



Wie sicher ist die Röntgeninspektion von Lebensmitteln?

INHALT

- 1 Warum Röntgenstrahlen zur Lebensmittelinspektion?
- 2 Röntgenstrahlung im Vergleich zu Radioaktivität
- 3 Röntgeninspektion im Vergleich zur Lebensmittelbestrahlung
- 4 Röntgensysteme sind designgemäß sicher
- 5 Fazit
- 6 Glossar
- 7 Nachweise

Wie sicher ist die Röntgeninspektion von Lebensmitteln?

Manche Lebensmittelhersteller schrecken vor der Anwendung von Röntgenstrahlung als Verfahren bei der Produktinspektion zurück. Man sorgt sich, dass Belegschaften gegen die Röntgenstrahlung am Arbeitsplatz Einwände haben und Verbraucher zu einer anderen Marke wechseln könnten, die keiner Röntgeninspektion unterzogen wurde.

Natürlich sollte man mit Strahlung vorsichtig umgehen. Das bedeutet aber nicht, dass man bei der Verwendung von Röntgenstrahlung zur Lebensmittelinspektion besorgt sein müsste. Die Strahlungsintensität, die in der Lebensmittelindustrie zur Anwendung kommt, ist minimal und der Einsatz von Röntgengeräten steht zugleich unter strenger Aufsicht und findet zunehmende Verbreitung.

In diesem White Paper geht es um eine Beurteilung der Sicherheit der Röntgeninspektion bei Lebensmitteln.

1. Warum Röntgenstrahlen zur Lebensmittelinspektion?

Lebensmittelhersteller nutzen auf Röntgenstrahlung basierende Inspektionstechnologien zur Gewährleistung der Produktsicherheit und Produktqualität. Mit einer Röntgeninspektion hat man außerordentliche Kapazitäten zur Detektion eisenhaltiger und nicht eisenhaltiger Metalle sowie von Edelstahl zur Verfügung. Die Technologie eignet sich ferner ausgezeichnet zur Detektion anderer Fremdkörper, wie beispielsweise von Glas, Steinen, Knochen, Kunststoffen hoher Dichte und Gummiverbindungen (Abb. 1). Röntgensysteme sind zudem in der Lage, ein breites Spektrum von Qualitätsreihenprüfungen durchzuführen, wie beispielsweise das Messen von Masseninhalten oder Zählen von Komponenten, das Identifizieren fehlender oder mangelhafter Produkte, das Überwachen von Füllständen, Inspizieren der Unversehrtheit von Versiegelungen und das Prüfen auf Vorliegen beschädigter Produkte und Verpackungen.

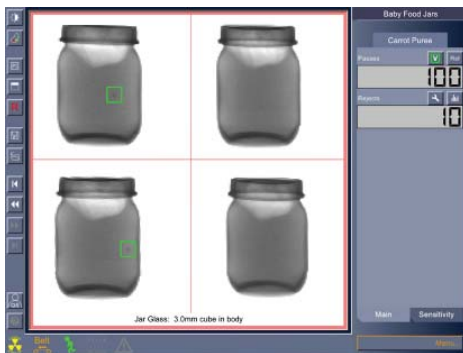


Abb. 1: Röntgenbild verunreinigter Gläser mit Babynahrung

Zunehmende Bandgeschwindigkeiten und immer höhere Kundenerwartungen setzen Lebensmittelhersteller unter Druck, zuverlässigere Verfahren bei der Lebensmittelinspektion einzusetzen.

Trotz des bislang Fehlens rechtlicher Vorschriften zur Verwendung von Röntgeninspektionen verlagern Richtlinien wie die Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP), die Globale Lebensmittelsicherheitsinitiative und gute Herstellungspraktiken sowie spontan von verschiedenen Herstellern erarbeitete Standards die Verantwortung für die Entwicklung zuverlässiger Produktinspektionsprogramme an die Hersteller. Die Einbindung von Röntgeninspektionssystemen in ein unternehmensweites Inspektionsprogramm zur Gewährleistung von Produktsicherheit und Qualität hilft Lebensmittelherstellern dabei, nationale und internationale Vorschriften, lokale Gesetze und von Herstellern formulierte Standards einzuhalten.

