Werte in Echtzeit (siehe Abbildung 2). In diesem konkreten Fall kam es im Produktionsprozess zu Qualitätsschwankungen, die vom Labor aufgrund der weit auseinanderliegenden Messzeitpunkte nicht rechtzeitig erkannt wurden (siehe Abbildung 3). Die Online-Messung zeigte die Abweichungen hingegen sofort an, sodass unmittelbar reagiert werden konnte. Dieses Beispiel unterstreicht, wie wichtig eine lückenlose und zeitnahe Überwachung für die Sicherstellung einer gleichbleibenden Produktqualität und die Vermeidung von Ausschuss ist.

Industrietaugliche FT-NIR-Lösungen für die Prozessüberwachung

Moderne FT-NIR-Systeme wie der BEAM Single-Point Analyzer und das MATRIX-F II mit 6-fach-Multiplexer von Bruker wurden speziell für den Einsatz in rauen Industrieumgebungen entwickelt. Sie zeichnen sich durch eine hohe optische Auflösung, automatische Hintergrundmessungen und maximale Langzeitstabilität aus. Das sind entscheidende Vorteile für den kontinuierlichen Betrieb in der Prozessindustrie. Die robuste Bauweise und die wartungsarmen Komponenten gewährleisten eine zuverlässige Funktion auch unter anspruchsvollen Bedingungen.

Ein besonderer Vorteil dieser Systeme ist ihre Flexibilität hinsichtlich des Einsatzortes: Die Messungen können direkt im Prozess erfolgen, beispielsweise über Förderbänder und Fallrinnen oder mittels Sichtfenstern in geschlossenen Systemen wie Reaktoren oder Rohrleitungen (siehe Abbildung 4). Dadurch erhalten Anlagenbetreiber Echtzeitdaten zu allen relevanten Qualitäts- und Prozessparametern, die unmittelbar zur Prozesssteuerung genutzt werden können.

In der Regel ist die Integration in bestehende Produktionslinien und Automatisierungssysteme

Abbildung 4:
Schematische
Installation des
BEAM FT-NIR
Spektrometers
an einer Pro-
zessleitung



unkompliziert. Die NIR-Systeme bieten standardisierte Schnittstellen für die Anbindung an Profibus, Industrial Ethernet oder direkt an das Distributed Control System (DCS). Die automatische Übertragung der Messergebnisse an die Prozessleittechnik ermöglicht eine lückenlose Überwachung und Steuerung ohne Zeitverzögerungen. So wird die Digitalisierung der Produktion vorangetrieben, Prozesse werden effizienter und die Produktqualität bleibt konstant hoch.

Nachhaltigkeit und wirtschaftliche Vorteile

Der gezielte Einsatz der FT-NIR-Spektroskopie in der Öl- und Fettverarbeitung bietet Unternehmen vielfältige Möglichkeiten, ihre Prozesse nachhaltiger und wirtschaftlicher zu gestalten. Durch die kontinuierliche Überwachung und Optimierung zentraler Prozessparameter lässt sich der Energie- und Ressourceneinsatz signifikant senken. So können beispielsweise unnötige Heiz- oder Trocknungsphasen vermieden, der Einsatz von Dampf und Lösungsmitteln reduziert und die Ausbeute an wertvollen Produkten gesteigert werden. Dies führt zu einer besseren Umweltbilanz und einer schnellen Amortisation der Investition, die oft innerhalb weniger Monate erreicht ist.

Ein weiterer Vorteil ist die verbesserte Prozessstabilität: Schwankungen im Rohmaterial oder im Produktionsablauf werden frühzeitig erkannt, sodass gezielt gegengesteuert werden kann. Dadurch sinkt die Ausschussquote und Nacharbeiten werden minimiert. Unternehmen profitieren somit von einer gleichbleibend hohen Produktqualität und einer effizienteren Nutzung von Rohstoffen und Energie.

Der gezielte Einsatz der FT-NIR-Spektroskopie als Teil der Prozessanalysetechnologie (PAT) ermöglicht es Unternehmen, wie z.B. Bayer, energieintensive Prozesse zu optimieren und somit einen erheblichen Beitrag zur Nachhaltigkeit zu leisten. Gerade Prozesse wie Trocknung und Destillation sind häufig unverzichtbar, aber auch besonders energieaufwendig. Durch die präzise Überwachung und Steu-

erung dieser Prozesse mit FT-NIR können der thermische und der chemische Wirkungsgrad deutlich verbessert werden.

Bei Bayer Dormagen führte die FT-NIR-Prozessautomatisierung beispielsweise zu einer Kapazitätssteigerung von 10 Prozent und einer entsprechenden Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks pro Tonne Produkt. Die jährlichen Einsparungen beliefen sich auf 2.000 Tonnen Dampf und 400 Tonnen CO₂, was einem Nettowert von ca. 40.000 Euro entspricht.

Die Integration der FT-NIR-Spektroskopie in die Prozessanalytik ist somit ein entscheidender Faktor für mehr Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit in der Industrie. Unternehmen wie Bayer zeigen, dass sich Investitionen in moderne Analytik nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch lohnen und einen wichtigen Beitrag zur Erreichung ambitionierter Klimaziele leisten.

Fazit und Ausblick

FT-NIR-Spektroskopie ist weit mehr als ein Analysewerkzeug – sie ist ein Enabler für nachhaltige, effiziente und zukunftssichere Prozesse rund um Öl und Ölsaaten. Unternehmen, die frühzeitig auf moderne Prozessanalytik setzen, profitieren von Kosteneinsparungen, höherer Produktqualität und einer verbesserten Umweltbilanz. Die Technologie ermöglicht eine flexible und Echtzeit-Steuerung der Prozesse, gleicht Schwankungen im Rohmaterial aus und setzt Ressourcen gezielt ein. Gleichzeitig werden die Anforderungen an Transparenz, Rückverfolgbarkeit und Nachhaltigkeit zuverlässig erfüllt – ein klarer Wettbewerbsvorteil in einem zunehmend anspruchsvollen Marktumfeld.

Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung von FT-NIR-Systemen und deren nahtlose Integration in digitale Produktionsumgebungen eröffnen sich zudem neue Möglichkeiten für die Prozessoptimierung und -automatisierung. Unternehmen, die diesen Weg gehen, sichern sich eine starke Position am Markt – heute und in Zukunft.

Für Fragen oder eine individuelle Beratung steht das Team von Bruker gerne zur Verfügung.



FT-NIR SPEKTROSKOPIE

LEBENSMITTEL ANALYTIK



FT-NIR-Lösungen für sichere Prozesse, höchste Produktqualität und nachhaltige Produktion.

Qualität beginnt mit präziser Analytik. Wir unterstützen Lebensmittelhersteller dabei, Sicherheit und Effizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu gewährleisten – vom Rohstoff bis zum Endprodukt.

Laboranalytik: Schnelle und zuverlässige Ergebnisse der Schlüsselparameter, ideal für Routinekontrollen und Produktfreigaben.

Prozesskontrolle: Kontinuierliche Überwachung direkt in der Produktion für maximale Sicherheit und optimierte Ressourcennutzung.

Nachhaltigkeit: Weniger Ausschuss und stabile Prozesse tragen zu Kosteneffizienz und einem verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen bei.

Integration & Support: Vernetzte Analytik, einfache Implementierung und globaler Service für langfristige Prozessoptimierung.

Setzen Sie auf Innovation und eine starke Partnerschaft: Für exzellente Qualität, effiziente Abläufe und Lösungen, die Ihre Produktion fit für die Zukunft machen.

Besuchen Sie uns auf der Analytica 2026 in München - Stand A2.314



www.food-analysis-nir.com

Innovation with Integrity

FOOD-Lab-Fachgespräch mit **Prof. Geraint Morgan**, Universität Southampton, Großbritannien, über fortgeschrittene Aromaanalyse

Background

Prof. Geraint (Taff) Morgan ist Professor für Analytische Chemie an der Fakultät für Chemie und Chemieingenieurwesen der Universität Southampton und Leiter des Labors für Chromatographie und Massenspektrometrie. Er ist spezialisiert auf die Entwicklung und Optimierung neuartiger Analyseverfahren zur Quantifizierung flüchtiger organischer Verbindungen (VOCs) in komplexen Proben.

Seine Berufung ist auf Forschung und Wissenstransfer ausgerichtet. Ziel ist es, das bestehende Portfolio an Beratungs- und Labordienstleistungsverträgen mit Kunden aus Wirtschaft und Wissenschaft auszubauen. Dazu gehört die Partnerschaft mit einem großen internationalen Automobilhersteller sowie eine strategische Partnerschaft mit dem führenden US-amerikanischen Gerätehersteller LECO.

Die Förderung durch frühere Kooperationsprogramme zwischen Wissenschaft und Industrie ermöglichte es ihm, gemeinsam mit Endanwendern innovative Lösungen (GC-MS, GCxGC-MS und SIFT-MS) für ein breites Spektrum an kommerziellen Partnern zu entwickeln – von KMU bis hin zu globalen Konzernen. Dazu gehörten die Programme SPRINT und STFC Food Network+, bei denen er als Co-Investigator tätig war. Sein Forschungsteam hat sich eine führende Position in der Analyse von Spirituosen, insbesondere Scotch Whisky, erarbeitet und arbeitet mit einer wachsenden Zahl englischer, walisischer, irischer, US-amerikanischer und sogar chinesischer Destillieren sowie Agenturen und Instituten zusammen.



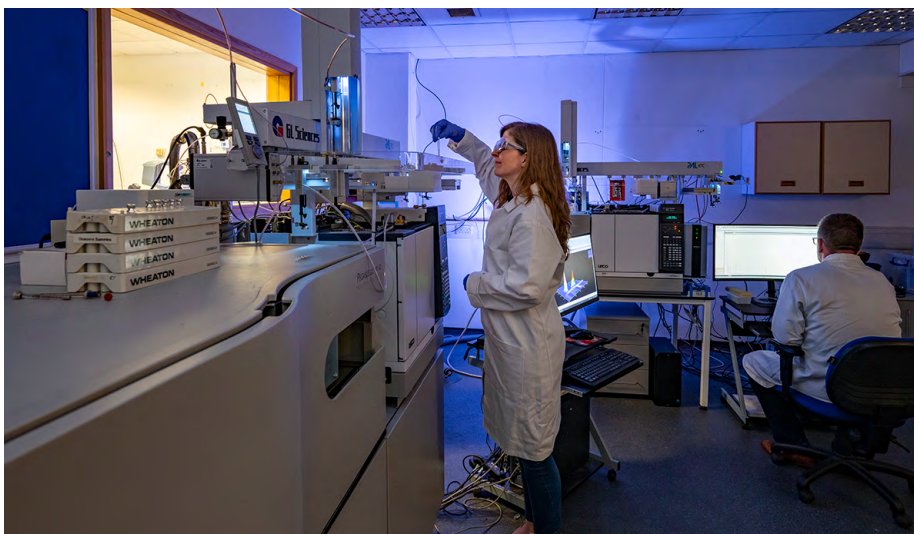
➤ **Schön, nach unserer ersten Debatte im Februar 2021 über die Erkennung von Whiskyaromen wieder mit Ihnen zu sprechen. Damals arbeiteten Sie noch für die Open University. Vor Kurzem sind Sie zur University of Southampton gewechselt. Was hat Sie zu diesem Wechsel bewogen, und welche Forschungsschwerpunkte haben Sie mitgebracht?**

Danke, im Grunde war die Stelle an der University of Southampton auf Professur-Niveau ausgeschrieben und bot damit eine Gelegenheit zur Beförderung und eine neue Herausforderung. Die University of Southampton ist zudem eine Russell-Group-Universität mit einem höheren Forschungsranking und zählt zu den führenden Universitäten im Vereinigten Königreich. Ich war 31,5 Jahre an der Open University (OU) tätig und dort Mitglied der Teams, die die Instrumente Ptolemy und GAP für die Weltraummissionen Rosetta und Beagle 2 entwickelten. Seit 2004 habe ich dieses multidisziplinäre Know-how genutzt, um gemeinsam mit akademischen und industriellen Partnern Herausforderungen hier auf der Erde zu lösen, insbesondere mit Dr Simona Nicoara.

Was mich an Southampton am meisten faszinierte, war die sogenannte „Tri-

ple-Helix“-Strategie. Auf Universitätsebene beschreibt das „Triple-Helix“-Modell die dynamische Interaktion zwischen Universitäten, Regierung und Wirtschaft zur Förderung von Innovation und Wirtschaftswachstum. Dieses Konzept wandelt die Universität von einer nachrangigen Institution zu einem gleichberechtigten Partner, der als Wissensquelle und Motor der Kommerzialisierung durch Aktivitäten wie Forschung, Technologietransfer und die Gründung von Ausgründungen fungiert. Universitäten haben eine unternehmerische Rolle und eine dritte Mission: Sie tragen über ihre traditionellen Funktionen in Lehre und Forschung hinaus zur sozioökonomischen Entwicklung bei. Ich persönlich löse gerne Herausforderungen und arbeite mit talentierten Menschen aus Wissenschaft und Wirtschaft zusammen. Daher passte diese Strategie perfekt zu meinen Karriereambitionen und meinen Stärken. Tatsächlich hat mir, wie erhofft, die erste Hälfte meines Aufenthalts hier bereits zahlreiche neue Kooperationspartner beschert, die erkannt haben, dass unsere analytische Expertise ihnen tiefere Einblicke in ihre Forschungsfragen ermöglicht.

Ein weiterer entscheidender Faktor für meinen Entschluss, das Labor und das Team, das ich an der Open University aufgebaut



Dr Lourenco beim Beladen des LECO Pegasus HRT+, während Prof Morgan am LECO Pegasus BT arbeitet.

hatte, zu verlassen, war die Tatsache, dass die Einrichtung für Chromatographie und Massenspektrometrie an der Universität Southampton in Southampton bereits über zwei LECO-2D-GC-MS-Instrumente verfügte, ein HRT+ und ein BT, beide mit einem Flüssigstickstoff-Thermomodulator ausgestattet. Ich hätte mich für die Stelle nicht einmal beworben, wenn diese LECO-2D-GC-MS-Kapazität nicht vorhanden gewesen wäre. Die Einrichtung verfügt zudem über umfangreiche LC/MS- und SFC-Kapazitäten und -Expertise, mit denen ich bisher noch nicht gearbeitet hatte, deren Potenzial für meine Forschung – über VOCs hinaus – ich aber durchaus erkennen konnte.

Sie stehen in engem Kontakt mit Unternehmen?

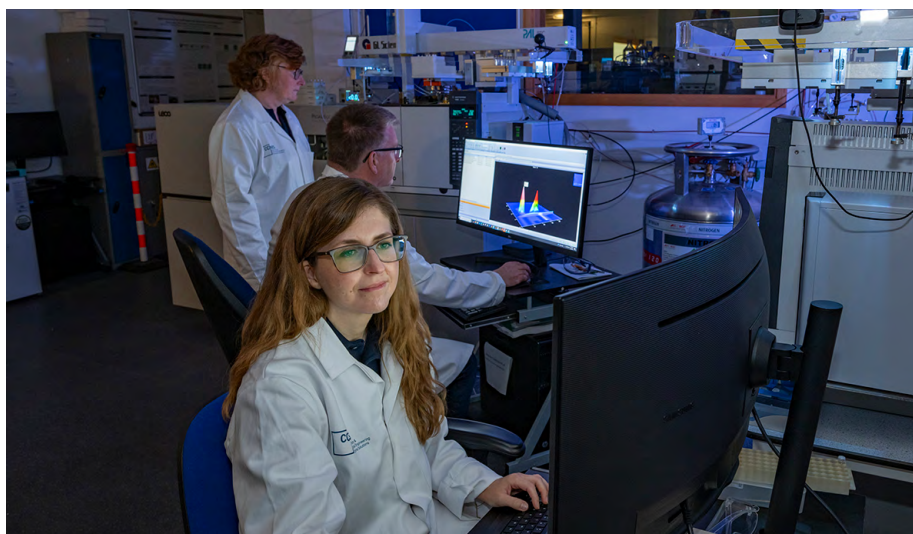
Ja, ich habe mir in den letzten zehn Jahren ein gutes Netzwerk mit einer Reihe von Unternehmen aufgebaut. In Southampton gibt es zudem einige sehr gute Forschungsgruppen mit starken strategischen Partnerschaften zur Industrie, insbesondere mit einigen der größten Unternehmen und Regierungsbehörden des Landes. Ich arbeite derzeit aktiv mit mehreren dieser Forschungsgruppen zusammen, um deren bestehendes Angebot zu erweitern – innerhalb der Fakultät für Chemie, der Fakultät für Ingenieur- und Naturwissenschaften und universitätsweit, insbesondere mit der Fakultät für Umwelt- und Lebenswissenschaften. Sie wollen ihre analytischen Fähigkeiten verbessern, und hier komme ich mit meinem spezifischen Know-how in der Analyse flüchtiger organischer Verbindungen (VOCs) ins Spiel. Früher unterstützte die Einrichtung hauptsächlich

die Chemiefakultät für die Synthesechemiker; seit Kurzem gehört sie zur Fakultät für Chemie und Chemieingenieurwesen – mit einem breiteren Spektrum an Forschungsaktivitäten und analytischen Anforderungen. Wir haben zudem kürzlich Chemistry and Chemical Engineering Solutions (CChES) gegründet, um die Expertise der School zu kommerzialisieren. Mit meinem Hintergrund in der Entwicklung neuartiger Probenahme-Schnittstellen hoffe ich, neue Messmöglichkeiten für CChES, die School und die Fakultät zu erschließen.

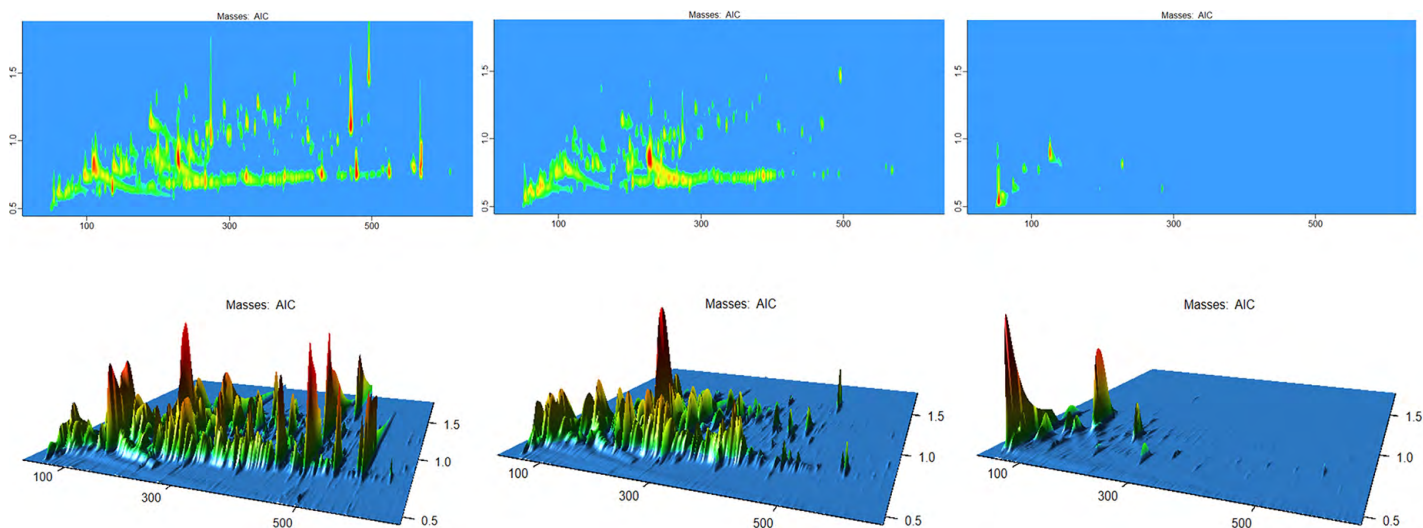
Was waren neben der bestehenden analytischen Umgebung mit dem LECO Pegasus GCxGC-MS die spannendsten Aspekte beim Umbau und der Neugestaltung Ihrer Forschungsumgebung?

Ich habe in den letzten fünf Jahren eine strategische Partnerschaft mit LECO aufgebaut. Dadurch konnte ich unter anderem den Transfer des LECO BTX nach Southampton organisieren. Das LECO BTX mit Paradigm Shift ist die neueste Technologie von LECO, die erst vor etwa 18 Monaten auf den Markt kam und neue Vorteile bietet, insbesondere die Möglichkeit der simultanen Identifizierung von Verbindungen mittels Massenspektrometrie und Quantifizierung mittels FID. Ich vergleiche die LECO GCxGC-MS-Systeme oft mit der Formel 1 oder dem Rolls-Royce in diesem analytischen Bereich, da sie deutlich bessere Einblicke in komplexe Proben ermöglichen als herkömmliche 1D-GC-MS-Systeme. Dass wir nun diese drei LECO-Systeme – Pegasus 4D BTX/BT/HRT+ mit sowohl thermischer als auch Flussmodulation – im selben Labor haben, verschafft uns deutlich mehr Flexibilität für eine umfassende nicht-zielgerichtete Analyse von Aromastoffen.

