

FOOD & HYGIENE PRAXIS

Gefahren erkennen – Risiken vermeiden



Dr. Andreas Müller

Liebe Leserin, lieber Leser,

man möchte meinen, zum Thema Lebensmittelsicherheitskultur sei nun bald genug geschrieben. Wer regelmäßig Betriebe inspiziert, weiß aber, dass es viel Licht gibt, aber auch dunkle Schatten. Immer wieder kommen gute Absichten und Pläne in der Operation nicht dauerhaft an. Wir listen die häufigen Indikatoren für Missstände auf dem Shopfloor und geben Hinweise für deren Beseitigung.

Die Substitution von Zucker durch Süßstoffe ist ein beliebtes Werkzeug, den Nutri-Score zu verbessern. Im Artikel zum Thema lesen Sie, welche Austauschstoffe sich für welchen Einsatz eignen und worauf im Hinblick auf das Konsumentenempfinden nach Rezepturanpassung zu achten ist.

In der Diskussion um alternative Proteinquellen ziehen die Insekten gerade eine Menge Aufmerksamkeit auf sich. Wir bleiben in dieser Ausgabe bodenständig und entdecken die Hülsenfrüchte und ihre herausragenden Eigenschaften neu.

Seit einiger Zeit haben wir nun aus dem Verpackungsgesetz erhöhte Anforderungen an wertstoffliche Wiederverwertung von Kunststoffen und Aluminium. Der Druck steigt, auch rezyklierte Werkstoffe als Lebensmittelkontaktmaterial einzusetzen. In unserem Artikel bringen wir Sie zu den neuesten Entwicklungen auf Seiten der EFSA auf den aktuellen Stand.

Bei den thematischen Dauerbrennern beschäftigen wir uns in dieser Ausgabe mit Food-Fraud-Risikoklassen, bei denen Laboranalytik systematisch an ihre Grenzen stößt, nehmen einen seltsamen Fremdkörperfund zum Anlass, für Materialtransparenz im Anlagenbau zu werben und beleuchten Maßnahmen zur Reduktion von Lebensmittelverschwendung.

Das Behr's Team und ich wünschen Ihnen eine spannende Zeit bei der Lektüre.

Andreas Müller – Schriftleiter

Inhalt

- 2 Blackbox mit Risiken – „Power-by-the-Hour“-Produktionsanlagen
- 4 Alternative Proteinquellen – Die Wiederentdeckung der „alten“ Hülsenfrüchte
- 7 Kunststoffrecycling – Neuregelungen für Lebensmittelkontaktmaterialien
- 9 Süßstoffe und der Nutri-Score – Was bei der Zuckersubstitution zu beachten ist
- 12 Lebensmittelsicherheitskultur – „Fix the Basics“ – wenn die Praxis nicht mitspielt
- 14 Noch Prozessoptimierung oder schon Food Fraud? – Über die Food-Fraud-Aktivitäten im unspektakulären Quadranten
- 17 Lebensmittelverschwendung – Initiativen und Ergebnisse auf EU- und nationaler Ebene

Blackbox mit Risiken

„Power-by-the-Hour“-Produktionsanlagen

Von Dr. Andreas Müller

Kurzgefasst: „Power-by-the-Hour“-Modelle (PBH) für investitionslastige Produktionsanlagen erfreuen sich einer wachsenden Beliebtheit, weil sie Kosten variabilisieren und „cashflow“ freundlich für den Betreiber sind. Nur bei Betrieb der Anlage zahlt der Betreiber einen Pauschalbetrag pro Betriebsstunde an den Anlagenbauer, der diese hierfür instand und technisch aktuell hält. Je nach Ausgestaltung der Verträge werden aber unter Umständen kritische Funktionen und Eigenschaften der Anlage für den Betreiber intransparent. Bei Störfällen kann dies nicht nur einen längeren Produktionsausfall bedeuten, sondern auch das Vertrauen in das ansonsten sinnvolle Konzept erschüttern. Dies gilt in besonderem Maße, wenn kritische Komponenten so geheim sind, dass selbst Wartungsingenieure nur eine „Blackbox“ sehen dürfen. In diesem Artikel werden die Risiken und Nebenwirkungen des PBH-Prinzips anhand des Fundes superharter Fremdkörper unbekannter Zusammensetzung und Herkunft in Frühstückscerealien beschrieben.