2. Röntgenstrahlung im Vergleich zu Radioaktivität

2.1 Was sind Röntgenstrahlen?

Röntgenstrahlen sind unsichtbar und eine Form der elektromagnetischen Strahlung, wie beispielsweise Licht- oder Radiowellen. Alle Arten der elektromagnetischen Strahlung sind Teile eines einzigen Kontinuums, das als das elektromagnetische Spektrum bekannt ist (Abb. 2). Das Spektrum erstreckt sich von langwelligem Radiowellen am einen Ende bis hin zu Gammastrahlen am anderen Ende.

Aufgrund ihrer Wellenlänge können Röntgenstrahlen Materialien durchdringen, die kein sichtbares Licht durchlassen. Die Transparenz eines Materials für Röntgenstrahlung hat im weitesten Sinne mit der Materialdichte zu tun, was auch der Grund dafür ist, dass Röntgeninspektionen für die Lebensmittelindustrie so nützlich sind. Je höher die Materialdichte, desto weniger Röntgenstrahlen sind in

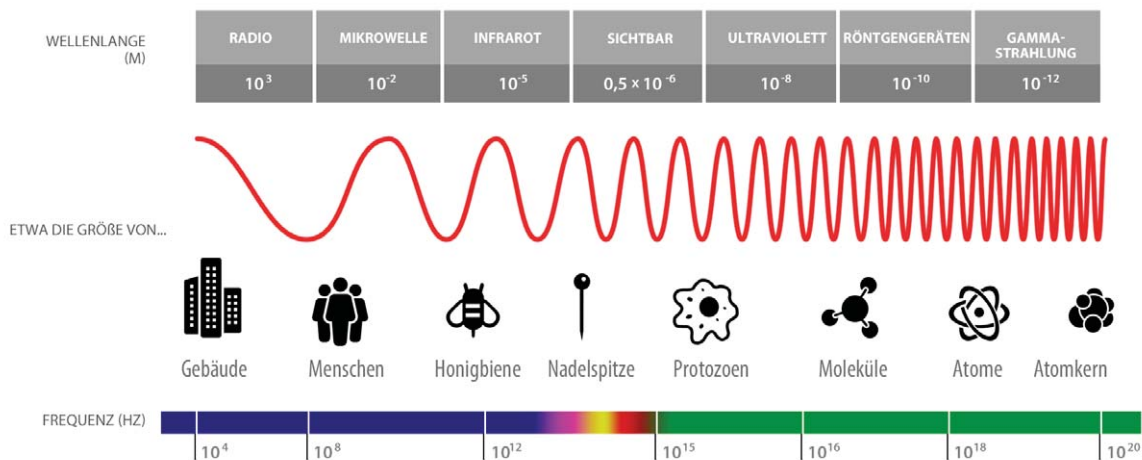


Abb. 2: Elektromagnetisches Spektrum

der Lage, das Material zu durchdringen. Versteckte Verunreinigungen wie Glas oder Metall werden bei einer Röntgeninspektion sichtbar gemacht, denn sie reflektieren mehr Röntgenstrahlen als das umliegende Lebensmittelprodukt.

Röntgenstrahlen, die bei der Lebensmittelinspektion zum Einsatz kommen, sollten nicht mit radioaktiven Materialien - wie Uran - in Verbindung gebracht werden. Radioaktive Materialien sind physikalische Strahlungsquellen. Sie geben Strahlung in Form von Alpha- und Betapartikeln sowie Gammastrahlung ab. Entscheidend ist, dass die Strahlung kontinuierlich abgegeben und daher auch nicht abgeschaltet werden kann. Die einzige Möglichkeit zur Eindämmung der Strahlung, die von einem radioaktiven Material abgegeben wird, ist die Ummantelung des strahlenden Materials mit einer strahlenabsorbierenden Substanz.

Die Röntgenstrahlen, die bei der Lebensmittelinspektion zum Einsatz kommen, sind anders. Wie eine Glühbirne können sie ganz nach Wunsch ein- und ausgeschaltet werden. Wenn die Stromzufuhr zum Röntgensystem unterbrochen wird, kommt die Erzeugung der Röntgenstrahlung sofort zum Stillstand.



Abb. 3: Röntgenstrahlen können wie eine Glühbirne ein- und ausgeschaltet werden

2.2 Strahlenbelastung im Alltag

Röntgenstrahlung ist nur eine von vielen natürlich auftretenden Strahlungsquellen. Der kombinierte Effekt aller dieser Strahlungsquellen wird als Hintergrundstrahlung bezeichnet – und in der Tat ist es so, dass der Mensch seit grauen Vorzeiten diesen Strahlen ausgesetzt ist. Die tägliche Dosis ist heute höher als bei den Generationen vor uns, denn in der medizinischen Wissenschaft angewendete Strahlung hat dazu beigetragen, dass unsere Belastung mit Hintergrundstrahlung um etwa 18 % zugenommen hat. Das hört sich vielleicht nach viel an, aber die Gesamtbelastungswerte sind so gering, dass die Zunahme unbedeutend ist.