In den letzten sechs Monaten haben wir das Labor komplett umstrukturiert. Früher gab es dort ein großes LCxLC-IMS-System, das wir verlegt haben. Jetzt verfügen wir über ein eigenes 2D-GC-MS-Labor, ein hochmodernes SFC/LC-MS-Labor für fortgeschrittene Anwender und ein separates Open-Access-Labor, in dem Studierende, Postdoktoranden und Wissenschaftler uneingeschränkter Zugang zu einer Vielzahl von Geräten haben. Das 2D-GC-MS-Labor wird von meiner Kollegin Dr Celia Lourenco geleitet, die beiden anderen Labore von Dr Julie Heriman. Ich vergleiche unsere Einrichtung



Dr Lourenco (Vordergrund) am LECO Pegasus BT, mit Prof Morgan und Dr Heriman am LECO Pegasus HRT+.



Eine Reihe von Kontur- (oben) und Oberflächendiagrammen (unten), die die Unterschiede in den Profilen der VOCs im Kopfraum über ähnlichen Mengen von drei verschiedenen Algen veranschaulichen.

für Chromatographie und Massenspektrometrie gerne mit einem Fachgeschäft wie Marks & Spencer: Alles an einem Ort, quasi ein Komplettanbieter.

Woran arbeiten Sie heute im Vergleich zu unserem ersten Gespräch im Jahr 2021, als Sie Whisky-Aromen untersuchten?

Heutzutage arbeiten wir zwar immer noch an Spirituosen, aber nicht mehr so intensiv wie früher. Wir werden der Industrie demnächst unsere analytischen Dienstleistungen anbieten, da bereits einige US-amerikanische Unternehmen nachgefragt haben, nachdem sie die Vorteile unserer Analysen kennengelernt haben. Wir müssen auch berücksichtigen, dass britische Universitäten unter erheblichen finanziellen Engpässen leiden. Daher möchten wir auf unseren bestehenden Ressourcen aufbauen und alle weiteren Möglichkeiten prüfen, um unsere Zukunftsfähigkeit zu sichern.

Ich habe beispielsweise auch mit mehreren Aromenherstellern zusammengearbeitet, die Hardware und Software von LECO (Pegasus BT 4D, ChromaTOF, NTS-Workflows usw.) für umfassende, nicht-zielgerichtete Produktanalysen eingesetzt haben. Im Allgemeinen ermöglichen die LECO-Systeme die Identifizierung von etwa 5- bis 10-mal mehr Peaks als herkömmliche 1D-GC-Systeme. Man beginnt, kleinere Verbindungen zu erkennen. Dadurch lassen sich mehr Spezies trennen, identifizieren und quantifizieren. Ein weiterer großer Vorteil der LECO Chroma TOF-Software sind

die sehr anschaulichen Ergebnisse – das menschliche Gehirn ist hervorragend darin, Muster zu erkennen, Übereinstimmungen zwischen zwei Bildern festzustellen oder Unterschiede zwischen ihnen zu erkennen.

In der Lebensmittel- und Getränkeindustrie lautet die Frage unserer Kunden bei der Prozessoptimierung stets: Welche Auswirkungen hat die Änderung einer Zutat oder anderer Parameter im Herstellungsprozess? Mit den Ergebnissen der LECO 2D GC-MS-Systeme können wir diese Frage beantworten. Zunächst durch die visuelle Analyse der Chromatogramme. Mithilfe von Oberflächen- oder Konturdiagrammen lassen sich die in den Proben enthaltenen Verbindungen aus verschiedenen Perspektiven darstellen. Diese Visualisierung der Datensätze ermöglicht es, auch Nicht-Experten die Auswirkungen von Prozessparameteränderungen zu veranschaulichen und zu zeigen, ob sich die Zielkonzentrationen annähern oder entfernen. Darüber hinaus kann die LECO-Software mathematisch ermitteln, welche Verbindungen zwischen den verschiedenen Probenklassen unterscheiden. Diese Ergebnisse, die in Form von Heatmaps oder Balkendiagrammen ausgegeben werden können, sind nicht immer sofort ersichtlich, da sie oft auf Veränderungen kleinerer, weniger auffälliger Peaks beruhen, die aber die wichtigsten sind. Wir halten dies für ein sehr wertvolles Werkzeug, um Gespräche mit den Fachexperten – den Kunden – zu ermöglichen.

Welche analytischen Herausforderungen wollten die Unternehmen lösen?

Mehrere Unternehmen wollten ihre Aromen reproduzieren. Mit unserer Technologie können wir ihnen helfen, die Auswirkungen ihrer Änderungen zu visualisieren. Diese Ergebnisse sind quantitativ und reproduzierbar. So können wir sie bei einem iterativen Produktentwicklungsprozess unterstützen, bevor die hohen Kosten für sensorische Tests mit menschlichen Prüfern anfallen. Es liegt in der Verantwortung des Kunden oder des Probengebers, die Relevanz der von uns identifizierten Verbindungen zu beurteilen. Wir können ihnen die Veränderungen aufzeigen, aber nicht unbedingt die sensorischen Auswirkungen. Wir können ihnen jedoch recht einfach aufzeigen, welche Verbindungen in ihren Proben zu- und abnehmen.

Andere Projekte zielten darauf ab, ihnen bei der Entwicklung einer verbesserten Version eines bestehenden Aromas zu helfen. Die zentralen Fragen ihrer Kunden aus der Lebensmittel- und Getränkeindustrie lauten in der Regel: „Können Sie es schmackhafter oder günstiger machen?“ Aromen in Lebensmitteln sind so komplex, dass sie die herkömmlichen 1D-GC-MS- und GC-FID-Verfahren überfordern. Man erhält buchstäblich Hunderte von Verbindungen. Es ist eine Vielzahl von Verbindungen vorhanden, alle in unterschiedlichen Konzentrationen und mit verschiedenen funktionellen Gruppen. Tatsächlich handelt es sich um eine ganze Reihe chemischer Spezies. Mit GCxGC-MS hat man den

Vorteil einer zweiten Säule mit einer anderen stationären Phase, wodurch gemeinsam eluierende Spezies vor dem Eintritt in das Massenspektrometer getrennt werden können. Ausgangspunkt für jeden Kunden war die Frage: Wie sehen diese Aromastoffe eigentlich aus?

Verfügen diese Unternehmen über eigene Labore?

Ja, allerdings führen sie, wie die meisten Unternehmen der Branche, ihre Analysen mit den eher traditionellen eindimensionalen GC-MS- und GC-FID-Systemen durch. Sie beschäftigen sich hauptsächlich mit gezielten Tests und weniger mit ungerichteten Screening-Verfahren. Sie erkannten jedoch, dass sie einen tieferen Einblick in ihre Proben benötigten, und nachdem wir sie bei ihrem ersten Projekt erfolgreich unterstützt hatten, wandten sie sich für weitere Projekte an uns. Aus meiner Sicht bestand das Hauptziel der Projekte darin, Unternehmen dabei zu helfen, die relevanten Proben besser zu charakterisieren und zu verstehen. Ziel war es, dass sie nach Projektabschluss besser in der Lage wären, die Wirtschaftlichkeit einer Modernisierung ihres eigenen

Labors zu begründen oder, falls dies nicht möglich wäre, unsere kommerziellen Analysedienstleistungen in Anspruch zu nehmen. Beide Wege sind positiv. Entscheidend für diesen Erfolg war jedoch, dass das Unternehmen nach der Anschaffung einer komplexeren und teureren Technologie nicht allein gelassen wurde.

Im Rahmen der Projekte haben wir auch durch die Entwicklung eines neuen Analyseverfahrens dazu beigetragen, den Aufwand für die Probenvorbereitung vor der Analyse deutlich zu reduzieren und gleichzeitig eine höhere Reproduzierbarkeit und Sensitivität als die bisherigen Methoden zu erreichen. Der größte Vorteil lag jedoch in der Datenanalyse und -interpretation, die durch die LECO-Softwarepakete ermöglicht wurde.

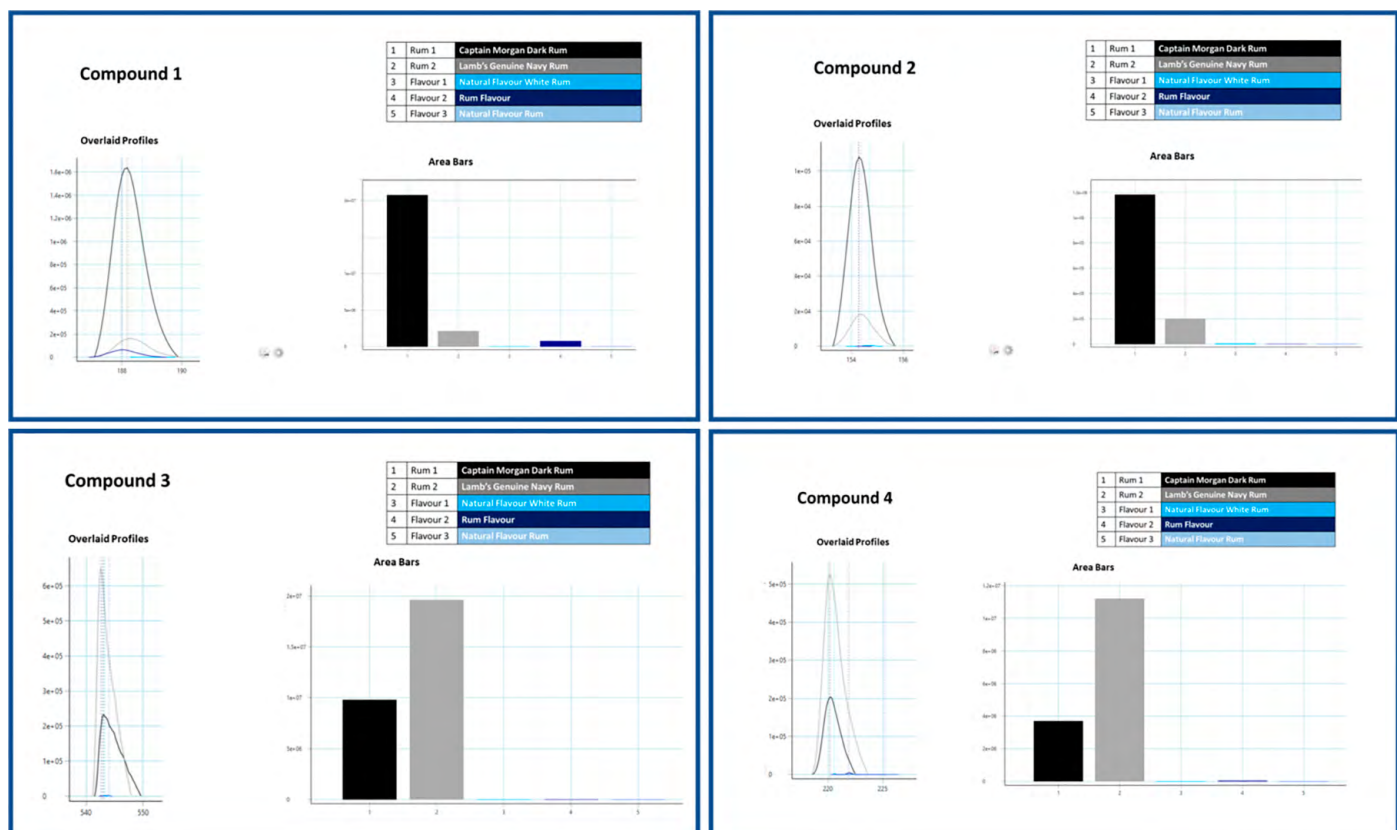
Wie lange dauerte der gesamte Datenanalyseprozess?

Mit einem eindimensionalen GC-FID dauert die Datenanalyse üblicherweise etwa zwei Wochen, und es wurden sicherlich nicht alle Peaks getrennt. Mit unserem GCxGC-MS erhalten Sie hingegen innerhalb eines Nachmittags einen guten Überblick über die Unterschiede zwischen den Proben!

Wenn man nun die verschiedenen Proben in Chroma TOF mithilfe von Oberflächen- und Konturdiagrammen darstellt, wird schnell deutlich, wie ähnlich oder unterschiedlich sie sind. Chroma TOF kann auch verwendet werden, um die Elutionszeiten beliebiger Zielsubstanzen zu bestimmen. Darüber hinaus können wir mithilfe externer n-Alkan-Standards die Retentionsindizes und Delta-RI für jede Verbindung sowie eine massenspektrometrische Ähnlichkeitsanalyse auf Basis der Tausenden von Verbindungen in der NIST-Bibliothek ableiten. Dies ermöglicht es uns, wie bereits in der früheren Whisky-Publikation, eine Konfidenz für die Zuordnung jeder Verbindung anzugeben. Die Chroma TOF-Software liefert außerdem alle Synonyme, was ein großer Vorteil ist, da nicht jeder denselben Namen für dieselbe Verbindung verwendet. All dies sind daher wichtige Vorteile der verwendeten Bibliothek.

Eine weitere wichtige Frage: Welche Ergebnisse haben Sie hinsichtlich der Reproduzierbarkeit im Hinblick auf die einzelnen Proben erzielt?

Das war in der Tat eine der Fragen, die von jedem Unternehmen gestellt wurden. Wir



Balkendiagramme veranschaulichen Verbindungen, die in handelsüblichen Rumsorten im Vergleich zu den Rumaromen des Unternehmens häufiger vorkommen.

konnten zeigen, dass die Reproduzierbarkeit durch die Verwendung des LECO GCxGC TOF MS und unseres modifizierten Assays höher war als bei dem, was sie mit ihrem eindimensionalen GC-Assay erreichten.

Gab es einige überraschende Ergebnisse?

Ich glaube, alle unsere Kunden waren überrascht von der Vielzahl an verschiedenen, bisher unbekannten Substanzen in ihren Proben. Für mich ist das vergleichbar mit dem Vergleich der frühen Schwarzweiß-Fernsehtechnik der 60er-Jahre mit den hochauflösenden Bildern unserer heutigen Flachbildschirme. Damals konnte man sich die Entwicklung bis heute nicht vorstellen. Unternehmen können nun besser abschätzen, welche Auswirkungen Rezepturänderungen haben, da sie die Unterschiede in der Vielzahl der in jeder Probe enthaltenen Substanzen charakterisieren können. Hoffentlich erkennen auch andere Unternehmen die Vorteile solcher Erkenntnisse.

Wohin wird sich Ihrer Meinung nach das nicht-zielgerichtete Screening und die multivariate Datenanalyse in den nächsten 5–10 Jahren für Lebensmittel- und Aromenunternehmen entwickeln?

Ich denke, die Hardware ist bereits fortschrittlich und geeignet. Die zukünftigen Herausforderungen liegen in der Datenanalyse und darin, wie wir die Datensätze in nutzbare Informationen umwandeln können, auf deren Grundlage wir zeitnah fundierte Entscheidungen treffen können. Fakt ist: Kein Mensch kann über 600 Peaks in einer einzigen Probe aus unzähligen Proben analysieren und daraus präzise Schlüsse ziehen. Die Zukunft gehört dem maschinellen Lernen und der Frage, wie wir unsere Hypothesen überprüfen können. Daher muss die Datenanalyse und -interpretation zukünftig noch zugänglicher gemacht werden, damit sie sich zu einem Standardwerkzeug entwickelt. LECO ist führend auf diesem Gebiet, und ich bin gespannt, wie sich ihre zukünftigen Produkte entwickeln und meinen Forschungs- und Geschäftskunden zugutekommen werden.

Man muss unter anderem verstehen, dass oft gerade die kleineren Peaks den größten sensorischen Unterschied ausmachen. Sobald diese kleineren Peaks mittels 2D-GC-MS aufgelöst, präzise identifiziert und quantifiziert werden können, lassen sich die Produktionsprozesse optimieren, um bessere Ergebnisse und ein marktfähigeres Produkt zu erzielen. Meiner Ansicht nach liefert 2D-GC-MS tiefere Einblicke in die Zusammensetzung komplexer Gemische und zeigt, wie sich Änderungen der Ausgangsstoffe auf die Produkteigenschaften auswirken. Durch die Kombination unserer Expertise im Umgang mit LECO-Hardware, Datenanalyse und Klassifizierungssoftware beschleunigen wir Ihre Markteinführung. Um es mit den Worten von Dan Golding (ehemaliger NASA-Administrator) zu sagen: Wir helfen Ihnen, neue Produkte „schneller, besser und kostengünstiger“ auf den Markt zu bringen.

Danke sehr.

„Die Zusammenarbeit hat unsere Fähigkeit, die flüchtigen Bestandteile unserer komplexen Aromastoffe zu analysieren, enorm beschleunigt. Die Leco-Instrumente in Kombination mit den leistungsstarken Software-Tools sowie das Fachwissen für deren Anwendung waren von unschätzbarem Wert. Wir konnten Einblicke in die chemische Zusammensetzung der Aromastoffe und ihre Unterschiede gewinnen, was unser Verständnis dieser Stoffe erheblich verbessert hat.“

Phil Metcalfe, Founding Director, Efficiency Technologies Ltd.

MOSH/MOAH-KONFORM OHNE KOMPROMISSE

*Die Vorschriften sind eindeutig.
Ihre Ergebnisse sollten es auch sein.*

MIT LECO IMMER EINEN SCHRITT VORAUS

Mineralölkohlenwasserstoffe stehen zunehmend im Fokus von EFSA und JRC-Richtlinien, mit strengen Anforderungen an die zuverlässige Überwachung in Lebensmitteln und Verpackungen. Herkömmliche LC-GC/FID-Methoden stoßen dabei oft an ihre Grenzen, wenn es um Spezifität und Bestätigung geht.

Das **Pegasus® BTX GCxGC-TOFMS/FID** von LECO ist der erste validierte Workflow, der beides bietet:

- **Qualitative Einblicke**
Zur Trennung von MOSH und MOAH und Identifizierung von Kontaminationsquellen
- **Quantitative Genauigkeit**
Die den Empfehlungen der EFSA entspricht
- **Regulatorische Sicherheit**
Unterstützt durch Referenzstandards und vollständige Systemverifizierung



SEHEN WAS SIE NICHT SEHEN:

ANALYTIK JENSEITS DER ROUTINE MIT LC-GCxGC-TOF-MS-FID
27 JANUARY 2026 | 14:00 CET



Nehmen Sie am Webinar mit Silvia Aguiló Losa (SGS) teil und erhalten Sie praxisnahe Einblicke aus dem Routinelabor, wie sich robuste MOSH/MOAH-Methoden mit LECO-Instrumentierung etablieren und betreiben lassen – von Workflow-Design und Validierung über Troubleshooting bis hin zu Datenhandling und Reporting. Erfahren Sie, wie ein hochdurchsatzstarkes Auftragslabor anspruchsvolle MOSH/MOAH-Prüfungen täglich umsetzt – und übertragen Sie diese Erfahrungen direkt auf Ihr eigenes Labor.

Senden Sie uns eine Nachricht oder besuchen Sie unsere Website für weitere Informationen!



MOSHMOAH@LECO.COM



EU.LECO.COM

WARUM LECO?

Seit 2020 ist LECO der einzige Anbieter einer **kompletten MOSH/MOAH-Lösung** – eine Kombination aus modernster Instrumentierung, intelligenter Software und praxisnahen Schulungen.

WENN KONFORMITÄT NICHT VERHANDELBAR IST, WÄHLEN SIE LECO.

MEHR ERFAHREN

LECO
EMPOWERING RESULTS

ChromaTOF®

für MOSH/MOAH

Ein neuer Standard für die routinemäßige Mineralöl-Analyse



Autorin: **Christine Loeb-Stubbins**, European Field Product Manager, Separation Science, LECO Europe

Die Analyse von Mineralölkohlenwasserstoffen zählt weiterhin zu den technisch anspruchsvollsten Aufgaben in der Lebensmittelsicherheit. Die Komplexität realer Probenmatrices sowie der zunehmende regulatorische Fokus erfordern analytische Werkzeuge, die konsistente, nachvollziehbare und reproduzierbare Ergebnisse liefern. Die neue stand-alone Software ChromaTOF® für MOSH/MOAH von LECO wurde entwickelt, um diese Anforderungen mit einem harmonisierten Workflow für MOSH/MOAH-Bestimmungen zu unterstützen.