Das Produkt und seine Abfüllung

Im Herstellungsprozess werden geröstete Nussplitter und gequetschte Getreideflocken mit Zucker versetzt, in Häufchen gespritzt und anschließend in einem Durchlaufofen bis zur Krustenbildung karamellisiert. Das Produkt wird kontrolliert in Kunststofftüten geleitet, die nach Befüllung verschweißt werden. Das Sortiment umfasst verschiedene Verpackungsgrößen von Vorratsverpackungen bis hin zu winzigen Einzelportionen.

Das karamellierte Produkt wird in einem Konsolidierungsbereich abgekühlt und gelangt von dort über Rutschen zu Fallrohren aus Edelstahl. Am unteren Ende jedes Fallrohres werden die Tüten befüllt. Über ein Schiebersystem wird die Säule des gestauten Produkts im Fallrohr für eine fest vorgegebene Zeit freigegeben, sodass Material aus dem Fallrohr in die Tüte fällt, während die Säule aus dem Konsolidierungsbereich nachgefüllt wird. Bei geschlossenem Schieber wird die gefüllte Tüte weitertransportiert und eine ungefüllte Tüte wird in Position gebracht. Konstruktionsbedingt ist der Volumenstrom im Fallrohr konstant. Verschiedene Verpackungsgrößen werden durch die Geschwindigkeit des Schiebers, also die Füll- und Wechselintervalle, eingestellt.

Der Cerealienhersteller musste keine Investition für die Anlage tätigen, sondern entrichtet je Betriebsstunde einen Pauschalbetrag an den Anlagenbauer. Wartungsarbeiten, Reparaturen und Modernisierungen sind hiermit abgedeckt.

Ein merkwürdiger Fremdkörperfund

Der Betreiber ist anfangs mit der Abfüllanlage unzufrieden. Immer wieder kommt es zu Ausfällen einzelner Abfüllstationen. Ursache ist die Schiebermechanik für die Portionierung des Produkts in den Fallrohren, welche sich aufgrund von schnellem Verschleiß verklemmt und zu systematischen Unterfüllungen und auch Anlagenstillstand führt. Vorübergehend verkürzt der Anlagenhersteller die Wartungsintervalle erheblich.

Nach einer größeren Wartung mit Austausch der Schiebermodule funktioniert die Anlage störungsfrei. Der Betreiber ist begeistert, die unterbrechungsfreie Betriebszeit vervielfacht sich. Das Unternehmen nutzt die neue Zuverlässigkeit, um einen Sicherheitsvorrat an schnell drehenden mittelgroßen Verpackungen zu produzieren.

Die Begeisterung wird jäh eingetrübt, als nach dem Wechsel auf die kleinste Verpackungseinheit die röntgenbasierte

Fremdkörperüberwachung des Endprodukts anschlügt: Es werden auf allen Linien mit dieser kleinsten Verpackungsgröße wiederholt keramische, scharfkantige, extrem harte, etwa linsengroße Partikel gefunden. Die Anlage wird bis auf Weiteres abgeschaltet.

Im gesamten Produktionsbereich wird keine Keramik eingesetzt. Alle im Kataster gelisteten Glas- und Hartplastikgegenstände sind unbeschädigt. Die obliquatorische Überprüfung von Rohwaren und Verpackungsmaterial verläuft ergebnislos. Ein Eintragsweg für Steine kann auch mit kühnen Ansätzen nicht konstruiert werden. Schnell gerät die Abfüllmaschine in Verdacht, aber auch die Serviceingenieure können sich den Fremdkörperfund nicht erklären.