Das folgende Diagramm (Abb. 4) enthält die vier wichtigsten Strahlungsquellen, die insgesamt die Hintergrundstrahlung ausmachen, der ein Mensch typischerweise ausgesetzt ist.

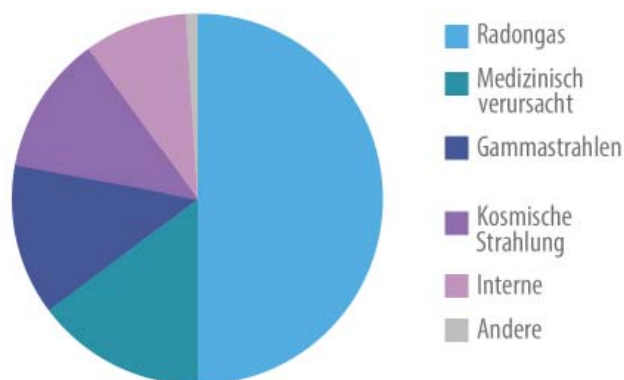


Abb. 4: Wichtige Quellen von Hintergrundstrahlung

Radongas

Radon entsteht beim Zerfall von Radium 226 und bildet sich überall, wo Uran angetroffen wird. Radon sickert aus uranhaltiger Erde und Felsmaterial, üblicherweise Granit. Der Radonanteil in der Hintergrundstrahlung ist unterschiedlich, liegt jedoch typischerweise bei ca. 50 %. Häufig leistet Radon den Hauptbeitrag zur Hintergrundstrahlung.

Kosmische Strahlung

Kosmische Strahlung fällt aus dem Weltraum auf die Erde. Alle lebenden Kreaturen sind dieser Strahlung ausgesetzt, obwohl die Atmosphäre der Erde einen Teil davon herausfiltert.

Interne Strahlung

Interne Strahlung tritt beim Einatmen oder der Aufnahme radioaktiven Materials auf, üblicherweise in Form von Feinstaub. Die Strahlung dieser winzigen Partikel erreicht dann die Organe.

Medizinische Strahlung

Röntgenaufnahmen des Brustbereichs und der Zähne sind die wichtigste künstliche Strahlungsquelle. Sie machen 15 % der gesamten Hintergrundstrahlung aus.

2.3 Strahlenbelastung im Kontext*

Aus der Warte der Exposition am Arbeitsplatz ist die Wiederholungsstrahlendosis das wichtigste Maß. Expositionsgrenzen am Arbeitsplatz werden als zulässige Höchstbelastungsdosis angegeben. Strahlung wird in der Maßeinheit „Sv“ (= Sievert) gemessen. Da die Belastung am Arbeitsplatz i.d.R. niedrig ist, werden häufig kleinere Maßeinheiten verwendet – Millisievert (mSv: ein Tausendstel eines Sievert) oder Mikrosievert (µSv: ein Millionstel eines Sievert).

eines Sievert). Die Strahlendosisrate misst die Geschwindigkeit, mit der Strahlung im Zeitverlauf absorbiert wird. Dies wird in $\mu\text{Sv}/\text{h}$ (Dosisrate = Dosis (μSv) \div Zeit (Stunden)) ausgedrückt.

Beim Durchschnittsmenschen trägt die natürliche Hintergrundstrahlung etwa $2.400 \mu\text{Sv}$ ($2,4 \text{ mSv}$) der jährlichen Strahlungsbelastung aus natürlichen Quellen bei (Tabelle 1). In der Regel ist dies bei Weitem mehr als die Belastung, der der Mensch durch die Verwendung von Röntgeninspektionssystemen in der Lebensmittelindustrie ausgesetzt ist. Die typische Höchstdosisrate direkt neben dem Röntgeninspektionssystem beträgt $<1 \mu\text{Sv}$ ($0,001 \text{ mSv}$) pro Stunde. Dies bedeutet, die Exposition des Bedienungspersonals am Röntgensystem läge während 50 Arbeitswochen zu jeweils 40 Wochenstunden pro Jahr bei jährlich $2.000 \mu\text{Sv}$ (2 mSv).