Eine zentrale Neuerung dieser Version ist die volle Kompatibilität mit nicht-LECO LC–GC–FID-Systemen. Über den neuen Import Wizard können Labore CSV- und CDF-Datenformate direkt in ChromaTOF® einlesen und damit eine einheitliche Datenverarbeitung und Bewertung über unterschiedliche Gerä-

Universelle Software-Kompatibilität

- Funktioniert mit jedem LC–GC–FID-System
- Direkter CSV- und CDF-Import
- Keine manuelle Datenkonvertierung erforderlich
- Harmonisierte Workflows über Geräte hinweg

MO Quant Tool – zentrale Funktionen

- Automatisierte Datenverarbeitung
- Trennung biogener Interferenzen
- Glättung des MOAH-Humps
- Transparente und nachvollziehbare Berechnungen
- Geeignet für regulatorisch ausgerichtete Berichterstattung

teplattformen hinweg realisieren. Dies unterstützt methodische Konsistenz und erleichtert die Integration in bestehende Laborumgebungen.

Die Software umfasst das MO Quant Tool, das mehrere Verarbeitungsschritte innerhalb des MOSH/MOAH-Workflows automatisiert, darunter die Basislinienbearbeitung und Fraktionszuordnung. Automatisierte Berechnungen und Fraktionsdefinitionen helfen, Bedienerabhängigkeiten zu reduzieren und eine konsistente Berichterstellung im Routinebetrieb zu unterstützen.

Zur Sicherstellung der quantitativen Leistungsfähigkeit arbeitet die Software mit dem MO Mix Certified Reference Standard, der eine klare strukturelle Trennung relevanter Verbindungsklassen wie mono-, di- und polyzyklischer Anteile ermöglicht. Dies erleichtert eine zuverlässige Identifizierung und Quantifizierung in unterschiedlichen Probenarten.

**A legacy of innovation,
a blueprint for the future.**



40 Years of Restek

From our founding in a former elementary school in 1985 to becoming a global, 100% employee-owned company, we've come a long way in our 40-year history. We're proud of our legacy of innovation, our commitment to close partnerships, and our continual investment in the future. Above all, we're proud of the work we've accomplished with you.

Join the celebrations at [**restek.com/restek40**](https://restek.com/restek40)



FOOD-Lab Fachgespräch
mit **Jochen Brüggemann**,
Geschäftsführender Gesellschafter
H&J Brüggemann KG, Lübeck
zur Bedeutung von KI

Das Gespräch führte Th. F. W. Kützemeier

➤ **Herr Brüggemann, wollen Sie kurz auf die Historie des Unternehmens Brüggemann eingehen?**

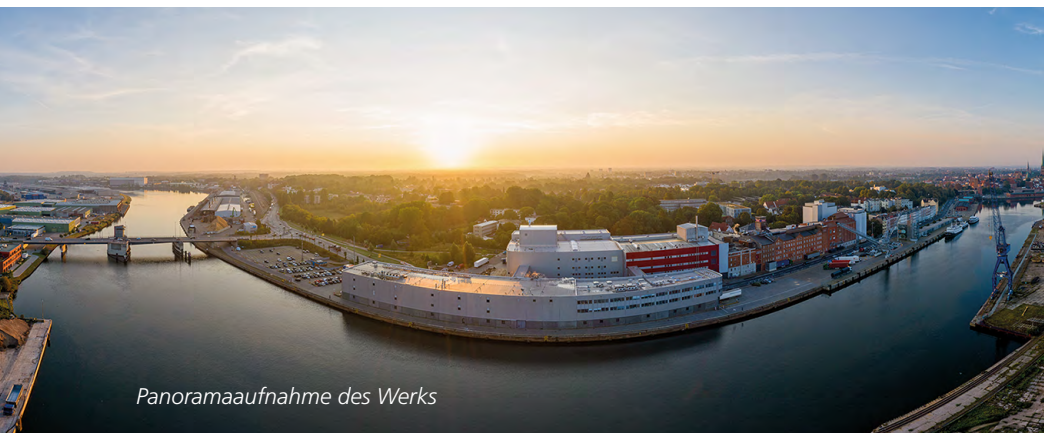
Ja, gerne. Unser Unternehmen wurde vor etwas mehr als 150 Jahren von meinem Urgroßvater gegründet und wir leiten es heute in 4. Generation, gemeinsam mit einem Bruder und einem Cousin. Wir sind ein führender Hersteller unter anderem von Frühstückszerealien und anderen Frühstückserzeugnissen wie Müslis, Haferflocken, Müsliriegel und bedienen natürlich als private label-Anbieter den europäischen Lebensmitteleinzelhandel und darüber hinaus Kunden weltweit. Außerdem

führen wir ein B2B-Geschäft. In diesem Rahmen beliefern wir Weiterverarbeiter. Mit der Molkerei Frischli betreiben wir ein Joint Venture zur Herstellung und Vermarktung eines Haferdrinks. Dies ist eine pflanzliche Alternative, die viele VerbraucherInnen aus Gründen des Tierwohls und aus Geschmacksgründen bevorzugen.

Lassen Sie uns über das zentrale Thema der KI-Fachkonferenz NutritionX von foodRegio in Lübeck am 11./12. Oktober 2025 sprechen. Sie sind der Vorsitzende dieses regionalen Netzwerks und treiben das

Thema an. Wie setzen Sie Künstliche Intelligenz in Ihrem Unternehmen ein und wie bewerten Sie das?

Wie die meisten anderen Unternehmen auch, befinden wir uns hier auf einer Reise. KI ist ein Werkzeug und nicht die „allein selig machende Lösung“. KI kann aber helfen, bessere Entscheidungen zu treffen, und ich versuche meinen Mitarbeitenden klar zu sagen, dass es nicht dazu dient, ihren Arbeitsplatz obsolet zu machen, sondern im Gegenteil dazu beitragen soll, ermüdende Routinearbeiten zu erleichtern. Insofern sehen wir KI schon als strategischen Baustein für die Transformation unseres Unternehmens. Es gibt vielfältige Anwendungsbereiche. Zum Beispiel haben wir im Bereich Produktion oder Technik zahlreiche Anweisungen zum Umbau, für Formatanpassungen oder Reinigung digitalisiert, sodass unsere Mitarbeiter in einem KI-gestützten Assistenzsystem direkt die spezifischen Anweisungen auf dem Display oder Tablet finden. Das sind alles Hilfsmittel, die wir weiter ausbauen wollen in Richtung Technik und Reparaturen, unter anderem mit Blick auf die Frage, welches Kugellager in welche Packmaschine gehört etc. Diese Anwendungen der KI erleichtern den Mitarbeitern das Leben.



Panoramaaufnahme des Werks



Hochregallager

Auch alle Unterlagen des Qualitätswesens kann man mit KI digital aufbereiten, genauso wie alle Rezepturen. Das erleichtert auch dem Verkaufsteam die Arbeit, die bei Bedarf im Gespräch beim Kunden eine bestimmte Rezeptur direkt aus der Cloud aufrufen und Vorschläge für kundenspezifische Anpassungen entwickeln und simulieren können. Wir erhoffen uns davon auch weniger Komplexität. Doppelanwendungen werden vermieden und es entsteht mehr Klarheit.

In unseren Tageszeitungen wird darauf hingewiesen, dass KI ohnehin den Menschen, besonders im Handwerk nicht ersetzen kann und wird. So verstehe ich auch Sie: ein Stempel- oder Formatwechsel erfolgt zwar mit Hilfe spezieller digitaler Vorschriften, aber immer noch durch eine menschliche Arbeitskraft; die Arbeitsvorschriften werden im Display an der Maschine hinterlegt?

Das kann an der Maschine oder in einem Tablet erfolgen. Das muss man so zur Verfügung stellen, wie die Mitarbeitenden das optimal nutzen können.

Sie beschäftigen knapp 2000 Mitarbeitende in drei Werken. Gibt es

nach Ihrer Erfahrung eine Mindestgröße, ab der man KI sinnvoll einsetzen kann, oder ist KI auch für kleinere Unternehmen geeignet?

Ich glaube, es macht auch für Kleinunternehmen Sinn. Es gibt bereits viele fertige Lösungen am Markt, die KI beinhalten, die auch für kleine Unternehmen hilfreich und sinnvoll sind.

Haben Sie Erfahrungen bezüglich der Kosten für die KI pro Umsatzanteil, die man aufwenden muss?

Nein, ich glaube es gibt da keine feste Größe. Es gibt Unternehmen, die das entschlossen vorantreiben und genauso andere, die etwas zögerlicher und vorsichtiger zu Werke gehen und etwas niedrigere Kosten realisieren. Im Idealfall soll sich KI natürlich möglichst schnell amortisieren, zum Beispiel auch dadurch, dass Mitarbeitende durch KI Zeit bei Routinearbeiten einsparen und dadurch andere Arbeiten übernehmen können.

Haben Sie Erfahrungen in Ihren Werken gesammelt, inwieweit solche KI-Anwendungen Einsparungen oder mehr Daten- oder Betriebssicherheit im QS ermöglichen?

Im Bereich Qualitätssicherung kann man sehr viel erreichen, auch im Bereich Planungsprozesse, zum Beispiel bei der Absatzplanung, auch in der Produktionsplanung. Dabei kommen Ergebnisse zustande, die oftmals besser sind im Vergleich zu „händisch“ geplanten Prozessen. Ich glaube aber trotz aller Vorteile nicht, dass KI menschliche Arbeit grundlegend verändert.

Es scheint unterschiedliche Ebenen zu geben, von wo man startet. Im militärischen Bereich scheinen Risiken zu existieren, wie Datensicherheit oder Verselbständigung von Prozessen.

Wichtig ist natürlich immer für den Unternehmer, die Datensicherheit eigener Daten zu gewährleisten. Zum Beispiel möchten wir natürlich nicht, dass Wettbewerber unsere Reinigungsanweisungen oder gar Rezepturen mitlesen. Es gibt vielfältige vertrauliche Daten, Stichwort „Cybersecurity“, die vertraulich bleiben müssen. Ferner brauchen wir den Menschen auch, um Plausibilitätsprüfungen vorzunehmen.

Viele Unternehmen machen sich Gedanken über Cybersecurity. Wenn

die Cloud zum Beispiel in den USA liegt, könnten theoretisch amerikanische Behörden oder Unternehmen Einsicht nehmen. Das könnte unangenehme Folgen für die FDA-Zulassung und damit den Marktzugang haben oder meinetwegen das Auspionieren von Rezepturen durch Wettbewerbsunternehmen. Wie sorgen Sie für Sicherheit für Ihr Unternehmen?

Es ist ganz klar, dass wir mit in Europa verorteten clouds arbeiten. Es gibt auch interne Sicherheitsbereiche in der IT, mit denen garantiert ist, dass wir die KI nicht mit eigenen Daten weiter trainieren. Dafür haben wir eigene Lösungen. Das setzt natürlich umfangreiche Schulungen der Mitarbeitenden voraus, damit hier ein Bewusstsein für das Risiko geschaffen wird.

Haben Sie während der foodRegio NewtritionX einen Eindruck gewonnen, wie andere Unternehmen mit dem Thema Sicherheit umgehen?

Für mich ergab sich ein heterogenes Bild. Einige Unternehmen sind schon sehr weit und unternehmen spannende Dinge. Einige sind aber erst am Anfang und kommen vielleicht auch deswegen zu solchen Veranstaltungen, um inspiriert zu werden. Auch bei uns wurde KI nicht in allen Abteilungen durchgehend von Anfang an

eingesetzt. Das ist ein Prozess, der sich entwickelt.

Auf Ihrer Tagung waren viele junge UnternehmensvertreterInnen, aber auch viele junge WissenschaftlerInnen. Wie erklären Sie sich das?

Unternehmen „entsenden“ ihre Mitarbeitenden nicht mehr so, wie das früher oft war, sondern die Initiative geht meist von den jungen Menschen aus. Außerdem hatten wir den Schwerpunkt auf Produktentwicklung und Qualitätswesen gelegt; da ist sicherlich der weibliche Anteil höher. In Lübeck haben wir ferner einen guten Austausch zwischen Hochschulen und Wirtschaft. Dieser Transfer ist sehr wichtig. foodRegio ist ein Ernährungs-cluster und wir nutzen es unter anderem für die Netzwerkarbeit.

In der Tat nehmen heute Webinare immer mehr zu. Ich beobachte, dass Anbieter anderer Präsenzveranstaltungen doch häufiger stornieren müssen wegen Teilnehmermangel. Insofern muss man feststellen, dass Ihre Präsenzveranstaltung am 12. Oktober mit über 120 Teilnehmern überdurchschnittlich erfolgreich war und sich auf hohem technischen Niveau bewegt, auch im Hinblick auf Entscheider-Beteiligung aus anderen Bundesländern bis hin zu anderen Staaten.

Vielen Dank! Wir wollen dieses bewährte Konzept gerne fortsetzen. Man muss ganz ehrlich sagen, dass natürlich Videokonferenzen hilfreich sind und Reisekosten sparen. Jedoch ersetzen sie nicht den persönlichen Kontakt und bieten nicht im selben Maße die Möglichkeit zur Vernetzung. Hier gibt es einen konkreten Bedarf, sich auch einmal „off the records“ auszutauschen, neue Menschen kennen zu lernen und konkrete Themen anzusprechen. Ich habe daher das Gefühl, wir bieten hier einen echten Mehrwert. Man darf auch nicht übersehen, dass unser Cluster ausschließlich durch Unternehmen gegründet wurde. Das unterscheidet uns von vielen anderen Clustern. Wir haben viele gemeinsame Themen. Im Norden von Deutschland, namentlich in Schleswig-Holstein gibt es eine starke Ernährungsindustrie. Viele Prozesse sind vergleichbar: wir mahlen, trocknen, backen, rösten, kühlen, zerkleinern oder kleben zusammen...es sind immer ähnliche Prozesse; wir gehen zu denselben Kunden, daher haben wir auch in der Logistik gleiche Ziele, wir benötigen die gleichen Mitarbeitenden mit ähnlichen Qualifikationen. Nicht jedes Unternehmen benötigt hier individuelle Lösungen, man kann Dinge bündeln und erleichtern. Im Netzwerk sind wir ferner in der Regel nicht im wettbewerblichen Umfeld.

Wie sehen Sie die Zukunftsperspektive für das Thema KI?

Im nächsten Jahr 2026 gibt es uns als Cluster bereits 20 Jahre. Aus diesem Anlass werden wir nächstes Jahr sicher wieder Veranstaltungen anbieten, sicherlich auch einen KI-Tag. Dieses Jahr haben wir uns fokussiert auf Produktentwicklung und QS. Es gibt aber noch sehr viele andere Gebiete, die für die Unternehmen von Interesse sind, zum Beispiel „Predictive Maintenance“, die den Mitgliedsunternehmen von foodRegio vielfältige Einsatzmöglichkeiten für KI bieten.

In der Tat gibt es heute schon viele Remote-Lösungen. Gibt es da Erfahrungen bei Ihnen?

Das läuft vorrangig über die Anlagensteuerungen. Wichtig ist die Vorhersage von Störungen, solange sie noch gar nicht auftreten. Das ist entscheidend, um die Effizienz und Planungssicherheit in unseren Werken weiter zu steigern.

Vielen Dank!



Müslistraße

Dr. Mattis Hartwig gründete während seines Studiums im Bereich Wirtschaftsinformatik zusammen mit Felix Hamann die singularIT GmbH, eine Softwareschmiede mit Sitz in Leipzig und Lübeck. Um internationale und strategische Erfahrung zu sammeln, arbeitete er zwischendurch 4,5 Jahre bei einer großen Strategieberatung. Nach seiner Dissertation an der Universität Lübeck im Bereich Künstliche Intelligenz stieg er wieder bei der singularIT ein. Heute ist er neben seiner Tätigkeit als Geschäftsführer noch als Senior Researcher beim Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) aktiv.

Mit einem jungen Team von 60+ Mitarbeitenden hat das erfolgreiche Unternehmen singularIT seit 2016 über 400 Projekte in den Bereichen Data Science und KI, Web-, Cloud- und App-Entwicklung sowie UX/UI Design realisiert. singularIT nutzt Partnerschaften mit Universitäten, um im dynamischen Feld von Data Science und KI up-to-date zu bleiben. Durch die Fusion von Wissenschaft und Praxis erzielt das rasch wachsende Unternehmen bahnbrechende Fortschritte. Dr. Mattis Hartwig gehörte mit zu den Vortragenden der NEWTRITION X Konferenz, die am 11. November in Lübeck von foodRegio veranstaltet wurde.

Wie kamen Sie auf die Idee, die singularIT zu gründen, was war der Hintergrund?

Wir wollen mit digitalen Technologien Prozesse effizienter machen. Das ist die Hauptthematik. Früher wurden Briefe mit dem Pferd transportiert und dadurch nur wenige Briefe geschafft. Heute ist man mit E-Mail um Größenordnungen schneller. Solche Arten von Effizienzgewinnen gibt es überall. Als Dienstleister, der sich unter anderem auf den Bereich Data Science und KI spezialisiert hat, suchen wir gezielt solche Effizienzpotenziale und realisieren diese gemeinsam mit unseren Klienten und Klientinnen.

Sie sind horizontal aufgestellt, also branchenübergreifend. Welche Anwendungen können Sie sich für die Food-Branche vorstellen?

Auch der Food-Bereich hat viele Querschnittsthemen; der Einkauf beispielsweise funktioniert nicht fundamental anders als in anderen Branchen. Wir bedienen also ähnliche Anwendungsfälle für unterschiedliche Branchen. Zwei konkrete Beispiele sind Analysen von Marktdaten wie Produktzutaten für die Vertriebssteuerung und die Anwendung



FOOD-Lab Fachgespräch mit Dr. Mattis Hartwig, singularIT, Lübeck, über KI zur Effizienzsteigerung in der Food-Wirtschaft

Das Gespräch führte Th. F. W. Kützemeier

von Bildverarbeitung in der Produktion für das Qualitätsmanagement. Sehr spannend ist auch die Produktentwicklung. Die zentralen Fragen sind dort: wie kombiniere ich Zutaten zu neuen Produkten? Wie ersetze ich bestimmte Inhaltsstoffe? Wie begegne ich Trends wie „vegan“ oder „gesunde Ernährung“, „alternative Proteine“ etc.?

Idealerweise möchte man Rezepturen zusammenstellen, sodass bestimmte Eigenschaften im Endprodukt hervortreten. In diesen Prozessen steckt implizites Wissen, das man automatisieren und zugänglich machen kann.

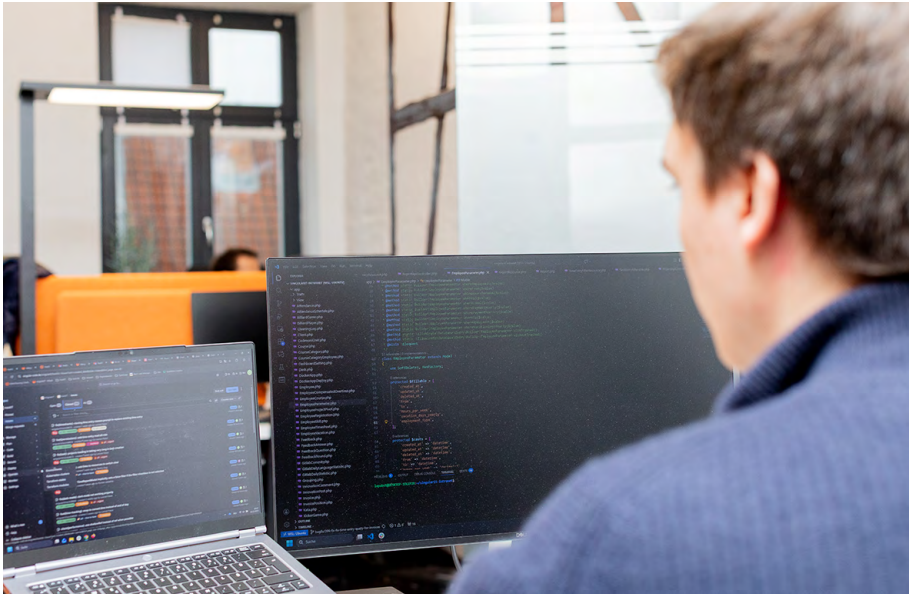
KI kann doch nur dann helfen, wenn sie Wissen besitzt. Wie kommt das Wissen in die KI, also in Ihre Software?

Oft durch ganz viele Trainingsdaten. Nehmen wir ein Beispiel aus der Chemie-Branche, wo wir ein Rezeptur-Projekt aufgesetzt haben: da geht es darum, dass man mit bestimmten Arten von Lösungsmitteln bestimmte Eigenschaften hervorrufen will. Wir haben ein Modell trainiert auf der Basis von 1,5 Mio. chemischen Reaktionen und dann nochmal „ein Fine-Tuning“ auf bestimmten Lösungsmitteln realisiert. Dadurch schrumpft diese große Zahl erheblich. Wir haben also ein Modell, das grundlegende Eigenschaften chemischer

Reaktionen versteht und dann nochmal spezifisch auf Lösungsmittelleigenschaften trainiert wird. Dieses System wird dann genutzt, um auf Basis der Inhaltsstoffe neue Kandidaten für Lösungsmittel zu erhalten. Genauso lässt sich das auf den Food-Bereich übertragen. Wenn bereits viele Rezepturen in einem Unternehmen bestehen, dann steckt ein immenses Wissen aus zahlreichen Produkten, aber auch Ingenieurswissen, in diesen Rezepturen. Es ist also unter anderem bekannt, welche Zutaten gut funktionieren und welche Eigenschaften bei welchen Zutaten resultieren. Auf dieser Basis kann ich Modelle, auch Vorhersage-Modelle genannt, trainieren.