Ein externer Experte für Fremdkörperaufklärung wird hinzugezogen. Farbe, Härte und Form der gefundenen Fremdkörper weisen auf eine sehr spezifische technische Keramik hin. Ein spezialisiertes Labor untersucht die Fremdkörper auf die Elementverteilung und bestätigt die These. Es handelt sich um eine dichtgesinterte und praktisch porenfreie Keramik aus einer distinkten Mischung von Oxiden verschiedener Übergangsmetalle. Auf einer empirischen Härteskala mit „Talkum = 1“ und „Diamant = 10“ besitzt der gefundene Fremdkörper eine Härte von etwa 8,5. Weder Glas (5,5) noch menschlicher Zahnschmelz (5,0) stellen für diese Keramik eine Herausforderung dar. Hätte Kollege X-Ray nicht gemurmelt, die Auswirkungen beim Konsumieren hätten verheerend sein können.

Die Aufklärung

Der Anlagenbauer räumt ein, das Modul „Portionierschieber“ komplett neu kon-

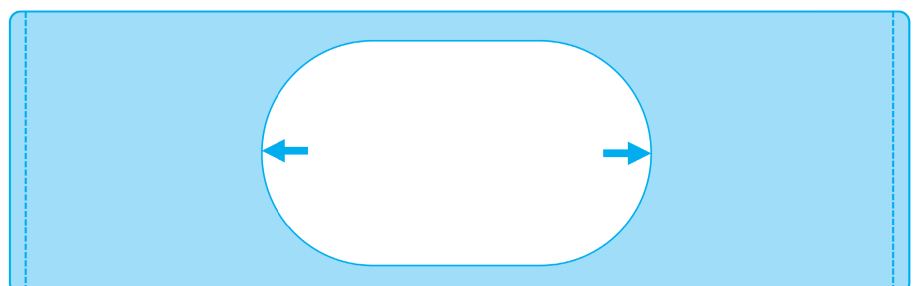


Abb. 1 Schematische Darstellung des Schiebers

struiert zu haben. Die Serviceingenieure tauschen bei der Inspektion das gesamte Modul aus. Im Werk des Anlagenbauers erfolgen dann Reinigung und ggf. Wartung. Ein Hauch von Betriebsgeheimnis schwebt über dieser „Blackbox“.

Die wesentliche Verbesserung gegenüber dem alten System ist die Substitution des ursprünglichen Edelstahlschiebers durch ein Bauteil aus einer „verschleißfreien Hochleistungskeramik“. Als Begründung wird genannt, dass sich die Kanten des Edelstahlschiebers bei den karamellisier-ten Produkten zu schnell abnutzten, was zu Quetschungen des Produkts, Wärmeentwicklung und Verunreinigung der Mechanik führe. In der Folge blockierten Edelstahlschieber wiederholt und müssen bei abgeschalteter Maschine getauscht werden. Nach Einführung des Keramik- schiebers trete dieses Problem nicht mehr auf, wie der störungsfreie Betrieb gezeigt habe. Ein Absplittern erklärt der Anlagenbauer mit wahrscheinlichen Materialfehlern. Man werde den Hersteller des keramischen Schiebers in die Pflicht nehmen.

Der externe Experte stellt eine stark abweichende Kausalkette für den Fremdkörperfund auf. Wesentliche Argumente gegen die Theorie des Materialfehlers sind

- a) die Korrelation der Fremdkörperfunde mit der Verpackungsgröße,
- b) der wiederholte Fund von Fremdkörpern auf derselben Linie nach Tausch des Moduls und
- c) Fremdkörperfunde auf verschiedenen Linien mit individuellen Schiebersystemen.

Die ausgebauten Schieber besitzen schematisch die in Abbildung 1 dargestellte Form (an den markierten Stellen häufen sich die Ausbrüche).