Wenn ich im Bereich F&E in einem Food-Unternehmen arbeite, muss ich mir Sorgen um meinen Arbeitsplatz machen?

Nein, ich glaube ganz im Gegenteil. Man hat mit intelligenten Systemen viel mehr Möglichkeiten, Produktentwicklung zu betreiben. Bei der NEWTRITION X Tagung wurde zum Beispiel noch unterschieden zwischen Produktentwicklung und Qualitätsmanagement. Mit geeigneten Vorhersagemodellen wird man in der Produktentwicklung viel schneller und die Zahl der Produktzyklen wächst



rasant. Die physischen Tests neuer Produkte im Labor dauern ohne die Modelle viel länger und die Unsicherheit ist relativ groß. Mithilfe der Modelle wird die Voraussagesicherheit steigen bezüglich erwünschter Eigenschaften und der Zeitbedarf für jede individuelle Entwicklung sinkt. Dadurch könnte die Zahl der Flops der Markteinführung sinken bzw. ich könnte potenzielle Flops viel schneller erkennen. Als F&E-Leitung würde ich diese Entwicklung als sehr positiv bewerten.

Sie haben vorhin von der Trennung zwischen Produktentwicklung und Qualität während der Tagung gesprochen. Eigentlich müsste man das zusammenführen. Der große Traum ist natürlich das vollends integrierte System, das alles managed. Aber das ist vermutlich nicht bezahlbar.

Wir haben es mit einem archetypischen Problem zu tun. Wenn Sie auf längere Sicht ein Qualitätsproblem mit einem Produkt haben, stellen Sie bisher einen neuen Produktentwicklungszyklus auf, der erneut viel Zeit verschlingt. In der Informatik gibt es Reinforcement-Learning-Strategien, mit denen man das Feedback direkt zur Anpassung der Strategie einsetzt. Am Ende will man doch ein hochqualitatives Produkt, das die Konsumenten zufrieden macht. Dazu eine Analogie: warum sind Schachcomputer so gut? Weil sie eine Vielzahl von Partien spielen und sozusagen „in silico“ neue Beobachtungen und somit neue Trainingsdaten generieren. „In silico“ beschreibt eine wissenschaftliche Methode, bei der biologische oder medizinische Prozesse durch Computersimulationen untersucht werden, anstatt an lebenden Organismen (in

vivo) oder außerhalb von ihnen (in vitro). Der Begriff leitet sich von „in silicio“ (in Silicium) ab, da Computerchips aus Silizium hergestellt werden. Diese Methode wird in Bereichen wie der Medikamentenentwicklung, der personalisierten Medizin und der Erforschung komplexer Systeme eingesetzt (d. Red.).

Ein Joghurttester kann nicht unendlich viele Joghurts testen. Je mehr ich es schaffe, von dem Feedback wieder in den Prozess einzuschleusen, desto schneller wird der Zyklus.

Wie wird man als potenzieller Kunde auf Sie aufmerksam?

Ganz unterschiedlich. Man trifft sich auf Veranstaltungen, beim Networking, manchmal



kommen Unternehmen auch einfach auf uns zu. Das Chemie-Projekt ist 1:1 auf die Food-Industrie übertragbar, das gilt auch für Vertriebsprozesse in der Pharma- und/oder Food-Wirtschaft. Wir versuchen immer in die interdisziplinäre Zusammenarbeit zu gehen. Wir sind ja keine Food-Experten, sondern wir sind Informatiker mit einer tiefgreifenden Methodik-Expertise.

Stichwort Cybersecurity. Wie stellen Sie sicher, dass die Lagerung von Daten nicht zu Missbrauch oder Datendiebstahl oder anderen unerwünschten Konsequenzen führt?

Mit unseren Klienten und Klientinnen besprechen wir immer die gesamte Architektur im Sinne ihrer Richtlinien oder Anforderungen. Es gibt eine Vielzahl von Anwendungsfällen, wo die Klienten und Klientinnen sagen: „Alles kein Problem – es geht um völlig unsensible Daten, die ohne Bedenken bei Microsoft oder Open AI landen können.“ Aber es gibt natürlich auch Anwendungsfälle, wo es um sehr sensible Daten geht. Da kann man das absichern, indem man zum Beispiel amerikanische Produkte, jedoch Rechenzentren in Europa nutzt, wenn es um den Datenspeicherort geht. Viele unserer Klienten und Klientinnen verfügen auch über lokale Infrastruktur. Darauf kann man gut entwickeln. Inzwischen gibt es auch Sprachmodelle, die sich auch auf lokale Rechner aufspielen lassen. Es muss nicht immer ChatGPT sein. Für jeden Anwendungsfall gibt es eine passende Lösung.

Gibt es für Unternehmen eine Mindestgröße für den Einsatz von KI-Anwendungen?

Die Kernfrage ist, was liefert KI? Jedes Unternehmen sollte sich über Effizienzthemen Gedanken und die Kosten nicht außer Acht lassen. Wenn der Kiosk um die Ecke eine KI-gestützte Vorhersage für den Absatz von Lakritzschnecken nutzen möchte, lohnt sich die Investition wahrscheinlich nicht, da die Entwicklungskosten wohl kaum amortisiert werden. Je kleiner ein Unternehmen und je unwichtiger die Prozesse, desto schwieriger ist die Amortisierung. Aber auch für kleine Unternehmen kann es Anwendungsfälle geben, die sich lohnen.

Gibt es eigentlich Garantien für die Funktionsfähigkeit intelligenter Systeme?

Bei klar umrissenen Aufgaben mit eindeutig definiertem Input und entsprechendem Output können durch sorgfältige Tests und Doku-

mentation aussagekräftige, garantieähnliche Einschätzungen getroffen werden. Je unspezifischer die Aufgabe, desto schwieriger wird eine klare Formalisierung. Wenn ein Chatbot gefragt wird, ob der Joghurt nun besser schmeckt, ist das recht unspezifisch und eine einzelne korrekte Antwort kann nicht formalisiert werden.

Gibt es ein in silico-System, das in der Lage ist, zum Beispiel die Geschmäcker und Gerüche digital zu erkennen und zu verarbeiten?

Die Frage, welche ursprünglich biologischen Fähigkeiten durch ein Computersystem und entsprechende Sensoren erbracht werden können verschiebt sich ständig. Ich würde es nicht ausschließen. Ich wäre sehr vorsichtig mit der Behauptung, dass ein Computer dazu zukünftig niemals in der Lage sein wird. Sicherlich gibt es biologische Sensoren, die feinfühler sind als maschinelle Sensoren. Auch in der Robotik sind wir weit von der Feinfühlerkeit biologischer Systeme entfernt, zum Beispiel beim Tastsinn.

Stichwort Schnittstellen. Sie werden Ihre Systeme sicherlich so aufsetzen, dass sie sich nahtlos in eine SAP-Umgebung integrieren lassen?

In der Informatik versucht man Probleme modular anzugehen. Wir bauen nicht auf der „Grünen Wiese“ auf, sondern fast immer auf bestehenden Strukturen. Ein System, das alles umfassend löst, kenne ich nicht. Nehmen Sie den Vertrieboptimierungs-Gedanken: ich habe z. B. ein ERP-System, verfüge auch über weitere interessante Datenquellen, oder ich möchte Analysen fahren. Welche meiner Geschäftskunden verhalten sich anormal, welche drohen abzuspringen, vielleicht haben meine bisherigen Systeme keine perfekte Lösung hierfür...dann kümmert man sich um eine gute Schnittstelle. Für eine bestimmte Problemstellung ziehen wir Daten heran, bereiten diese auf, entwickeln ein entsprechendes Vorhersagemodell und spielen diese Daten dann wieder zurück ins System. Das ist das typische Verfahren, wie man in einer bestehenden Systemlandschaft optimiert. Wir versuchen offen zu entwickeln, sodass der Klient oder die Klientin die Daten und Systeme weiterverwenden kann. Ich bin kein Freund davon, Unternehmen in künstliche Abhängigkeiten zu manövrieren. Wir versuchen stets gut zu dokumentieren und Schnittstellen offen zu entwickeln, sodass unsere Klienten und Klientinnen jederzeit sagen können, dass sie die Zusammenarbeit mit uns zugunsten eines anderen Anbieters beenden. Wir wollen

niemanden durch geschlossene Architekturen binden, sondern durch gute Leistung überzeugen. In der Historie kann man erkennen, dass frühere Anbieter wesentlich restriktiver waren. Diese Modularität ist sehr wichtig und das empfehle ich auch allen Klienten und Klientinnen, damit kontinuierlich Verbesserungen möglich sind. Im Softwarebereich sehe ich da viel Umdenken. Viele der modernen Produkte lassen mittlerweile Schnittstellen für Datenimport und -export zu. In Zeiten der proprietären Systeme, wo man Software noch auf dem Desktop installierte, war das nicht so.

Was ist Ihr Alleinstellungsmerkmal? Was ist der Unterschied zum Wettbewerb?

In komplexen Dienstleistungssetups ist das zuweilen schwierig herauszustellen. Eins unserer USPs ist ganz klar die Kombination aus klassischer Software-Entwicklung und extrem gutem Know-how im Bereich KI und Data-Science. Es gibt andere Unternehmen, die auf KI spezialisiert sind, aber am Ende muss ja das lernende Modell in bestehende Geschäftsprozesse integriert werden. Dort tut man sich unter Umständen schwer, das ordentlich zu implementieren, sodass es täglich zuverlässig funktioniert und mit anderen Bestandteilen problemlos interagiert. Andere stecken vielleicht methodisch nicht so tief drin, weil es sich bei der KI-Entwicklung um einen dynamischen Prozess handelt. Ein extrem wichtiger Faktor ist: bekomme ich gute Mitarbeitende? Der Bewerbungs- und Einstellungsprozess ist ein zentraler Prozess für uns in den wir sehr viel investieren. Gute Softwareentwicklung ist schwierig und deshalb ist es wichtig, die richtigen Leute für sich zu gewinnen. Wir kooperieren gezielt mit

Universitäten und erhalten jedes Jahr einige tausend Bewerbungen auf unsere Stellen.

Warum sollte die Lebensmittelindustrie Sie beauftragen?

Wir sind ein guter Partner, um Projekte end-to-end zu betreuen. Wir sind immer an spannenden Problemstellungen und interessanten Anwendungsfällen interessiert. Es braucht den strategischen Blick, um zu identifizieren, mit welchen Anwendungen man sich beschäftigen sollte. Es geht nicht darum, irgendetwas mit KI zu machen, sondern man braucht eine klare Aufgabenstellung und einen klugen Ansatz, der strategisch begründet ist. Wir wollen aber nicht bei der Beratung stehen bleiben, sondern auch in die Umsetzung gehen. Gute individuelle Lösungen bieten die Möglichkeit sich vom Wettbewerb abzuheben. Das können wir anbieten.

Wo sehen Sie Ihr Unternehmen in 10 Jahren? Es geht um Nachhaltigkeit. Ich möchte doch mit einem Unternehmen arbeiten, bei dem ich sicher sein kann, dass es in ein paar Jahren auch noch besteht und ich mich auf weiteren Support verlassen kann.

Wir sind sehr bodenständig. Bei uns steht die Lösung von Problemen im Mittelpunkt. Unsere Historie zeigt: seit knapp 10 Jahren können wir viele kompetente Mitarbeitende für uns gewinnen und komplexe Probleme lösen. Das werden wir auch in Zukunft verfolgen. Wir fokussieren uns auf Qualität und wachsen mittelfristig aufgrund unserer Leistungen. Die Start-up-Phase haben wir mittlerweile hinter uns gelassen und sind sehr zuversichtlich.

Danke sehr.



KI in der Lebensmittel Qualitätssicherung



Autor: **Dr. Matthias Brunner**, Geschäftsführer tsenso GmbH, www.freshindex.eu

Kl birgt zweifellos großes Potential. Doch wie und wo soll man anfangen? Mit dieser Frage beschäftigen sich derzeit zahlreiche Unternehmen, denn die Liste der offenen Herausforderungen ist lang: unklare Kosten, mangelnde Datenverfügbarkeit, fehlende Standardisierung, regulatorische und rechtliche Anforderungen, Cybersecurity und Datenschutz.

Der Bereich der Qualitätssicherung scheint uns für KI-Anwendungen optimal. Viel der in diesem Bereich auftretenden Aufgaben erfüllen die Grundvoraussetzung für eine Teilautomatisierung: sie sind klar spezifiziert, objektiviert und repetitiv. Dank bestehender Dokumentationspflichten haben sich vielleicht auch über die Jahre schon einige Datensätze gebildet.

Dennoch steht eine KI-Implementierung auch im Bereich der Qualitätssicherung vor mehreren Herausforderungen. Möglicherweise bestehende Datensätze wurden zu Dokumentationszwecken erhoben. Sollte z.B. ein Schaden per Foto dokumentiert werden, war die Anforderung an das Dokumentationsbild, dass der Schaden auf diesem deutlich erkennbar ist. Für eine systematische Datenauswertung fehlt nun eine standardisierte Bilderhebung, die Farb- und Größenkalibrierung des Bildes. Allerdings wird die Performance eines KI-Modells bereits durch einen geringen Anteil schlechter Trainingsdaten stark beeinträchtigt. Bestehende, scheinbar große Datensätze mit vielen Tausend Einträgen reduzieren sich daher für das Training auf wenige hundert nutzbare Datenpunkte.

Zwei weitere wichtige Herausforderungen sind die Akzeptanz der KI-Lösung im eigenen Unternehmen, sowie bei den Geschäftspartnern, was oft mit einer rechtlichen Gültigkeit der Aussagen einhergeht. Diese Akzeptanz wird deutlich erhöht, wenn gezeigt werden kann, dass die Lösung für alle Beteiligten einen Gewinn darstellt: sie unterstützt den Menschen bei seiner jeweiligen Arbeit.

Assistenzsysteme als Zwischenschritt

Daher fokussieren wir bei der tsenso GmbH uns derzeit auf die Erstellung und Anpassung von KI gestützten Assistenzsystemen als Vorstufe der automatisierten Entscheidung. Assistenzsysteme bergen bei der Inbetriebnahme weniger Risiken – auch im rechtlichen Sinne –, da der Mensch weiterhin als Entscheidungsträger fungiert. Zudem werden sie besser angenommen. Insbesondere im Falle von agentischer KI bringt der Mensch, der „Human in the Loop“, einen signifikanten Mehrwert, da er durch die Korrektur falscher KI-Aussagen entscheidend zur Verbesserung des Systems beiträgt.

Bei der Entwicklung und Inbetriebnahme einer KI-Lösung gelten die gleichen best-practices wie auch bei der Digitalisierung. Es ist von Vorteil, kosteneffizient mit einem kleinen Pilotprojekt zu starten und dieses iterativ auszubauen. Im Gegensatz zu reinen Softwareprojekten lassen sich KI-Lösungen selten auf einen Geschäftsbereich begrenzen. Sie erfordern Mitarbeit aus mehreren angrenzenden Bereichen. Daher ist oft die direkte Einbindung der Top-Management-Ebene in die Projekte erforderlich.

Für die Entwicklungsarbeit ist es sehr hilfreich, wenn frühzeitig eine Zieldefinition mit ausformulierten Use-Cases (inklusive realer Testdaten), sowie der Anforderungen und Bedenken aus den Bereichen Legal und Compliance vorliegen. Fast genauso wichtig für die spätere Akzeptanz ist es, festzuhalten, was die Lösung in der jeweiligen Version nicht machen oder können soll. Beispielsweise soll das System kein Ergebnis ausgeben, wenn die Sicherheit der Genauigkeit des Ergebnisses unter einer bestimmten Konfidenzgrenze liegt.

Im Folgenden werden drei Lösungsbeispiele für verschiedene Assistenzsysteme aus dem Bereich der Qualitätssicherung von Obst und Gemüse vorgestellt.

Lösungsbeispiele

Warenannahmeprüfung für Äpfel

Die Qualitätseigenschaften von Äpfeln, die an Endverbraucher verkauft werden, sind in Europa in einer speziellen Vermarktungsnorm verbindlich vorgeschrieben. Jeder Teilnehmer entlang der Lieferkette ist dafür verantwortlich, die Normkonformität der Ware in seinem Verantwortungsbereich sicherzustellen. Dazu sind repräsentative Stichproben der Ware zu prüfen. Diese Aufgabe wird heute von ausgebildeten Experten durchgeführt. Eine KI-Lösung soll die Arbeit dieser Experten unterstützen.

Lippert Toolbox

Mit der Lippert Toolbox steht erstmals ein KI-Assistenzsystem zur Verfügung, das eine automatische Qualitätsbeurteilung für das gesamte Obst- und Gemüsesorti-

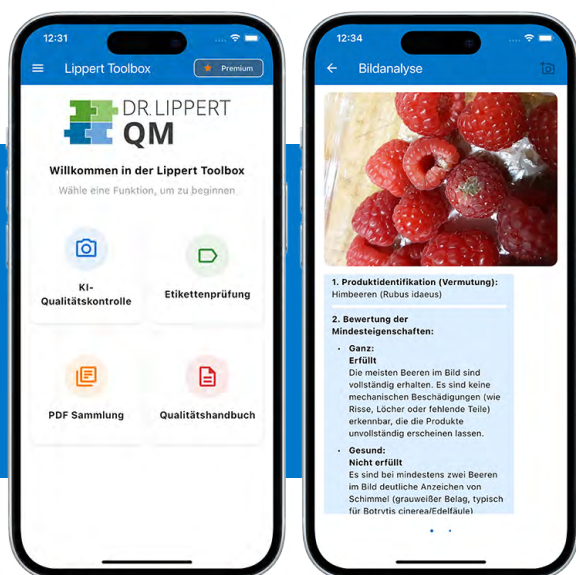


Abbildung 1: (links) Screenshots der Lippert Toolbox App für die KI unterstützte Bild- und Etikettenprüfung, (rechts) Screenshot eines Beispielberichts einer Qualitätsbewertung von Himbeeren mit vereinzelt Schimmelflecken.

ment ermöglicht. Die App wurde speziell für die Anforderungen der Warenannahme und Qualitätssicherung entwickelt und erkennt eine Vielzahl typischer Mängel wie Fäulnis, Druckstellen, Schalenfehler, Beschädigungen und weitere qualitative Abweichungen. Nutzer fotografieren dazu einfach die zu prüfende Ware, und innerhalb weniger Sekunden liefert die KI eine objektive Bewertung und setzt diese in Bezug zu den geltenden europäischen Vermarktungsnormen. Damit entsteht ein sofort einsetzbares Werkzeug, das Routineprüfungen deutlich beschleunigt und messbar konsistenter macht.

Von Äpfeln über Zitrusfrüchte bis hin zu Beeren, Trauben, Tomaten oder Salaten lässt sich die App dank der KI für alle Warengruppen einsetzen. Dieser universelle Ansatz ist im Markt bislang einma-

lig, da viele KI-Projekte an der begrenzten Datengrundlage einzelner Sorten oder Warengruppen scheitern. Die Lippert Toolbox zeigt, dass eine praxistaugliche und für eine Markteinführung notwendige Sortimentsbreite möglich ist.

Die Ergebnisse der Analyse werden verständlich strukturiert und können als PDF-Bericht exportiert oder direkt mit Lieferanten und Kunden geteilt werden. Dadurch entsteht ein transparenter, nachvollziehbarer Prüfprozess, der sowohl intern als auch in der Lieferkette eine höhere Vergleichbarkeit schafft.

Die Lippert Toolbox versteht sich als Assistenzsystem, das den ausgebildeten Inspektor unterstützt. Sie liefert schnelle Vorbewertungen, schafft Objektivität und entlastet qualifiziertes Personal bei repetitiven Aufgaben – ein wichtiger Faktor in

Zeiten hoher Warenumschnitte und wachsender Dokumentationspflichten. Eine kostenlose Testversion der App steht im Apple App Store und Google Play Store zur Verfügung und ermöglicht Unternehmen einen unkomplizierten Einstieg in die KI-gestützte Qualitätssicherung.

newQC

Der Ansatz der newQC Lösung geht darauf aufbauen einen Schritt weiter und kombiniert die Dokumentation der Prüfschritte mit einer integrierten KI-Unterstützung. Auch hier muss weiterhin ein ausgebildeter Qualitätsexperte die rechtlich verbindliche Entscheidung über die Annahme der Ware treffen. Sein Expertenwissen ist aber in der täglichen Realität oft nur ein wenigen kritischen Fällen erforderlich. Ein Großteil der Anlieferungen ist entweder tadellos oder offensichtlich fehlerhaft.

Die Idee der newQC Lösung ist es eine halb-automatisierte Vorprüfung bereitzustellen, die auch ungelerten Kräften durchgeführt werden kann. Die Lösung sollte zuverlässig gute und schlechte Ware trennen können, darf aber im Grenzbereich, oder bei fehlender Modellgenauigkeit keine Empfehlung ausgeben, sondern soll hier an ein ausgebildeten Qualitätsexperten verweisen. Der Vorteil einer derartigen Vorprüfung ist nicht nur, dass die Experten deutlich entlastet werden. Die Qualitätsprüfung kann unter anderem auch schon in das Ursprungsland vorgezogen werden, sodass vor Ort noch gegengesteuert werden kann und nur Ware, die voraussichtlich die Qualitätseigenschaften erfüllt versendet wird.

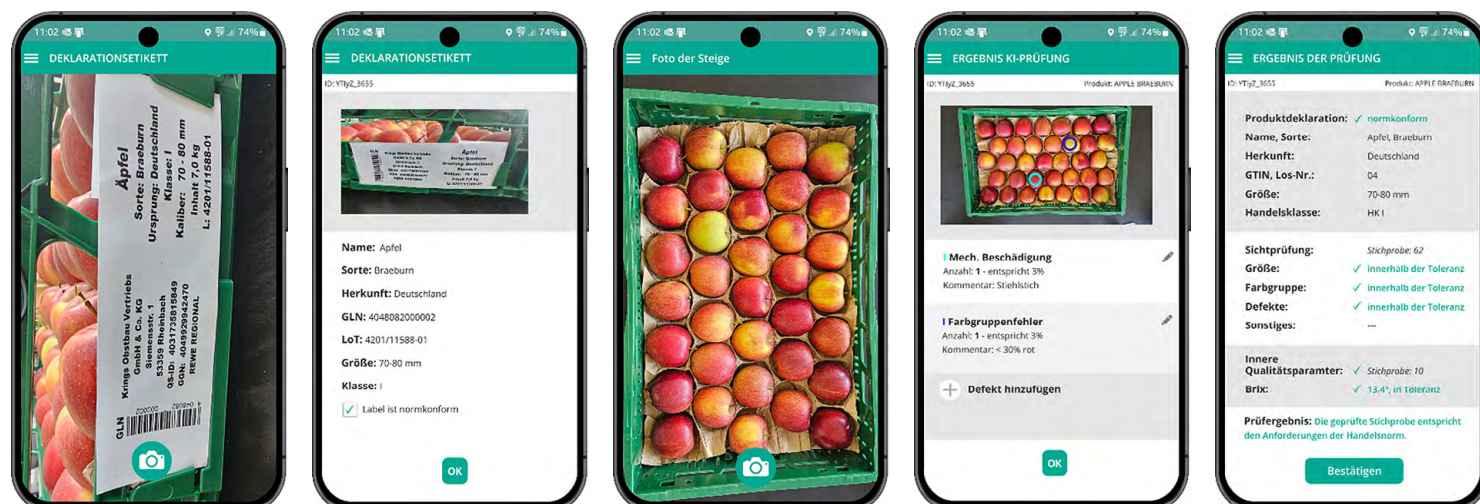


Abbildung 2: Screenshots der newQC App für halbautomatische KI-unterstützte Qualitätskontrolle, (von links nach rechts): 1. Aufnahme des Produktetiketts, 2. Ergebnisse der OCR, 3. Bild der Ware, 4. Ergebnisse der KI Schadstellenerkennung, 5. Ergebnis der newQC Vorprüfung

Der ungelernte Benutzer führt die Qualitätsinspektion unter Anleitung des Systems durch. Jeder Schritt des Nutzers muss dabei dokumentiert und nachvollziehbar sein. Die Dokumentation erfolgt überwiegend über Fotos: aus welcher Palette der Anlieferung wurden wie viele Proben gezogen, von welcher Packung wurde ein Detailfoto eines Defekts gemacht.

Dabei werden sukzessive die einzelnen Aspekte der Vermarktungsnorm abgeprüft: ist das Deklarationsetikett vollständig? Stimmen die auf dem Etikett angegebenen Details wie Sorte, Größe und Handelsklasse mit der Ware überein? Sind Defekte sichtbar und wenn ja, welcher Art sind diese?

Nur in wenigen Bereichen, wie der Bestimmung der Festigkeit oder Süße ist der Einsatz zusätzlicher Geräte erforderlich, siehe nächster Abschnitt. Die Bewertung eines möglichen fremdartigen oder unangenehmen Geruchs hingegen wird durch den ungelernten User subjektiv durchgeführt. Das Ergebnis der Prüfung ist eine Konfidenzwert für die Konformität der inspezierten Ware mit den genannten Anforderungen. Dieser Konfidenzwert wird in eine leicht verständliche Aussage übersetzt: konform, manuell nachzuprüfen oder abzulehnen.

Nicht-zerstörende Bestimmung der Süße von Äpfeln

Neben der optischen Sichtprüfung gibt es im Bereich der Qualitätssicherung jedoch

auch zahlreiche Anwendungen, in denen nicht sichtbare, innere Eigenschaften der Ware von Bedeutung sind, wie der Stärkegehalt von Kartoffeln, der Saftgehalt von Mandarinen oder wie in diesem Beispiel der Zuckergehalt von Äpfeln.

Oft ist eine Alternative zu teuren und zerstörerischen Labormessungen für den direkten Einsatz während der Qualitätsprüfung wünschenswert. Da diese Parameter nicht mit dem Aussehen der Produkte verknüpft sind, ist eine rein visuelle Erfassung der Parameter nicht möglich. Mithilfe spektral hochauflösender Messgeräte und einer ergänzenden KI-Auswertung können jedoch für viele Qualitätsparameter, wie z.B.: Süße, Festigkeit, Saft- Fett- oder Stärkegehalt, aber auch Reife und Haltbarkeit, indirekte Schnellprüfungen entwickelt werden, die zumindest eine Einstufung der Ware als „konform“ oder „nicht-konform“ zur gegebenen Spezifikation ermöglichen. Das VNT Handspektrometer der tsenso GmbH zeichnet sich durch einen breiten Spektralbereich von 400 – 1900 nm aus und eignet sich für zahlreiche unterschiedliche Anwendungen im Lebensmittelbereich.

Für die Erstellung der entsprechenden KI-Auswertungsmodelle sind LLMs oder agentischer KI nicht geeignet. Stattdessen kommen klassische KI- und Machine-Learning-Verfahren zum Einsatz. Diese sind weniger komplex, besser erklärbar

und erlauben eine fachliche Gegenprüfung durch Experten. Da keine vortrainierten LLMs verwendet werden können, müssen die erforderlichen Trainingsdaten über Labormessreihen selbst erhoben werden. In der Regel ist der experimentelle Aufwand für die Erhebung der Trainingsdaten deutlich höher als der für die Modellerstellung.

Die mit vertretbarem Aufwand erzielbare Genauigkeit der Modelle liegt im Beispiel von Äpfeln bei etwa 0,7°brix, entsprechend einem Fehler von 5%.

Zusammenfassung

Die aktuell bereitstehenden KI-Methoden erlauben es für eine Vielzahl von Aufgabenstellungen (teil-) automatisierte Lösungen zu erstellen. Diese reichen von einzelnen Detailprüfungen bis zur Abbildung komplexer Arbeitsprozesse. Die hier zu erzielenden ersten Erfolge sind oft beeindruckend. Um diese in nachhaltige, langfristig gewinnbringende Lösungen zu übersetzen ist ein strukturiertes und fokussierte Vorgehen, idealerweise mit einem erfahrenen Entwicklungspartner erforderlich. Wir danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für die teilweise finanzielle Förderung des Forschungsprojekts FRED (FKZ: 01MD22003A), im Rahmen dessen einiger der hier diskutierten Arbeiten entstanden sind.

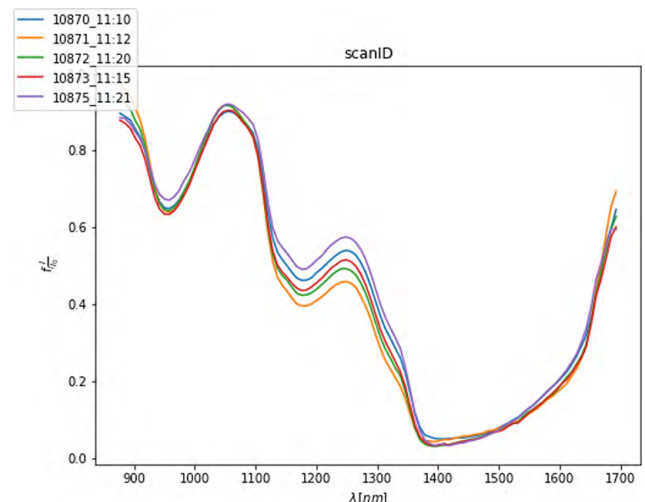


Abbildung 3: (links) Foto des VNT Handspektrometers während der Warenprüfung. (rechts) Beispielhafte Darstellung der mit dem Gerät aufgenommenen Spektren. Dank KI kann aus den scheinbar geringen Unterschieden auf die relevanten Qualitätsparameter zurückgeschlossen werden.

Heißextraktion für 4 oder 6 Probenplätze



behrotest® halbautomatische Geräte für die schnellere Heißextraktion

Vorteile der Heißextraktion nach Randall sind:

- Eine kompakte Apparatur mit kurzen Wegen
- Anwenderfreundliche Schritt-für-Schritt-Anweisungen am Display
- Kurze Extraktionsdauer bis zu 70% schneller als die klassische Soxhlet Methode
- Niedrige Lösungsmittelverluste dank der speziell entwickelten behrotest® Kühler
- behr Einknopf-Bedienung für eine besonders schnelle und einfache Programmierung
- Akustische und visuelle Fehlermeldungen
- Eingebauter Übertemperaturschutz
- Ressourcensparendes Kühlwasser-Sparprogramm





Die ZUKUNFT isst Daten



Autor: **Arne Kröger**, Geschäftsführer Gutzmann GmbH, kontakt@gutzmann.com, Tel: 0451/203320, www.gutzmann.com

Künstliche Intelligenz hat in den vergangenen Jahren einen enormen Sprung gemacht. Für die Lebensmittelindustrie eröffnet das Chancen entlang der gesamten Wertschöpfungskette: von der Qualitätskontrolle über die Prozessoptimierung bis hin zur Produktentwicklung. Gleichzeitig hat sich das technologische Verständnis für KI im Markt weiterentwickelt. Während früher oft nur Bilderkennung oder Automatisierung als typische KI-Anwendungen galten, sorgen heute vor allem Large Language Models (LLMs) für Diskussionen, weil sie direkt mit Menschen kommunizieren und scheinbar „verstehen“, was gefragt wird. Doch unabhängig davon, wie beeindruckend moderne KI-Modelle erscheinen – ihr Nutzen steht und fällt mit der Qualität der Daten, auf denen sie basieren. Gerade in einer Branche, in der Sicherheit, Rückverfolgbarkeit und Präzision essenziell sind, bekommt dieser Zusammenhang besonderes Gewicht.

KI-Systeme wie Large Language Models arbeiten nicht mit Verständnis im menschlichen Sinn. Sie berechnen statistische Wahrscheinlichkeiten dafür, welches Wort bzw. Teilworte (so genannte Tokens) wahrscheinlich als nächstes erscheint. Dieses Prinzip erklärt eindrucksvoll, warum sie in

Warum künstliche Intelligenz die Lebensmittelindustrie nur weiterbringt, wenn die Daten stimmen

manchen Fällen verblüffend präzise wirken und in anderen völlig danebenliegen. LLMs sind dabei nur ein Teilbereich moderner KI: Während Bildmodelle physische Defekte erkennen können und Vorhersagemodelle Produktionslinien optimieren, konzentrieren sich LLMs auf Sprache – und damit auf Prozesse wie Wissensabfragen, Dokumentation, Kommunikation oder Entscheidungsunterstützung. Einfache, immer gleich formulierte Fragen, führen zwar zu immer gleichen, aber nicht zwangsläufig zu „richtigen“ Antworten – schlicht, weil bestimmte Formulierungen in den Trainingsdaten häufiger aufgetreten sind als andere. Die Modelle erzeugen also plausible Sprache, aber kein überprüftes Wissen. Das wird besonders deutlich in scheinbar simplen Beispielen: Wenn man beispielsweise in der aktuellen Version von ChatGPT in einer neuen Unterhaltung fragt „Pick a number between 1 and 50“, lautet die Antwort immer „27“ – nicht, weil dies mathematisch sinnvoll wäre, sondern weil diese Zeichenfolge in den

Trainingsdaten des LLMs eine hohe Wahrscheinlichkeit hat, an dieser Stelle zu erscheinen.

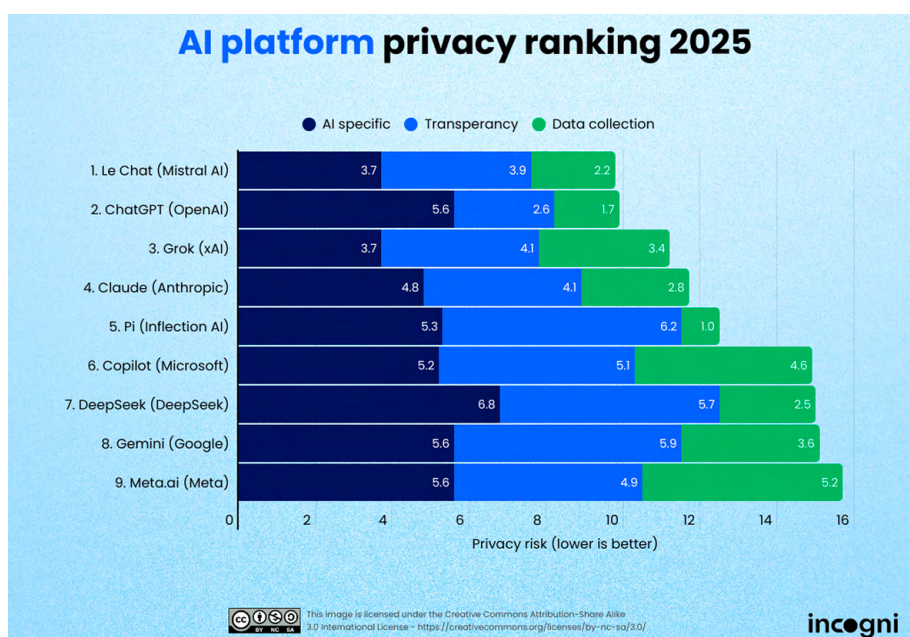
Das Problem dieses Verfahrens wird besonders deutlich, wenn es um sogenannte Halluzinationen geht: Antworten, die selbstsicher präsentiert werden, aber inhaltlich falsch sind. Eine aktuelle Studie der European Broadcasting Union („News Integrity in AI Assistants An international PSM study“ aus Oktober 2025) verdeutlicht die Dimension: In 45 Prozent der geprüften KI-Antworten fand sich mindestens ein signifikanter Fehler, in 81 Prozent irgendeine Form von inhaltlicher Unstimmigkeit. Die Ursachen reichen von veralteten Informationen über schwache Quellen bis hin zu fehlendem Kontext oder unklaren Trennungen zwischen Fakt und Meinung. In der Praxis bedeutet das: KI kann überzeugend auftreten, auch wenn die Antwort faktisch falsch, unvollständig oder frei erfunden ist. Hinzu kommen typische Probleme wie geänderte oder erfundene Zitate, unpassende Quellen wie Satireseiten oder

Missverständnisse durch suggestive Prompts. Für Unternehmen kann das zum Problem werden – insbesondere dort, wo Entscheidungen oder Analysen auf solchen Ergebnissen beruhen oder wo Prozesse automatisiert werden sollen.

Viele dieser Schwächen hängen direkt mit der Datenbasis zusammen. Wenn Informationen lückenhaft, unsauber strukturiert oder nicht aktuell sind, greifen Modelle auf Muster zurück, die ihnen plausibel erscheinen – auch wenn sie nicht stimmen. Halluzination ist somit kein „Fehler“ im technischen Sinn, sondern die logische Folge einer statistischen Vorhersagelogik ohne Wahrheitsprüfung. Umgekehrt gilt: Je besser die zugrunde liegenden Daten sind, desto zuverlässiger verhält sich das System. Für die Lebensmittelindustrie bedeutet das, dass Datenqualität nicht nur ein technisches Detail ist, sondern ein zentraler Erfolgsfaktor in jeder KI-Strategie. Dazu gehören nicht nur Mengen und Strukturen, sondern auch Varianz (also die Fähigkeit, sowohl Standard- als auch Sonderfälle abzubilden) und Aktualität – ein wichtiger Punkt in einem Markt, der von schwankenden Rohstoffpreisen, neuen Regularien und sich ändernden Verbraucherbedürfnissen geprägt ist. Unternehmen, die ihre Daten nicht pflegen, laufen Gefahr, „blind“ in KI-Projekte zu investieren, die später enttäuschen oder sogar Risiken verursachen.

Vor diesem Hintergrund stellt sich oft die Frage, ob Unternehmen eigene KI-Modelle entwickeln sollten. Für die meisten ist das nicht notwendig. LLMs sind Generalisten, die viele Aufgaben gut beherrschen – aber nicht für jede Branche tiefes Fachwissen mitbringen. Viel entscheidender ist die Auswahl eines geeigneten Modells und die Fähigkeit, es mit relevanten, gut gepflegten Unternehmensdaten zu versorgen. Moderne Verfahren wie Retrieval-Augmented Generation ermöglichen es, Informationen aus internen Quellen gezielt einzubinden – ohne das Modell selbst neu trainieren zu müssen. Diese methodische Kontextanreicherung kann die Fehlerrate drastisch senken, teilweise bis in den einstelligen Prozentbereich. Gleichzeitig ist dies der schnellste, risikoärmste und kosteneffizienteste Weg, ein Modellspezifisch einzusetzen. Während ein eigenes Modell teure Infrastruktur, Training, rechtliche Prüfungen und langfristige Wartung bräuhete, kann ein RAG-System oft innerhalb weniger Wochen produktiv eingesetzt werden.

Parallel dazu entstehen Standards, die die Integration von KI in bestehende Systeme vereinfachen sollen. Der Model-Context-Protocol-Ansatz etwa verfolgt das Ziel, existierende Softwarelösungen so zu beschreiben, dass KI-Modelle leichter damit interagieren können. Statt individuelle Integrationen zwischen Systemen, Schnittstellen oder Maschinen programmieren zu müs-



Quelle: Incogni Blog

sen, liefern Softwarehersteller oder freie Anbieter künftig maschinenlesbare Beschreibungen, die KI-Modelle verstehen und nutzen können. Für eine Branche, die häufig mit spezialisierten Maschinen, individuellen ERP-Systemen und komplexen Lieferketten arbeitet, kann das die Entwicklung praxisnaher KI-Anwendungen erheblich beschleunigen. Dadurch entsteht eine Art „Interaktionssprache“, die KI-basierte Automatisierung standardisiert und die Abhängigkeit von individuellen Integrationsprojekten reduziert.

Ein weiterer Aspekt rückt zunehmend in den Fokus: Datenschutz und Datensouveränität. Viele KI-Anbieter nutzen eingegebene Inhalte – Prompts – für ihr eigenes Training oder teilen sie mit Partnern. Eine Analyse des Datenschutzunternehmens Incogni („Gen AI and LLM Data Privacy Ranking 2025“ aus Sommer 2025) zeigt, dass Opt-out-Möglichkeiten zwar existieren, aber nicht bei allen Plattformen transparent oder zuverlässig funktionieren. Dazu kommt, dass Daten, die bereits im Internet stehen – etwa aus Social Media – oft gar nicht aus Trainingsvorgängen ausgeschlossen werden können. Für Unternehmen, die mit sensiblen Informationen wie Rezepturen, Produktionsparametern oder Lieferantenbeziehungen arbeiten, ist eine sorgfältige Prüfung zwingend. In manchen Fällen kann der Einsatz von Open-Source-Modellen sinnvoll sein, weil sie lokal betrieben werden können und damit eine deutlich höhere Kontrolle über die eigenen Daten bieten. Allerdings bringen sie auch Einschränkungen mit – etwa geringere Funktionsumfänge oder zusätzliche Lizenzbedingungen. Zudem müssen Unternehmen sicherstellen, dass die Lizenz tatsächlich kommerzielle Nutzung erlaubt, keine verbotenen Einsatzzwe-

cke verletzt werden und in welchen Bereichen Fine-Tuning rechtlich zulässig bleibt.