Das Bauteil wird an beiden Enden kraft- und formschlüssig in Halterungen eingeführt, die zum Schwing-Exzenter führen. Die Öffnung entspricht dem Durchmesser des Fallrohres (ca. 50 mm). Ist das Fallrohr freigegeben, wird gefüllt. Ist das Fallrohr mit einem Ende verschlossen, wird die Verpackung unter dem Fallrohr gewechselt.

Die Belastung des Schiebermaterials ist dann am größten, wenn die Kante der Öffnung senkrecht auf das in die Tüte fallende Produkt trifft, also in der Nähe einer gedachten horizontalen Mittellinie in

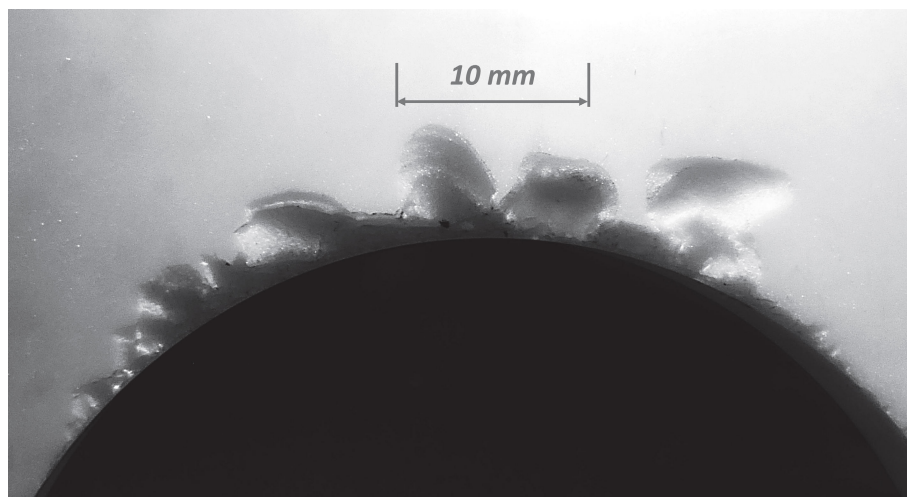


Abb. 2 Muschelartige Ausbrüche an den Schieberkanten mit Maßstab

Abbildung 1. Weiter entfernt von der gedachten Mittellinie ist der Aufprall streifend. Wenn mechanisch induzierte Abplatzungen die Ursache für die Fremdkörperfunde sind, sollten sich diese im zentralen Bereich häufen. Ferner sollten die Abplatzungen an der Oberkante (der Produktsäule zugewandten Seite) häufiger auftreten als auf der Unterkante (der Verpackung zugewandten Seite). Diese Hypothesen werden durch das reale Schadbild an ausgebauten Schiebern bestätigt (Abbildung 2).

Ursachenanalyse

Keramik als mechanisches Funktionsmaterial in der Lebensmittelproduktion? Diese Tatsache sollte einem Qualitätsmanager schon zu denken geben. Keramik besitzt die Grundeigenschaft der Sprödigkeit und lässt sie trotz Härte, Festigkeit und Abriebverhalten als Funktionsmaterial ungeeignet erscheinen. Edelstahl verfügt über einen Graubereich, in dem er sich bei Überlastung ohne Splitterbildung plastisch verformen kann. Die Keramik hat keinen Graubereich und ist entweder intakt oder eben nicht. Wie konnte beim erfahrenen Anlagenbauer die Idee geboren werden, eine eigentlich katasterpflichtige Keramik in einem sensiblen Bereich einzusetzen? Es liegt an den Eigenschaften dieser speziellen Keramik, welche die Grundeigenschaft der „Sprödigkeit“ verschleiern.

Das Phasendiagramm der verwendeten Übergangsmetalloxide ist komplex und weist verschiedene kristallografische Gitterstrukturen auf, von denen ein be-

nachbartes Paar der Schlüssel zum Verständnis ist. Der Phasenübergang von einer bei Raumtemperatur instabilen tetragonalen in eine stabile monokline Gitterstruktur tritt unter dem Einfluss mechanischer Zugspannungen auf. Besonders an Einkerbungen und an Rissspitzen führen Zugspannungen beim Überschreiten eines materialspezifischen Grenzwerts in Keramiken üblicherweise zu Rissfortschritt und Bruch.