Letztlich ist der Nutzen von KI in der Lebensmittelindustrie klar: bessere Prognosen, effizientere Abläufe, präzisere Analysen und schnellere Innovationszyklen. Gleichzeitig zeigt sich, dass Projekte scheitern können, wenn sie ohne solide Datenbasis starten oder wenn Menschen im Unternehmen nicht ausreichend eingebunden werden. KI verändert Arbeitsabläufe – und das funktioniert nur, wenn die Mitarbeitenden den Mehrwert erkennen und Vertrauen in das System haben. Wenn dagegen Ängste dominieren – etwa durch unklare Kommunikation, unrealistische Erwartungen oder schlechte Ergebnisse durch ungenaue Daten –, kann der Einsatz von KI sogar Chaos stiften. Das Risiko besteht, dass wertvolle Arbeitszeit verloren geht, Fehlentscheidungen getroffen werden oder Teams sich gegen neue Technologien sperren. Erfolgreiche KI-Projekte betrachten Menschen daher stets als Teil des Systems – Human-in-the-loop ist ein entscheidender Erfolgsfaktor.

Dass die Zukunft datengetrieben sein wird, steht außer Frage. Entscheidend ist, ob Unternehmen ihre vorhandenen Daten so nutzen, dass KI nicht nur neue Möglichkeiten verspricht, sondern tatsächlich Mehrwert schafft. Wer seine Informationen strukturiert, pflegt und nutzbar macht, schafft die Grundlage für eine technologisch robuste und gleichzeitig verantwortungsvolle Weiterentwicklung der Lebensmittelbranche. Nur wer versteht, welche Daten er besitzt, wie er sie einsetzen kann und wo Risiken liegen, wird in dieser Zukunft aktiv gestalten statt nur zu reagieren.

Die Zukunft ist Daten – und sie verlangt nach guten Zutaten.

Die EU-Nitratrichtlinie

Bedeutung für Landwirtschaft und Gesellschaft



Autor: **Dirk Koslowski**

Schon Adenauer soll gesagt haben:

**„Man muss sich vor nichts so fürchten,
als wenn Bauern an einem Strang ziehen“**

Auch wenn historisch nicht eindeutig belegt, wird dieses Zitat häufig genutzt, um die Entschlossenheit und Schlagkraft der Landwirtschaft herauszustellen, wenn sie geschlossen agiert.

Aber eben dieses geschlossene Agieren kommt in der Realität ausgesprochen selten vor. Es gibt nicht die eine Landwirtschaft. Es gibt nicht den einen Bauern, den man kennt und dann alle gleichermaßen kennt. Landwirtschaft ist vielschichtig und komplex. Geprägt von Individuen. Jeder Mensch ist anders. Jeder Betrieb in seiner Ausrichtung, seiner Struktur unterschiedlich. 250.000 unterschiedliche Interessen. Unmöglich, mehrere unter einem Hut zu bekommen.

Perfekte Voraussetzungen für das Jahrhunderte alte Prinzip „divide et impera“. Teile und herrsche.

Und dennoch ist der damaligen Bundesregierung das scheinbar unmögliche gelungen. Einen so heterogenen Berufsstand in seiner Gesamtheit so zu vereinen, dass sich am 26.11.2019 rund 12.000 Traktoren und über 40.000 Menschen in Berlin vor dem Brandenburger Tor versammelt haben. Bekommt man sonst kaum drei Bauern unter einen Hut, waren es dort unfassbar viele. Alles Bauern.

Was für ein Statement. Und alle wollten dasselbe: Sich gegen die angekündigte, nicht nachvollziehbare Verschärfung der Düngeverordnung wehren. Plötzlich waren alle betroffen. Das erzeugte eine Einigkeit, die auch heute noch, mehr als sechs Jahre später für Gänsehaut sorgt.

Vor dem Hintergrund der EU-Nitratrichtlinie sollten gefährdete Gebiete ausgewiesen werden, in denen die Stickstoffdüngung der Pflanzen auf 20 % unter

den ermittelten Bedarf reduziert werden muss. Der ermittelte Bedarf ist nicht einfach ein Phantasiewert. Dies wird exakt in Versuchen ermittelt und orientiert sich an den tatsächlich von den Pflanzen aufgenommenen Nährstoffen. Es sollten also künftig Pflanzen, die nachweislich einen Düngebedarf von beispielsweise 150 Kg Stickstoff/Hektar mit 120 Kg „groß gehungert“ werden. Und das, weil eventuell in vielen Kilometern Entfernung eine Grundwassermessstelle einen Nitratwert von mehr als 50mg/l aufweist. Wie dieses Nitrat dort hingelangt ist, wird nicht in Frage gestellt. Es ist da, also muss es aus der Landwirtschaft kommen. Dieser Umstand durfte in keinsten Weise in Frage gestellt werden, wollte man sich nicht dem Vorwurf aussetzen, man würde dem Grundwasserschutz die Notwendigkeit absprechen. Unser Grundwasser ist ein

schützenswertes Allgemeingut, welches auch und gerade den vielen Landwirten ausgesprochen wichtig ist.

Man sollte es nur richtig und anständig machen. Und hier wurde nicht mal der Versuch unternommen, den Eindruck zu erwecken, man habe sich Mühe gegeben. Stattdessen ist die Geschichte der EU-Nitratrichtlinie und deren (nicht)Umsetzung durch die Bundesrepublik Deutschland geprägt von Dilettantismus und Arbeitsverweigerung. Der Versuch, die Landwirte für so dumm zu verkaufen, dass sie diese offensichtlichen Fehler nicht bemerken würden, hat nicht gerade dazu beigetragen, die Stimmung zu besänftigen.

Seinen Ursprung hat dieser ganze Unsinn in der EU-Nitratrichtlinie. 1991 in Brüssel beschlossen, seinen Anfang den 1980er Jahren auf den Nordseekonferenzen, welche das Ziel hatten, vor allem die Nordsee, aber ebenso die Ostsee und andere Meere vor der übermäßigen Belastung durch Nährstoffe zu schützen. Die verantwortliche Quelle für diese Nährstoffe war schnell gefunden. So heißt es in jeder folgenden Veröffentlichung und Verordnung, es geht hierbei um die Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft. Andere mögliche Quellen wurden und werden schlicht ignoriert und allein der Landwirtschaft auferlegt, diese Nährstoffeinträge zu reduzieren. Alleine im Jahr 2022 wurden nur in NRW über kommunale und industrielle Einleitungen über 25.000 Tonnen Stickstoff in die Gewässer eingeleitet. Bei einem Bedarf von 200 kg/Hektar könnte man mit dieser Menge 125.000 Hektar Brotweizen mit Stickstoff versorgen. Stickstoff kostet den Landwirt im mineralischen Zukaufdünger über ein €/kg. Ergibt einen Düngewert von über 25.000.000 €.

So wurden solche und andere mögliche Eintragsquellen in der Nitratrichtlinie der EU vollständig außen vorgelassen. So trägt die Richtlinie die vollständige Bezeichnung:

Richtlinie 91/676/EWG zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen.

So sollten die EU-Mitgliedstaaten zur Umsetzung der 1991 in Kraft getretenen Richtlinie auf ihrem Staatsgebiet die Gebiete ausweisen, in denen die Gewässer mit Nitrat verunreinigt sind oder sein können. In diesen Gebieten sind definierte Maßnahmen zu ergreifen, um einer weiteren Verunreinigung entgegenzuwirken.

Neben Regelungen zu Sperrfristen bei der Düngung und Mindest-Lager-Kapazitäten von Wirtschaftsdüngern und weiteren wurde die maximale Stickstoffdüngung aus Organischen Düngern (Gülle, Mist; Gärrest) auf 170 kg/Hektar begrenzt. Eine Kultur mit 220 kg Stickstoffbedarf durfte demnach nur noch mit 170 kg Stickstoff aus Gülle gedüngt werden. Die fehlenden 50 kg durften jedoch mit mineralischen Düngemitteln aufgedüngt werden. Die Menge Organischer, auf den Betrieben vorhandener und regional verfügbarer Nährstoffe wurde hier begrenzt. Um dennoch eine Bedarfsgerechte Pflanzenernährung sicherzustellen müssen die Landwirte auf energieaufwändig hergestellte Düngemittel im Zukauf zurückgreifen. Die einsetzbare Menge N-Dünger wurde also nicht angetastet.

Da Deutschland diese Gebiete nicht ausgewiesen hat oder nicht ausweisen konnte, mussten wir die beschriebenen Maßnahmen auf dem gesamten Bundesgebiet anwenden und diese wurden dann zum Bestandteil des Regelwerks der ersten Fassung der Düngeverordnung von 1996.

Um die Wirksamkeit dieser Maßnahmen zu überprüfen sollten die Mitgliedstaaten in regelmäßigen Abständen die Grundwasserqualität prüfen und die Ergebnisse an die EU-Kommission melden. Dies sollte unter Verwendung von Messnetzen geschehen, welche eine repräsentative Betrachtung der Grundwasserqualität ermöglichen. Deutschland verfügt über 1.178 Grundwasserkörper, zwischen denen per Definition kein Austausch stattfindet. Diese haben eine Größe von unter einem bis mehr als 5.000 km². Diese 1.178 Grundwasserkörper wurden anfangs durch 186 Grundwassermessstellen untersucht. Dieses sogenannte Belastungsmessnetz sollte nicht den Anspruch einer Repräsentativität erfüllen, sondern möglichst die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen aufzeigen. Da hier bewusst Messstellen mit den höchsten Werten verwendet werden, versprach man sich, zeitnah eine Verbesserung der Messwerte festzustellen zu können. Dieser Effekt trat leider nicht so deutlich in Erscheinung wie erhofft. Nach deutlicher Kritik der Kommission an der BRD und dem verwendeten Messnetz wurde ab dem Nitratbericht 2016 das EU-Nitratmessnetz mit nun 697 Messstellen verwendet. Bei 1.178 zu bewertenden Grundwasserkörpern ist dies, als würde man mit lediglich 3 Proben die Wasserqualität

von 5 Badewannen untersuchen wollen. Rechnerisch weist dieses, nun „repräsentative Messnetz“ eine Messstellendichte von etwa 285 km²/Messstelle auf. Eine solch lückenhafte Betrachtung der Grundwasserqualität und dessen Meldung führte dazu, dass Deutschland zumindest auf dem Papier EU-weit die zweitschlechteste Grundwasserqualität hat. Lediglich Malta hat noch schlechtere Werte. Schwer vorstellbar, wenn man bedenkt, dass man das Leitungswasser hierzulande bedenkenlos trinken kann. Der Umstand, dass die meisten anderen EU-Staaten deutlich mehr Messstellen für die Nitrat-Berichterstattung verwenden verstärkt den Eindruck einer verzerrten und schwer vergleichbaren Darstellung. So nutzt zum Beispiel Österreich für nicht mal ein Viertel der Fläche Deutschlands fast dreimal so viele Messstellen und kommt somit auf etwa 40 km²/Messstelle anstatt der deutschen 285.

Würde Deutschland das Messnetz zur Gütebewertung gemäß Wasserrahmenrichtlinie für die Nitrat-Berichterstattung nutzen, wie es andere Länder auch tun, ergäbe dies eine Messstellendichte von weniger als 30 km²/Messstelle und wäre damit durchaus mit anderen Ländern vergleichbar. Die absolute Zahl der Messstellen mit Nitratwerten über 50 mg/l wäre dadurch nahezu unverändert geblieben. Da aber die Meldung so unverhältnismäßig weniger Messstellen mit dazu auch hohen Nitratwerten erfolgte, stellt sich für die EU-Kommission aufgrund der Berichterstattung eine ausbleibende Verbesserung der Grundwasserqualität dar.

Somit musste die Europäische Kommission ein Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland einleiten, da die Zielsetzung der Nitratrichtlinie nicht erfüllt wurde. In diesem Verfahren wurde Deutschland verurteilt, weitere Maßnahmen zum Gewässerschutz zu ergreifen, andernfalls wären Strafzahlungen von über 800.000 € fällig. Pro Tag, ab Verurteilung 2018. Neben der Eutrophierung der Nord- und Ostsee waren die Anteile der Messstellen mit Werten über 50 mg und derer mit Werten über 37,5 mg und steigendem Trend die Punkte, die zur Verurteilung geführt haben. Obwohl der EuGH in seinem Urteil sehr klar betont hat, dass die Verurteilung auf Grundlage der von Deutschland selbst gemeldeten Werte des viel zu dünnen Messnetzes erfolgte, bleibt bis heute unklar, ob das Verfahren durch Meldungen eines

umfangreicheren Messnetzes hätte verhindert werden können.

So kam die Verpflichtung, in Gebieten mit erhöhter Nitratbelastung im Grundwasser, den sogenannten roten Gebieten, weitergehendere Maßnahmen zu ergreifen. Hier kam erstmals die Reduzierung der Düngung auf 80 % des Bedarfs ins Gespräch. Die Frage, wo diese Maßnahme ihren Ursprung hat, lässt sich nicht klar beantworten. In Gesprächen mit Vertretern des BMEL hieß es, dies sei eine Forderung der Kommission. Vertreter der Kommission betonten, es seien lediglich weitere Maßnahmen gefordert worden, ohne konkret zu benennen, welche. Von dort kamen die minus 20% demnach auch nicht. Der über eine Anfrage nach dem Umweltinformationsgesetz angeforderte Schriftverkehr zwischen dem BMEL und der europäischen Kommission diesbezüglich wurde so umfangreich geschwärzt übermittelt, dass sich daraus keinerlei Aussagekraft ergeben hat.

So kamen wir zu der Aussicht, in nicht nachvollziehbar auszuweisenden Gebieten, unsere Pflanzen einer Mangelversorgung mit Stickstoff auszusetzen. Warum hat uns das so getroffen? Zum einen führt eine Unterdüngung in eine Spirale, die nur abwärts führt. Für den Düngbedarf maßgeblich ist die Ertragserwartung. Diese entspringt nicht der Phantasie oder Wunschenken, sondern leitet sich aus dem Durchschnitt der letzten drei Jahre ab. Hieraus ergibt sich die Ertragserwartung für die Düngbedarfsermittlung. Dieser Düngbedarf darf dann nur zu 80 % erfüllt werden. Dies hat mehrere Effekte zur Folge. Unter anderem sinkt dadurch der Ertrag in Masse und Qualität. So gehen dadurch sowohl die Mengen wie auch die Eiweißgehalte zurück, was eine nachlassende Backeignung von Getreide nach sich zieht. Ein sinkender Ertrag führt wiederum zu einem sinkenden dreijährigen Schnitt des Ertrags und reduziert damit die Ertragserwartung im Folgejahr und damit den Düngbedarf, der dann wiederum um 20 % reduziert werden muss, und so weiter, und so weiter...

Weiter hat eine Unterversorgung mit Stickstoff zur Folge, dass aus dem gesunden Boden Humus umgesetzt wird. Im Humus sind einige Mengen Stickstoff verfügbar, die durch Umsetzung freigesetzt und pflanzenverfügbar gemacht werden können. Damit lässt sich ein Teil der Ertragsminderung im ersten,

vielleicht auch im zweiten Jahr kompensieren, ändern jedoch nichts an der Abwärtsspirale bei den Erträgen. Durch den damit verlorengegangenen Humus verliert der Boden wesentlich an Fruchtbarkeit und Wasserhaltefähigkeit. Dazu sind im Humus große Mengen CO₂ gespeichert, die durch die Umsetzung in die Atmosphäre freigesetzt werden und den gängigen Klimaschutzgedanken konterkarieren.

Diese zu befürchtenden Einschränkungen und deren Folge, gepaart mit der Art und Weise, wie die roten Gebiete ermittelt und ausgewiesen werden sollten, waren der Zentrale Auslöser, der die Bauernschaft 2019 in einer fast vergessenen Einigkeit zu zehntausenden zu Protesten auf die Straße getrieben hat.

So war es in den ersten Entwürfen 2019 ausreichend, wenn eine einzelne Messstelle pro Grundwasserkörper mehr als 50 mg/l aufweist, um die gesamte Fläche des entsprechenden Grundwasserkörpers mit bis zu 5.000 km² zum roten Gebiet zu machen, die entsprechende Maßnahmen und deren Folgen dort aufzuerlegen. Durch die beeindruckenden und vor allem friedlichen Demonstrationen wurde dann die sogenannte Binnendifferenzierung in der Ausweisung der Gebiete berücksichtigt. Hierbei wurden die Messwerte von zusätzlichen geeigneten Messstellen, die jedoch nicht für die Berichterstattung genutzt wurden, herangezogen und somit in Abhängigkeit der Grundwasserfließrichtung die Gebiete der vormals vollständig als belastet geltenden Grundwasserkörper ermittelt, die als unbelastet zu betrachten sind. Genügte anfangs eine belastete Messstelle, um das gesamte Gebiet des Grundwasserkörpers als belastet auszuweisen, wurde erstmals etwas genauer geschaut. Wenn das Grundwasser eine Fließrichtung von Nord nach Süd hat und sich die belastete Messstelle tendenziell im Süden befindet, aber weiter nördlich, also stromaufwärts unbelastete Messstellen befinden, so wird der Bereich um die Messstellen mit niedrigen Werten als unbelastet betrachtet und das rote Gebiet entsprechend verkleinert. Auf diesem Weg wurden die roten Gebiete, je nach Bundesland um bis zu zwei Drittel reduziert. Ein großer Erfolg der Demonstrationen.

Wäre nicht die eklatante Falschmeldung der Nitratwerte und die daraus resultierende schlechte Darstellung der

tatsächlichen Situation, viele Landwirte wären mit diesem Ergebnis möglicherweise zufrieden gewesen. So aber fühlten sich viele Landwirte, die sich jederzeit an geltendes Recht gehalten haben, weiterhin ungerecht behandelt. Rufe nach anderen Eintragsquellen und Verursachergerechtigkeit wurden laut und sind es bis heute.

So wurde für die erstmalige Ausweisung der roten Gebiete 2021 das Verursacherprinzip als großer Wurf gefeiert. Der Gedanke dahinter: Die Flächen, auf denen durch Bewirtschaftung und entsprechender Saldierung der Stickstoffmengen aus Zufuhr durch Düngung und Abfuhr durch Ernte unter Berücksichtigung der standortspezifischen Stickstoff-Umsetzungsprozesse sowie der Grundwasserneubildung die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unterhalb von 50 mg/l liegen, können nicht zu erhöhten Nitratwerten im Grundwasser beitragen und sind somit aus den roten Gebieten herauszunehmen. Hierdurch konnten die Gebiete nochmals um ca. 30 % reduziert werden.

Leider wurden hierbei fehlende Daten durch statistische Werte ersetzt, was dieses Verfahren zu ungenau gemacht hat. Für die einzelnen Betriebe liegen durch die Meldungen zur Tierseuchenkasse sehr präzise Daten zum Anfall von Wirtschaftsdünger vor. Für die angebauten Kulturen und geerntete Mengen wurde auf Daten der Agrarstrukturerhebungen zurückgegriffen. Der Einsatz von mineralischen Düngemitteln wurde mit Daten vom statistischen Bundesamt hochgerechnet. Die größtmögliche Genauigkeit dieser Hochrechnung lag auf Ebene der Gemeinde. Es wurden hier also alle Betriebe, die ihren Betriebssitz in ein und derselben Gemeinde haben, gleichermaßen bewertet. Aus Sicht der Landwirtschaft viel zu ungenau, da Landwirte mit sehr niedrigen Nährstoffüberschüssen mit denen mit höheren in einen Topf geworfen werden und somit nicht von ihrem sparsamen Einsatz mit Düngemitteln profitieren. Solche Gemeinden blieben weiterhin rotes Gebiet. Da diese Ungenauigkeit ebenso zu Lücken bei umgekehrter Betrachtung führt, wurde diese Form der Verursachergerechtigkeit nach nur einem Jahr Anwendung von der europäischen Kommission für unzulässig erklärt.

Die roten Gebiete vergrößerten sich 2022 wieder auf den ursprünglichen Wert.

Im Jahr 2022 wurden dann zusätzlich die Kriterien zur Zustandsbewertung durch eine Änderung der deutschen Grundwasserverordnung angepasst. Künftig sollten sogenannte denitrifizierende Verhältnisse berücksichtigt werden.

Die Menge an Nitrat, welches durch natürliche Prozesse im Grundwasser abgebaut wurde, sollte ermittelt werden. Dieser ermittelte Wert sollte dem gemessenen Nitratgehalt hinzuaddiert werden. Aus einer unproblematischen Messstelle mit 35 mg wurde, wenn in der Vergangenheit 20 mg natürlich abgebaut wurden, eine Messstelle mit einer Nitratbelastung von 55 mg und musste demzufolge ein weiteres rotes Gebiet auslösen. Bis Ende 2025 müssen alle Bundesländer diese Änderung bei der Ausweisung der roten Gebiete berücksichtigen.

Niedersachsen beispielsweise setzt dies bereits seit 2024 um. Dies hatte eine Vergrößerung der roten Gebiete von rund 24 auf ca. 32% der Landesfläche zur Folge. In manchen anderen Ländern fällt die Steigerung geringer aus, in anderen größer. In Brandenburg beispielsweise sagen Prognosen zum Jahreswechsel 2025/26 einen Anstieg von derzeit 6% auf dann bis zu 50 % voraus.