In dieser Keramik ist der Phasenübergang mit einer Volumenzunahme des Kristallgitters verbunden. Für eine Rissspitze bedeutet dies, dass die Zugspannung, welche den Riss vorantreibt, gleichzeitig den Volumensprung induziert. Dieser drückt die Rissspitze wieder zu und unterdrückt den Rissfortschritt. In klassischen Biegeversuchen lässt sich der Rissfortschritt in dieser Keramik kontrollieren. Der ersehnte Graubereich zwischen „intakter“ und „zerstörter“ Keramik scheint gefunden zu sein. Diese „Zähigkeit“ des Materials ist aber nur vorgetäuscht. Mit einer plastischen Deformation, also einer Wanderung linearer Gitterfehler durch das Material, hat dies nichts zu tun. Die Keramik bleibt spröde.

Fatale Überführung in der Praxis

Die nahezu inerte Keramik ist als Kontaktmaterial unbedenklich und wird auch für Zahnimplantate eingesetzt. Der Einsatz als Schiebermaterial stellt ab auf die hervorragenden Verschleiß-eigenschaften des Materials unter der Annahme, das Material verhalte sich bei Beanspruchung metallähnlich.

Allerdings besitzt die Keramik keine für Edelstahl typische „Schlagzähigkeit“. Sobald bei einer Impulsbelastung eine materialspezifische Grenze überschritten wird, verhält sich die Keramik spröde und bricht in der Umgebung eines Einschlags muschelförmig aus.

Das abzufüllende Lebensmittel besitzt ein Beharrungsvermögen. Beim Abfüllen großer Verpackungen bewegt sich der Schieber träge hin- und her. Das Schiebermaterial wird nur wenig beansprucht, die eingesetzte Keramik erfüllt die Aufgabe hervorragend. Für die kleinste Verpackungseinheit hingegen schwingt der Schieber so schnell hin und her, dass die Kanten des Schiebers in den Volumenstrom hinein „geschossen“ werden. Punktuell kommt es zur Überlastung des Schiebermaterials und zu örtlich begrenzten muscheligen Abplatzungen. Damit ist auch plausibilisiert, warum die

Fremdkörper ausschließlich in der kleinsten Verpackungseinheit auftreten.

Fazit

Wenn „branchenfremde“ Werkstoffe eingesetzt werden sollen, ist werkstoffwissenschaftliches Verständnis der Praxiseigenschaften unter Anwendungsbedingungen unverzichtbar. Der Anlagenbauer hat auf Angaben des Keramikherstellers vertraut, der die Einsatzbedingungen nicht ausreichend hinterfragt hat und im Lebensmittelkontext keine Erfahrungen hatte.

Die Keramik wird nach wie vor als Schiebermaterial eingesetzt. Für kleine Verpackungsgrößen werden nun verjüngende Fallrohre eingesetzt, die auch für kleine Füllmengen eine niedrige Schiebergeschwindigkeit ermöglichen. Die Rüstzeit hierfür beträgt weniger als eine Stunde. Die Anlage läuft seitdem völlig störungs-

frei. Der Anlagenbauer praktiziert auch die „Blackbox“-Politik nicht mehr, sondern stellt volle Transparenz her. Das Vertrauen in das PBH-Modell ist wiederhergestellt.