All dieses hin und her führt zu sich ständig ändernden Anforderungen und Regeln, die zu beachten sind. Kaum, dass zwei Jahre aufeinander dieselben Vorgaben gelten. Dies führt nach wie vor zu großem Unmut unter den Landwirten. Ebenso findet die Seite des Gewässerschutzes ihre Interessen zu wenig berücksichtigt.

Obwohl sich diese zwei Aspekte nicht ausschließen müssen, werden ständig neue und weitere Gerichtsprozesse angestrebt, um die jeweiligen Interessen durchzusetzen.

Obwohl die EU-Kommission zwischenzeitlich das Vertragsverletzungsverfahren eingestellt hat, hat die deutsche Umwelthilfe kürzlich vor Gericht erstritten, dass Deutschland mehr für den Gewässerschutz im Sinne der Nitratrichtlinie tun muss. Im Verfahren wurde anhand der Messwerte der Jahre 2020 bis 22 festgelegt, dass sich die Grundwasserqualität nicht ausreichend verbessert. Da die zusätzlichen Maßnahmen in den roten Gebieten erst seit 2021 umgesetzt werden und eine Veränderung erst zeitverzögert zu erkennen ist, dürfte dieses Urteil auch im BMELH gelassen zur

Kenntnis genommen werden. Lediglich die Notwendigkeit zur Überarbeitung der Düngeverordnung lässt sich hieraus ableiten, eine passende Gelegenheit, die nötige verursachergerechte Ausgestaltung der notwendigen Maßnahmen zum Grundwasserschutz in die nächste Verordnung zu integrieren. Zumal die Kommission bereits mitgeteilt hat, dass sie zwar nicht mit der Ausweisung der Gebiete in der undifferenzierten Methodik von 2021 einverstanden ist, man aber durchaus über diesen Ansatz auf Grundlage belastbarer Daten die Maßnahmen in den Gebieten definieren kann. Also müsste man die bisher statistischen Werte durch echte, einzelbetriebliche Daten ersetzen und so die Lücken füllen. Damit könnten einzelne Betriebe den Nachweis erbringen, dass sie gewässerschonend wirtschaften und somit von den Maßnahmen in den roten Gebieten befreit werden.

Somit wäre eine wirkliche Verursachergerechtigkeit geschaffen.

Dies scheint man auch im BMELH erkannt zu haben. Es bleibt zu hoffen, dass die nächste Fassung der Düngeverordnung endlich praxistauglich und gerecht wird.

Dass jüngst vor dem Bundesverwaltungsgericht in Leipzig eine Gruppe Landwirte dahingehend Recht bekommen hat, dass die Regelungen zur Ausweisung der roten Gebiete nicht präzise genug sind, um derartige Eingriffe in die Rechte der Landwirte zu rechtfertigen, zeigt umso deutlicher die Vielzahl handwerklicher Fehler im Umgang mit der Nitratrichtlinie.

Bisher wurde in der Düngeverordnung lediglich festgelegt, dass rote Gebiete auszuweisen sind, in denen die beschriebenen zusätzlichen Maßnahmen anzuwenden sind. Die genaue Vorgehensweise wurde über eine Allgemeine Verwaltungsvorschrift geregelt, anhand dessen Vorgaben die Bundesländer entsprechende Landesverordnungen mit den roten Gebieten erlassen müssen. Das Gericht in Leipzig hat nun festgestellt, dass eine AVV keine bindende Außenwirkung hat, sondern lediglich für Behörden und Ämter bindend ist. Daher ist eine derart geregelte Einschränkung unzulässig. (Stand heute steht die genaue Urteilsbegründung noch nicht öffentlich zur Verfügung).

Die Vorgaben der AVV müssen demnach also Bestandteil der neuen Dünge-

verordnung werden. Dann wäre zumindest dieser Fehler behoben.

Die Verursachergerechtigkeit wird wahrscheinlich über eine Art Nährstoffbilanzverordnung Einzug in die Düngeverordnung halten. Betriebe, dessen Stickstoffüberschüsse keine Sickerwasserkonzentrationen über 50mg/l verursachen, werden von den zusätzlichen Auflagen befreit.

Der größte Knackpunkt dabei, abgesehen vom politischen Willen, ist der Faktor Zeit.

Jüngsten Berichten zufolge, kündigt das BMELH „die große Lösung“ erst für Mitte 2027 an. Es wird also ab dem Düngejahr 2028 eine Meldepflicht für den Einsatz von N-haltigen Düngemitteln geben. Das Ergebnis der hieraus erstellten Nährstoffbilanz liegt dann im Frühjahr 2029 vor. Dann ist die Düngung bereits so weit abgeschlossen, dass es schwer werden dürfte, auf eine eventuelle Befreiung noch reagieren zu können. Also kommt eine mögliche Befreiung frühestens 2030 in Betracht. Und das auch nur, wenn die Werte der Bilanz zu den Werten der Fläche passen und keine erhöhten Sickerwasserkonzentrationen zu erwarten sind und wenn die Bilanzwerte im Referenzjahr 2028 passen.

Sollten die Werte auch nur minimal zu hoch liegen, müssen Stellschrauben gesucht werden, um die Kriterien zur Befreiung in den Folgejahren zu erfüllen, ohne Garantie, dass dies auf Anhieb funktioniert. Eine Befreiung wäre dann erst 2031 oder gar 2032 möglich.

Bis dahin sind noch einige Jahre, um zu üben, die passenden Bilanzwerte zu erreichen. Leider wird die kommende Verordnung keine pauschale Obergrenze definieren, da die Möglichkeiten sehr stark von den standortspezifischen Gegebenheiten abhängig sind.

Das Team der Dirk Koslowski consulting kann für interessierte Betriebe diesen erforderlichen, betriebsindividuellen Zielwert bereits heute ermitteln. Somit lässt sich bereits im Referenzjahr 2028 zielgerichtet ein passender Bilanzwert erzeugen, um dann direkt 2029 von der Befreiung zu profitieren. Das wäre mindestens ein Jahr früher und somit ein echter betriebswirtschaftlicher Vorteil

Informieren sie sich gerne oder nehmen sie Kontakt auf unter:

www.verursachergerechtigkeit.de

CPT-Prozess als schonende Alternative zum UHT-Erhitzen von Milch

Sterile Milch hergestellt mittels Mikrofiltration und Mikrowellenerhitzen zum verbesserten Erhalt der Qualitätseigenschaften und wertgebenden Inhaltsstoffe



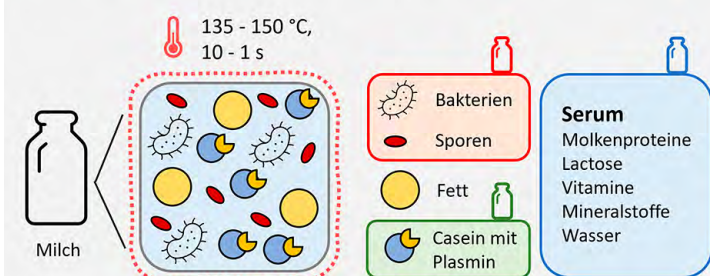
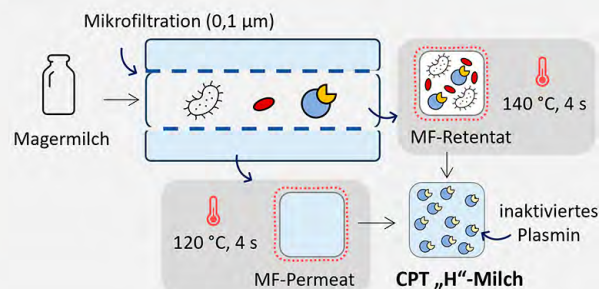
Autoren: **Lena Drotleff, Britta Graf, Jörg Hinrichs**, Universität Hohenheim, Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie, Fachgebiet Milchwissenschaft und -technologie, Garbenstraße 21, 70599 Stuttgart

Das Auslegen einer thermischen Behandlung von Milch und pflanzlichen Drinks erfolgt unter der Prämisse: so intensiv wie nötig, um die Sicherheit zu garantieren, und so schonend wie möglich, um wertgebende Inhaltsstoffe zu erhalten. Die deklarierte Haltbarkeit (Mindesthaltbarkeitsdatum) wird dabei durch Sicherheitsaspekte und die graduelle Abnahme der Qualitätseigenschaften und deren Akzeptanz durch den Konsumenten limitiert^[5, 25]. Daraus ergeben sich für das Processing drei Hauptzielgrößen: 1. Sicherheit beziehungsweise Inaktivierung thermophiler Sporenbildner, 2. Erhalt wertgebender Inhaltsstoffe und 3. Erhalt der Qualitätseigenschaften über einen möglichst langen Zeitraum (Mindesthaltbarkeit). Aktuell wird immer der Rohstoff als Gesamtes behandelt, wobei die Inaktivierung der thermophilen Sporenbildner ein sine-quo-none-Kriterium darstellt. Das Ziel der Sterilisation ist Mikroorganismen und Sporen abzutöten und Enzyme, die die Qualitätseigenschaften beeinträch-

tigen, zu inaktivieren^[10, 20]. Es wird zwischen einer Batchsterilisation (im Container) und kontinuierlichen Erhitzungsverfahren wie UHT (Ultra-Hoch-Temperatur) unterschieden. Die UHT-Erhitung findet bei 135 - 140 °C für 3 - 5 s statt und reduziert thermophile Sporen um mindestens 9 log₁₀, um ein haltbares Produkt zu gewährleisten^[14, 20]. Eine so thermisch behandelte Milch hat eine Haltbarkeit von mindestens sechs Wochen bis zwölf Monaten bei Raumtemperatur. Da für H-Milch keine Kühlkette notwendig ist, fällt der CO₂-Footprint gegenüber einer pasteurisierten Milch geringer aus^[33]. Je höher die thermische Belastung, desto mehr Molkenproteine denaturieren und damit einhergehend entwickelt sich ein Kochgeschmack. Als weitere Marker für die thermische Belastung werden beispielsweise Lactulose und Produkte der Maillard-Reaktion genutzt^[11, 16]. Jedoch werden durch die genannten UHT-Erhebungsbedingungen hitzestabile, originäre Enzyme, wie beispielsweise die Protease Plasmin nicht ausreichend inaktiviert, oder

sogar durch hohe Temperaturen aktiviert. Als Qualitätsabweichungen während der Lagerung werden bei H-Milch mit erhöhter Plasminaktivität Aufrahmen, Gelbildung sowie sensorische Fehler beschrieben^[16, 34, 35]. Gegenmaßnahme ist eine Vorheißhaltung bei 95 °C für 128 s mit nachfolgender indirekter UHT-Behandlung. Damit wird die Plasminaktivität auf ein Minimum reduziert, wodurch H-Milch mit einer Haltbarkeit ≥ 6 Monaten erzeugt wird^[31, 35].

H-Milch wird entweder direkt oder indirekt UHT erhitzt, wodurch die thermisch resistenten bakteriellen Sporen sicher inaktiviert werden (1. Zielgröße). Die thermische Behandlung von H-Milch erfolgt überwiegend indirekt im Platten- oder Röhrenwärmetauscher und weniger häufig mit direkter Dampfinjektion oder -infusion. Beim direkten Verfahren wird das flüssige Produkt mittels Dampfinjektion oder -infusion auf 135 - 145 °C für wenige Sekunden erhitzt und das zugesetzte Wasser mittels nachfolgender Entspannungskühlung entfernt. Dies resul-

Klassisch – UHT Erhitzen einer Phase (direkt oder indirekt)**CPT Prozess – phasenadaptiertes Erhitzen****Ziel beim Erhitzen**

... so intensiv wie nötig, **um die Sicherheit zu garantieren & um die Haltbarkeit zu gewährleisten.**

... so schonend wie möglich, **zum Erhalt „wertgebender Inhaltsstoffe“.**

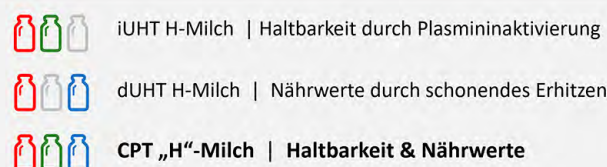


Abbildung 1: Schema für das Ziel beim Erhitzen von steriler Milch sowie Vorteile von dUHT und iUHT H-Milch sowie CPT „H“-Milch. CPT: Customized Phase Treatment, d: direkt, i: indirekt, UHT: Ultra-Hoch-Temperatur.

tiert in einer geringeren thermischen Belastung und damit Molkenproteindenaturierung (circa 60 %) [11, 24]. Weitere Marker für die inhaltsstoffschonende Behandlung (2. Zielgröße) sind unter anderem der Vitaminerhalt (B_1 -Verlust: < 3 %) und der Lactulosegehalt ($\leq 100 \text{ mg kg}^{-1}$) [11, 21, 28]. Lactulose ist ein probiotischer Zucker und entsteht durch Isomerisierung der Lactose, die durch erhöhte Temperaturen gefördert wird [30]. Beim direkten Verfahren ist die Haltbarkeit jedoch typischerweise auf sechs Wochen bis drei Monate beschränkt, da bei längerer Lagerung und insbesondere erhöhter Lagertemperatur Qualitätsdefekte wie bitterer Geschmack, Gelbildung und Flockenbildung verstärkt auftreten. Grund ist, dass insbesondere das an Casein assoziierte Enzym Plasmin nicht ausreichend inaktiviert wird und während der Lagerung weiter aktiv ist [32]. Nachteilig bei der Dampfinjektion ist zudem die geringe Energierückgewinnung von etwa 50 % [11, 14]. Indirekte Erhitzungsanlagen weisen hingegen in der Regel einen Energierückgewinn von > 90 % auf, haben jedoch eine vermehrte Ansatzbildung (Fouling) [11]. Mit dem indirekten UHT-Verfahren wird zunächst auf 90 - 95 °C erhitzt und für etwa drei Minuten heiß gehalten, um dann auf 135 - 145 °C zu erhitzen. Die H-Milch besitzt eine lange Haltbarkeit, jedoch werden dabei die Molkenproteine nahezu komplett denaturiert (> 90 %) [29]. Nachfolgend wird der Customized Phase Treat-

ment (CPT) -Prozess (phasenadaptierte Behandlung) vorgestellt, der das direkte und indirekte Erhitzen verbindet. Durch Mikrofiltration und phasenadaptiertem Erhitzen kann sterile Milch mit langer Haltbarkeit wie indirekte UHT H-Milch und verbessertem Erhalt der wertgebenden Inhaltsstoffe wie bei der direkten UHT H-Milch hergestellt werden (Abbildung 1).

Mikrowellenerhitzen

Neben dem direkten UHT-Erhitzen eignet sich Mikrowellenerhitzen als weiteres direktes Verfahren zur schonenden Erhitzung von foulingsensitiven Milchprodukten [17]. Beim Mikrowellenerhitzen wird elektromagnetische Energie in thermische Energie umgewandelt. Mikrowellenerhitzen beruht auf dem polaren Charakter des Mediums und funktioniert daher am besten in wässrigen Medien wie Milch. In dem, durch die Mikrowellen, induzierten wechselnden elektromagnetischen Feld richten sich die Ionen und das Dipolmolekül Wasser entsprechend ihrer Ladung aus. Je nach Frequenz (Richtungswechsel der Moleküle pro Sekunde) führt die Reibung der Moleküle zu einem Temperaturanstieg des Mediums. Neben der Frequenz (bei industriellen Mikrowellenanlagen meist 915 oder 2.450 MHz), beeinflussen die dielektrischen Eigenschaften und Homogenität des Mediums sowie die Eindringtiefe der Mikrowellen ins Medium die Effizienz der Erwärmung [12]. Eine kontinuierliche

che Mikrowellenerhitzung von Milch (0, 1, 2, 4 % Fett) bei einer Frequenz von 915 MHz und durchschnittlich 5 kW nominaler Leistung zeigte, dass der Fettgehalt keinen Einfluss auf die Temperaturerhöhung und somit auf die dielektrischen Eigenschaften der Medien hat [9]. In einer anderen Studie wurde der Einfluss einer Mikrowellenerhitzung (2.450 MHz) auf die Molkenproteindenaturierung in Babynahrung untersucht, wobei eine *Geobacillus stearothermophilus* Population um etwa 4 \log_{10} -Stufen reduziert wurde [26]. Ebenso ist dokumentiert, dass die Inaktivierung von mittels Mikrowellentechnik vergleichbar ist mit einer herkömmlichen thermischen Behandlung [7]. Im Vergleich wurde zudem eine Magermilch, die als Gesamtes mittels Mikrowellen (max. 60 kW, 915 MHz) im Technikumsmaßstab (circa 230 L h⁻¹) auf 138 °C für 10 s erhitzt wurde mit einer indirekten H-Milch (Referenz) vom sensorischen Panel als besser bewertet [8].

Somit erhält man mittels Mikrowellenerhitzen ein sicheres Produkt hinsichtlich Bakterien- und Sporenreduktion sowie eine geringere Molkenproteindenaturierung bei reduziertem Fouling [17, 18]. Eine Mikrowellenerhitzungsanlage (μ WaveFlowHeater 0620hp, 0,6 - 6 kW, 2.450 MHz) wurde bereits in die vorhandene Technikuserhitzungsanlage integriert [23]. Sie erlaubt eine kontinuierliche Betriebsweise und Erhitzungstemperaturen bis 125 °C bei turbulenter Strömung, wobei Fouling um bis zu 90 % reduziert wurde [17, 18].

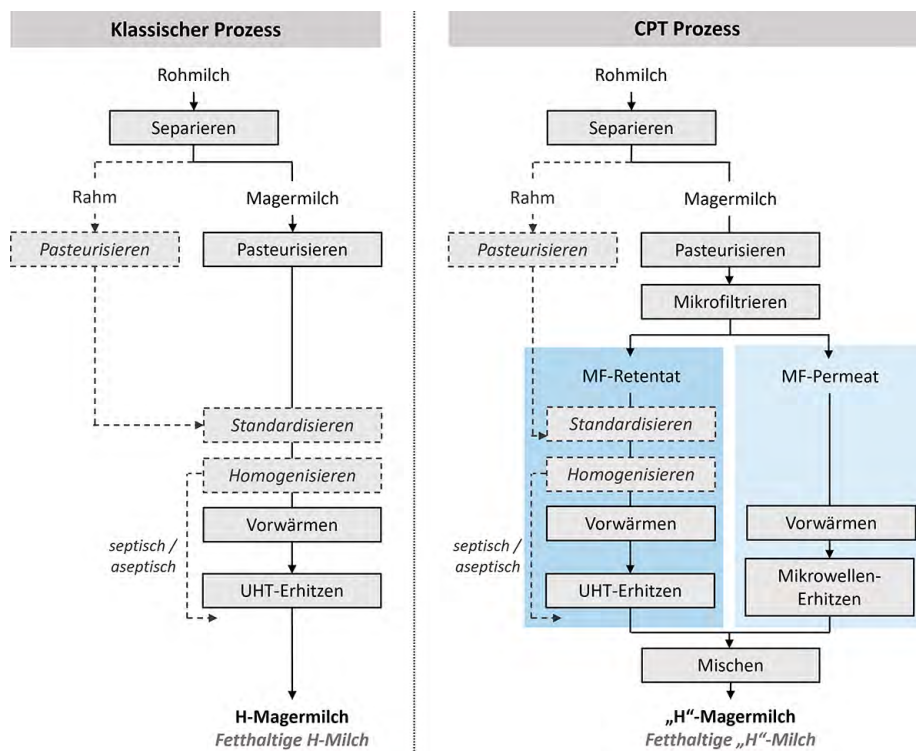


Abbildung 2: Vereinfachtes Prozessschema zum Herstellen von CPT „H“-Milch im Vergleich zu klassischer UHT H-Milch (mit und ohne Fett). CPT: Customized Phase Treatment, UHT: Ultra-Hoch-Temperatur.

Phasenadaptiertes thermisches Behandeln

Phasenadaptiertes thermisches Behandeln mittels Mikrofiltration wird bereits beim Herstellen von länger haltbarer (ESL: extended shelf life) Milch angewendet.

Dabei wird Rohmilch zunächst in Sahne und Magermilch separiert. Dann wird die rohe Magermilch mikrofiltriert, wobei die Porenweite bei etwa 1 µm liegt, damit alle Milchproteine permeieren können, aber Mikroorganismen und Sporen retentatseitig zurückgehalten werden. Die Retentatphase wird anschließend mit der Sahne vereinigt und hochoerhitzt, um Mikroorganismen und Sporen zu inaktivieren. Die mikrofiltrierte Magermilch wird kurzeiterhitzt und mit der Sahne-Retentat-Mischung vereinigt. Eine so behandelte pasteurisierte Milch (= länger haltbar) erreicht anschließend Mindesthaltbarkeiten, die etwa dreimal länger sind als die von kurzeiterhitzter Milch (= traditionell pasteurisiert) [3, 13, 15].