Dr. Andreas Müller

Diplom-Physiker, promovierter Werkstoffwissenschaftler; lange international in der Luftfahrt tätig, wechselte in den 2000ern in die Lebensmittel-sicherheit; nach neun Jahren bei einem Labordienstleister machte er sich mit Dienstleistungen in den Bereichen Risikoprävention, Spezialaudits und Schulungen selbstständig



Andreas.Mueller@stem-in-foodsafety.de

Alternative Proteinquellen

Die Wiederentdeckung der „alten“ Hülsenfrüchte

Von Sanja Gerland

Kurzgefasst: Alternative Proteinquellen sind derzeit in aller Munde. Nachhaltigkeitsaspekte bei der Lebensmittelauswahl spielen eine stetig größer werdende Rolle. Auch die positiven gesundheitlichen Vorteile vieler pflanzlicher Lebensmittel rücken immer mehr ins Bewusstsein. Der Anteil an Konsumentinnen und Konsumenten, die ihren Fleischkonsum reduzieren und sich flexitarisch, vegetarisch oder sogar vegan ernähren, nimmt stetig zu mit entsprechenden Auswirkungen auf das Warenangebot. Die bekannten tierischen Proteinquellen müssen hierbei für eine vollwertige Ernährung durch pflanzliche Alternativen substituiert werden. Hülsenfrüchte haben aus verschiedenen Gründen hierfür Potenzial. Ernährungsphysiologisch sind pflanzliche Proteinlieferanten aber differenziert zu bewerten. Der vorliegende Artikel erläutert die zu berücksichtigenden Faktoren und gibt Hinweise, wie bekannte Unzulänglichkeiten wirksam kompensiert werden können.

Hülsenfrüchte haben eine lange Geschichte

Hülsenfrüchte sind reife oder halbreife Samen der Schmetterlingsblütler, welche zur Ordnung der Leguminosae gehören. Hierzu zählen verschiedene Arten von Bohnen, Linsen, Kichererbsen, Sojabohnen, Lupinen aber auch Erdnüsse, wengleich letztere kulinarisch eher wie Nüsse behandelt werden. In vielen Kulturen sind Hülsenfrüchte seit Jahrhunderten ein fester Bestandteil der Küche. Erste technologische Herstellverfahren für

Tofu aus Sojabohnen wurden bereits vor über zweitausend Jahren dokumentiert. Hülsenfrüchte finden sich in vielen traditionellen Rezepten und werden in vielen Teilen der Welt regelmäßig konsumiert, oft auch gemeinsam mit Fleisch.

Konsum und Trends in Deutschland

In Deutschland werden im Schnitt pro Kopf 2,5 kg Hülsenfrüchte jährlich konsumiert (2016/17). Im Vergleich liegt der Fleischverzehr der Deutschen pro Kopf

bei rund 55 kg jährlich (2021). Früher standen in deutschen Haushalten deutlich häufiger Linsengerichte auf dem Tisch, als es heute üblich ist. Doch die kleinen proteinreichen Früchte erleben ein Comeback und werden oft mit Gesundheits- und Nachhaltigkeitshinweisen vermarktet. Da immer mehr Menschen Wert auf gesunde und nachhaltige Lebensmittel legen, wächst auch das Angebot für diese Produkte stetig. Für Details sei auf den Artikel „Ernährungsreport 2022 – Ernährungsgewohnheiten in Deutschland“ in Ausgabe 01/2023 der „Food & Hygiene Praxis“ verwiesen.

Derzeit sind vor allem Fleischersatzprodukte und vegetarische Snackprodukte mit erhöhtem Proteinanteil im Trend. Problematisch im Sinne einer Nachhaltigkeitsbetrachtung ist oft, dass die enthaltenen proteinliefernden Hülsenfrüchte wie z. B. Soja aus Südamerika importiert werden. Weiterhin muss festgestellt werden, dass viele dieser Produkte stark verarbeitet sind, die Liste der Zutaten und Zusatzstoffe oft sehr lang ist und es in den Lieferketten immer wieder zu Kontaminationen mit Mineralöl kommt, die dann als MOSH/MOAH-Rückstände nachgewiesen werden. Nicht zuletzt besitzen die Zutaten bei Verwendung von Soja, Süßlupine (oder Erdnuss) auch allergenes Potenzial. Die betroffenen Pro-