Eine längere Haltbarkeit ermöglicht der CPT-Prozess, der bereits für Magermilch etabliert wurde [19]. Dazu wurde Magermilch zunächst mit einer Trenngrenze von 0,1 µm mikrofiltriert. Dabei werden im Retentat neben den Mikroorganismen, Sporen und Casein auch das

haltbarkeitslimitierende Plasmin zurückgehalten, welches überwiegend an der Caseinmicelle assoziiert vorliegt [1, 4]. Entsprechend wurde die Retentatphase ($i = 3$) nach einer Vorerhitzung ($\vartheta = 95^\circ\text{C}$, $t = 128\text{ s}$) zur Plasmininaktivierung [34] mit dem indirekten Verfahren ($\vartheta = 140^\circ\text{C}$, $t = 5\text{ s}$) erhitzt. Das Permeat (hitzesensitive Molkenproteinphase mit postulierter geringer Plasminaktivität) wurde hingegen mittels Mikrowellentechnologie ($\vartheta = 120^\circ\text{C}$, $t = 5\text{ s}$) erhitzt. Anschließend

wurden beide Phasen im Verhältnis 1:3 aseptisch gemischt und in sterile Flaschen gefüllt (Abbildung 2).

Die nach dem CPT-Prozess hergestellte CPT „H“-Magermilch (Abbildung 2) wies eine geringere Molkenproteindenaturierung und niedrigere Lactulosegehalte als die indirekte H-Milch auf (Tabelle 1). Gleichzeitig war der Qualitätserhalt während der Lagerung im Vergleich zur direkten H-Milch deutlich verlängert. Letztere zeigte nach 24 Wochen bei 30°C Phasentrennung (Tabelle 2). Ursache ist die fast 10 mal höhere Plasminaktivität der direkten H-Milch im Vergleich zur CPT „H“-Milch [19]. Der CPT-Prozess kombiniert somit die Vorteile indirekter und direkter Erhitzung. Ergänzen durch "Die CPT "H"-Milch wies gegenüber der indirekt erhitzten H-Milch eine verlängerte Haltbarkeit und gegenüber der indirekt erhitzten H-Milch einen erhöhten Gehalt an nativen Molkenproteinen und Vitaminen auf."

Wirtschaftliche Bedeutung

Deutschland ist unter den EU-Mitgliedsstaaten der mit Abstand führende Produzent von Konsummilch. Im Jahr 2023 wurden in Deutschland 2,8 Millionen Tonnen H-Milch produziert. Dies entspricht etwa 70 % der Gesamtmenge an Konsummilch [27]. Der CPT-Prozess könnte als generelles Konzept umgesetzt werden, wobei je nach Anforderung und Foulingpotenzial mit den üblichen indirekten oder direkten Verfahren sowie innovativen Verfahren wie der Mikrowellenerhitzung die Phasen gezielt erhitzt werden.

Wie im Vorgängerprojekt [23] gezeigt, ist die Mikrowellenerhitzung bestens

Tabelle 1: Analytische Ergebnisse sowie berechnete Werte für Molkenproteindenaturierung, Lactulosegehalt und Vitamin B₁-Verlust von dUHT und iUHT H-Magermilch sowie CPT „H“-Magermilch nach der Produktion. Unterschiedliche hochgestellte Buchstaben innerhalb einer Zeile weisen auf signifikante Unterschiede hin, die durch eine einseitige Varianzanalyse (ANOVA) mit anschließendem Tukey-Test ermittelt wurden, $p = 0,05$. CPT: Customized Phase Treatment, d: direkt, i: indirekt, UHT: Ultra-Hoch-Temperatur, n.q.: nicht quantifizierbar. Die verwendeten Methoden und Daten sind aus [19].

	dUHT	CPT	iUHT
β-Lg Denaturierung in %	29 ± 9 ^a 39*	59 ± 10 ^b 67*	93 ± 2 ^c 99*
Lactulose in mg L ⁻¹	n.q. 57,5*	44,6 ± 1,4 ^a 79,7*	138,2 ± 6,6 ^b 193,9*
Vitamin B ₁ Verlust in %	0,89*	1,31*	3,16*

* berechnete Werte (statistische Analyse inklusive Standardabweichung nicht möglich)



icare

Mit Sicherheit gesunde Lebensmittel



















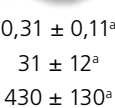
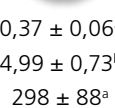
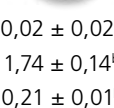
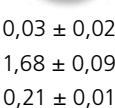
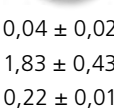
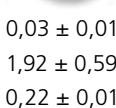
Die i-Series Food Safety Analyzer ermöglichen Ihnen eine schnelle, empfindliche Untersuchung von Mykotoxinen und antimikrobiellen Substanzen in Rohstoffen und Nahrungsmitteln.

- Hochsensitive Bestimmung von Mykotoxinen und antimikrobiellen Substanzen gemäß EU-Standards
- Schnelle Verarbeitung selbst von großen Datenmengen
- Ergebnisse und Berichte sofort verfügbar

150
YEARS
ANNIVERSARY



Tabelle 2: Optik (nach 20 und 24 Wochen Lagerung) sowie apparente Plasminaktivität, apparente Viskosität und Partikelgröße (nach 24 Wochen Lagerung) von dUHT und iUHT H-Magermilch sowie CPT „H“-Magermilch gelagert bei 20 und 30 °C. Unterschiedliche hochgestellte Buchstaben innerhalb einer Zeile weisen auf signifikante Unterschiede hin, die durch eine einseitige Varianzanalyse mit anschließendem Tukey-Test ermittelt wurden, $p = 0,05$. CPT: Customized Phase Treatment, d: direkt, i: indirekt, UHT: Ultra-Hoch-Temperatur. Die verwendeten Methoden und Daten sind aus ^[19].

Lagertemperatur	dUHT		CPT		iUHT	
	20 °C	30 °C	20 °C	30 °C	20 °C	30 °C
In Flasche nach						
... 24 Wochen (20 °C)						
... 20 Wochen (30 °C)						
Ausgekippt nach						
... 24 Wochen (20 °C)						
... 20 Wochen (30 °C)						
Apparente Plasminaktivität in pkat mL ⁻¹	0,31 ± 0,11 ^a	0,37 ± 0,06 ^a	0,02 ± 0,02 ^b	0,03 ± 0,02 ^b	0,04 ± 0,02 ^b	0,03 ± 0,01 ^b
Apparente Viskosität in mPas	31 ± 12 ^a	4,99 ± 0,73 ^b	1,74 ± 0,14 ^b	1,68 ± 0,09 ^b	1,83 ± 0,43 ^b	1,92 ± 0,59 ^b
Partikelgröße ($d_{90,3}$) in µm	430 ± 130 ^a	298 ± 88 ^a	0,21 ± 0,01 ^b	0,21 ± 0,01 ^b	0,22 ± 0,01 ^b	0,22 ± 0,01 ^b

zum Erhitzen foulingsempfindlicher Produkte geeignet, da der Energieeintrag in den gesamten Produktstrom erfolgt und nicht über eine heiße Wandung wie bei indirekter Erhitzung ^[2, 17, 36]. Damit können Anlagenstandzeiten verlängert und kosten- und zeitintensive Reinigungsintervalle reduziert werden. Zudem kann die Erhitzung mittels Mikrowelle ohne Wärme aus Primärenergie betrieben werden - sofern „grüner“ Strom verwendet wird. Der Wirkungsgrad (Strom in Wärme) der verwendeten Mikrowellenerhitzungsanlage lag zwischen 85 - 95 % ^[17, 18]. In einer Zeit, in der die Gesellschaft und Lebensmittelproduzenten ^[22] weltweit gefordert sind, ihren Beitrag zur Senkung der CO₂ Emissionen zu leisten (Deutschland; 2030: 65 %, 2040: 88 % weniger als 1990 und 2045: klimaneutral (Klimaschutzgesetz, 2021)), sind thermische Verfahren und neue Prozesse wie der CPT-Prozess, die auch ohne Primärenergie betrieben werden und die die Produktqualität erhalten oder verbessern können, unabdingbar.

Ausblick

Die phasenadaptierte thermische Behandlung greift erfolgreich etablierte Ansätze und Technologien auf und kann auf fett-haltige Milch und pflanzliche H-Drinks ausgeweitet werden. Die separierte Fettphase (Rahm) kann bei erhöhter Temperatur ($\vartheta = \geq 90$ °C) behandelt werden. Das MF Retentat kann dann auf den gewünschten Fettgehalt standardisiert und anschließend septisch oder aseptisch homogenisiert und indirekt UHT-erhitzt werden (Abbildung 2). Zudem soll überprüft werden, ob die thermische Behandlung der Permeatphase in den Pasteurisationsbereich reduziert werden kann und inwieweit das CPT-Konzept genutzt werden kann, um die thermische Gesamtbelastung von pflanzlichen H-Drinks zu reduzieren.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben „Phasenadaptierte thermische Behandlung zum Herstellen lang haltbarer H-Drinks mit verbessertem Erhalt wertgebender Inhaltsstoffe“

(01IF22290N) der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Literatur

- [1] Aaltonen T, Ollikainen P (2011) Effect of microfiltration of milk on plasmin activity. *International Dairy Journal* 21:193–197. doi: 10.1016/j.idairyj.2010.12.002
- [2] Bansal B, Chen XD (2006) A Critical Review of Milk Fouling in Heat Exchangers. *Comp Rev Food Sci Food Safe* 5:27–33. doi: 10.1111/j.1541-4337.2006.tb00080.x
- [3] Boitz LI, Mayer HK (2017) Extended shelf life milk – One concept, different qualities: A comprehensive study on the heat load of differently processed liquid milk retailed in Austria in 2012 and 2015. *LWT* 79:384–393. doi: 10.1016/j.lwt.2017.01.058
- [4] Brans G, Schroën C, van der Sman R et al. (2004) Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. *Journal of Membrane Science* 243:263–272. doi: 10.1016/j.memsci.2004.06.029

... ein Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



FORSCHUNGSKREIS
DER ERNÄHRUNGSINDUSTRIE E.V.



INDUSTRIELLE
GEMEINSCHAFTSFORSCHUNG

Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

- [5] Cadwallader KR, Singh TK (2009) *Flavours and Off-Flavours in Milk and Dairy Products*. In: McSweeney P, Fox PF (eds) *Advanced Dairy Chemistry*. Springer New York, New York, NY, pp 631–690
- [6] Calvo MM, La Hoz L de (1992) *Flavour of heated milks. A review*. *International Dairy Journal* 2:69–81. doi: 10.1016/0958-6946(92)90001-3
- [7] Celandroni F, Longo I, Tosoratti N et al. (2004) *Effect of microwave radiation on Bacillus subtilis spores*. *J Appl Microbiol* 97:1220–1227. doi: 10.1111/j.1365-2672.2004.02406.x
- [8] Clare DA, Bang WS, Cartwright G et al. (2005) *Comparison of sensory, microbiological, and biochemical parameters of microwave versus indirect UHT fluid skim milk during storage*. *J Dairy Sci* 88:4172–4182. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73103-9
- [9] Coronel P, Simunovic J, Sandeep KP (2003) *Temperature Profiles Within Milk after Heating in a Continuous-flow Tubular Microwave System Operating at 915 MHz*. *Journal of Food Science* 68:1976–1981. doi: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb07004.x
- [10] Datta N, Kelly A (2021) *The Role of Proteases in the Stability of UHT-Treated Milk*. In: Kelly AL, Larsen LB (eds) *Agents of Change*. Springer International Publishing, Cham, pp 311–347
- [11] Datta N, Elliott AJ, Perkins ML et al. (2002) *Ultra-high-temperature (UHT) treatment of milk: Comparison of direct and indirect modes of heating*. *Australian Journal of Dairy Technology* 57:211–227
- [12] Datta AK (2001) *Handbook of Microwave Technology for Food Application*, 1st ed. Food Science and Technology Series. Taylor & Francis Group, Milton
- [13] Deeth H (2017) *Optimum Thermal Processing for Extended Shelf-Life (ESL) Milk*. *Foods* 6. doi: 10.3390/foods6110102
- [14] Deeth H, Lewis MJ (2017) *High temperature processing of milk and milk products*. Wiley Blackwell, Chichester
- [15] Elwell MW, Barbano DM (2006) *Use of microfiltration to improve fluid milk quality*. *J Dairy Sci* 89 Suppl 1:E20–30. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72361-X
- [16] Fox PF, Uniacke-Lowe T, McSweeney PLH et al. (2015) *Heat-Induced Changes in Milk*. In: Fox PF, Uniacke-Lowe T, McSweeney PLH et al. (eds) *Dairy Chemistry and Biochemistry*. Springer International Publishing, Cham, pp 345–375
- [17] Graf B, Kapfer T, Ostertag F et al. (2020) *New experimental set-up for testing microwave technology to continuously heat fouling-sensitive food products like milk concentrates*. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 65:102453. doi: 10.1016/j.ifset.2020.102453
- [18] Graf B, Hehnke S, Neuwirth M et al. (2021) *Continuous microwave heating to inactivate thermophilic spores in heating-sensitive skim milk concentrate*. *International Dairy Journal* 113:104894. doi: 10.1016/j.idairyj.2020.104894
- [19] Graf B, Kohler E, Rosenberger M et al. (2021) *Shelf-stable milk produced by microfiltration and microwave heating: Effects of processing and storage*. *Journal of Food Engineering* 311:110734. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2021.110734
- [20] Hinrichs J, Wedel C, Atamer Z (2019) *Sterilization of Milk and Other Products*. In: *Reference Module in Food Science*. Elsevier
- [21] IDF (2007) *Heat-treated milk - Determination of lactulose content: Method using high-performance liquid chromatography* 7.100.10 Milk and processed milk products.
- [22] IDF (2019) *Dairy sustainability outlook. Research progress, Global insights, Expert opinion 2*
- [23] IGF-Projekt 19633 N (2020) *Erhöhte Produktqualität und verlängerte Anlagenstandzeiten für Milchprodukte durch Integration einer Mikrowellenerhitzung in Foulingsensitiven Bereichen des Erhitzungsapparats*. Universität Hohenheim, Fg. Milchwissenschaft und -technologie.
- [24] Kessler HG (2002) *Food and bio process engineering. Dairy technology ; 109 tables, 5th revised and extended edition*. A. Kessler, München
- [25] Labuza TP (1982) *Shelf-Life Dating of Foods*. Food and Nutrition Press, Inc, Westport, Connecticut
- [26] Laguerre J-C, Pascale G-W, David M et al. (2011) *The impact of microwave heating of infant formula model on neo-formed contaminant formation, nutrient degradation and spore destruction*. *Journal of Food Engineering* 107:208–213. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.06.021
- [27] Milchindustrie-Verband e.V. (2020) *MIV Geschäftsbericht*
- [28] Neves LNdO, Oliveira MAL de (2020) *Determination of lactose and lactulose isomers in UHT milk by CZE-UV*. *LWT* 118:108766. doi: 10.1016/j.lwt.2019.108766
- [29] Nursten HE (1997) *The flavour of milk and dairy products: I. Milk of different kinds, milk powder, butter and cream*. *Int J of Dairy Tech* 50:48–56. doi: 10.1111/j.1471-0307.1997.tb01735.x
- [30] Olano A, Calvo MM (1989) *Kinetics of lactulose, galactose and epilactose formation during heat-treatment of milk*. *Food Chemistry* 34:239–248. doi: 10.1016/0308-8146(89)90101-5
- [31] Rauh VM, Sundgren A, Bakman M et al. (2014) *Plasmin activity as a possible cause for age gelation in UHT milk produced by direct steam infusion*. *International Dairy Journal* 38:199–207. doi: 10.1016/j.idairyj.2013.12.007
- [32] Rauh VM, Johansen LB, Ipsen R et al. (2014) *Plasmin activity in UHT milk: relationship between proteolysis, age gelation, and bitterness*. *J Agric Food Chem* 62:6852–6860. doi: 10.1021/jf502088u
- [33] Rysstad G, Kolstad J (2006) *Extended shelf life milk—advances in technology*. *Int J of Dairy Tech* 59:85–96. doi: 10.1111/j.1471-0307.2006.00247.x
- [34] Stoeckel M, Lidolt M, Stressler T et al. (2016) *Heat stability of indigenous milk plasmin and proteases from Pseudomonas: A challenge in the production of ultra-high temperature milk products*. *International Dairy Journal* 61:250–261. doi: 10.1016/j.idairyj.2016.06.009
- [35] Stoeckel M, Lidolt M, Hinrichs J (2017) *Modeling Milk Heating Processes for the Production of Milk Shelf-stable without Refrigeration*. *Chemie Ingenieur Technik* 89:310–319. doi: 10.1002/cite.201600067
- [36] Visser J, Jeurnink T (1997) *Fouling of heat exchangers in the dairy industry*. *Experimental Thermal and Fluid Science* 14:407–424. doi: 10.1016/S0894-1777(96)00142-2

Kostenlose Online-Seminare

Für weitere Infos
das entsprechende
Seminar anklicken



Online Seminar
Vollautomatisierter ISH und IHC
Färbearomat für Whole-Mounts
und Gewebeschnitte

14. Januar 2026
10:00 Uhr in deutsch
14:00 Uhr in englisch

Online Seminar
Web-Seminar „Vollautomat für die
Proteomik: Proteinverdau, Proben-
aufreinigung und MALDI-Spotting“

15. Januar 2026
10:00 Uhr in deutsch
14:00 Uhr in englisch

Online Seminar
„Schnelle Muffelöfen für den
Aschegehalt und zur Sulfat-Ver-
aschung“

20. Januar 2026
10:00 und 14:00 Uhr

Online Seminar
Schnelle und präzise Messung von
Feuchte, Fett und Eiweiss

21. Januar 2026
10:00 und 14:00 Uhr

Online Seminar
Erweitern Sie Ihren Peptidhorizont!
„Synthese von Peptid-Arrays –
Erforschung und Beschreibung der
Proteinfunktion“

22. Januar 2026
10:00 Uhr & 14:00 Uhr

Online Seminar
„Schnelle Mikrowellen-Synthese –
ganz vielseitig, einfach und effizient“

23. Januar 2026
10:00 und 14:00 Uhr

Online Seminar
„Massive waste reduction in synthesis
and purification of difficult peptides“

27. Januar 2026
10:00 und 14:00 Uhr

ONLINE SEMINAR
Meet the Experts: Feststoffanalytik - von
der Laborprobe zum Analyseergebnis
DONNERSTAG, 29.01.2026

KOSTENLOS ANMELDEN UNTER [CEM.DE/SEMINARE-VERANSTALTUNGEN](https://www.cem.de/seminare-veranstaltungen)

Online Seminar
„Soxhlet ist out! Neue innovative
Lösemittelextraktion“

02. Februar 2026
10:00 und 14:00 Uhr

Online Seminar
Schnellste Trocknung der Welt zur
Messung des Feuchtegehaltes

04. Februar 2026
10:00 und 14:00 Uhr

Retsch

CEM

Agilent
Pulsed Atoms

Schnelle Analytik von Lebensmittelproben



Mikrowellentrockner Smart 6

- Feuchte- und Feststoffgehalte in nur 2 min.
- Methoden für Lebensmittelproben im Smart 6 enthalten
- Für alle Probenarten geeignet, von 0,1 bis 99,99 % Feuchte
- Ergebnisse vergleichbar zu Referenzmethoden



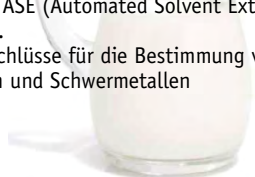
Schnell, Kalibrationsfrei und Lösemittelfrei: Fettgehalte in nur 30 s im neuen Oracle

- Das Oracle enthält eine universelle Methoden für alle Lebensmittel
- Für Auftragslabors und Produktionskontrolle geeignet
- Methode basiert auf Standard-Methoden und ist abgesichert mit Standard-Referenzmaterialien



Nasschemie ganz einfach, sicher und schnell im EDGE:

- Alternative zu Pestizidextraktion nach QuEChERS
- Fettsäuren und Cholesteringehalte automatisiert bestimmen
- Weibull-Stoldt Fettextraktion in nur 30 min.
- Neuartige ASE (Automated Solvent Extraction) unter Druck in nur 5 min.
- Säureaufschlüsse für die Bestimmung von Hydroxyprolin, Elementen und Schwermetallen



Aschegehalte und Nährstoffe im schnellsten Muffelofen der Welt: Phönix Black

- Typischerweise Veraschungszeiten von 5 bis 10 min.
- Für alle Proben geeignet



Kjeldahl ist out!

- Proteingehalt in nur 3 min. im Sprint
- Erhöhung von Arbeitssicherheit und Probendurchsatz
- Ergebnisse vergleichbar zu Referenzmethoden