Quelle	Durchschnittsdosis (mSv/Jahr)	Typischer Bereich (mSv/Jahr)
Weltraum	0,4	0,3 - 1,0
Erde	0,5	0,3 - 0,6
Menschlicher Körper	0,3	0,2 - 0,8
Radon	1,2	0,2 - 1,0
Summe (gerundet)	2,4	1 - 10

Tabelle 1: (Quelle: „Radiation Threats and Your Safety“ von Armin Ansari, 2010, Seite 10)

Natürlich auftretende Röntgenstrahlung erreicht die Erde aus dem Weltall. Die tägliche Belastung ist gering, denn der größte Teil wird in der Atmosphäre herausgefiltert. Der Filtereffekt nimmt mit zunehmender Höhe ab. Wer im Flugzeug fliegt, wird durch die Röntgenstrahlung stärker belastet als Menschen, die am Boden bleiben.

Ein Vielflieger absorbiert beispielsweise etwa 8 % mehr Strahlung $200 \mu\text{Sv}$ ($0,2 \text{ mSv}$) im Vergleich zu einem Nichtflieger. Die typische jährliche Vielfliegerdosis beträgt etwa $2.600 \mu\text{Sv}$ ($2,6 \text{ mSv}$). Piloten und Flugbegleiter absorbieren noch mehr: etwa $4.400 \mu\text{Sv}$ ($4,4 \text{ mSv}$) pro Jahr, jeweils abhängig von den geflogenen Routen und der Flugzeit insgesamt. Die jährliche Strahlenbelastung liegt in der Regel über derjenigen eines Arbeiters in einem Kernkraftwerk – und ist fast das Doppelte eines Menschen, der sein Leben in Bodennähe verbringt. Trotzdem ist die zusätzliche Dosis, der Vielflieger ausgesetzt sind, extrem niedrig. Wenn Sie ein ganzes Jahr lang jede Woche ein Glas Muscheln essen würden, wäre die zusätzliche Strahlungsaufnahme $250 \mu\text{Sv}$ ($0,25 \text{ mSv}$) – mehr als die Belastung eines Vielfliegers.

Egal, was Sie auf der Erde tun – der Strahlung können Sie nicht entkommen.



Abb. 5: Verzehr von einem Glas Muscheln pro Woche ein ganzes Jahr lang = $250 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$



Abb. 6: Vielflieger = $2.600 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$; Piloten und Flugbegleiter = $4.400 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$



Abb. 7: Maximal zulässige Strahlungsleckage aus einem Röntgensystem: $1 \mu\text{Sv}/\text{hr}$ (RoW-Vorschriften), $5 \mu\text{Sv}/\text{hr}$ (US-Vorschriften)

3. Röntgeninspektion im Vergleich zur Lebensmittelbestrahlung

Lebensmittelverarbeitende Betriebe nutzen

Röntgenstrahlen auf zweierlei Weise:

1. Zur Inspektion auf Verunreinigungen oder zur Qualitätskontrolle und
2. Zur Bestrahlung (ein Verfahren zur Abtötung von Bakterien)

Zwar sind die Technologien einander ähnlich – bei beiden wird Strahlung eingesetzt – aber das ist es auch schon. Dosierungsäquivalente, die sich um mehrfache Größenordnungen voneinander unterscheiden, trennen die Lebensmittelbestrahlung von der Lebensmittelinspektion.

Eine Röntgeninspektion führt nicht dazu, dass Lebensmittel radioaktiv werden - ein Mensch ist nach einer Röntgenaufnahme des Brustbereichs auch nicht radioaktiv.

Es ist wissenschaftlich nachgewiesen, dass Röntgenstrahlen Lebensmitteln nicht schaden. Eine Studie der Weltgesundheitsorganisation (WHO) aus dem Jahr 1997 bestätigt, dass eine Strahlung von bis zu 10.000 Gy (Gray) die Lebensmittelsicherheit oder den Ernährungswert nicht beeinträchtigt. Das heißt, die Lebensmittel wurden Strahlungsdosen unterzogen, die etwa 10 Millionen mal stärker waren als bei einer

Röntgeninspektion. Hiermit wurde bewiesen, dass Lebensmittel weiter ohne Besorgnis und ohne Verlust ihres Ernährungswerts verzehrt werden können. Diese Position wird von den Erfahrungen führender Lebensmittelmarken in der ganzen Welt gestützt. Hersteller, die bereits auf die Röntgeninspektion umgestellt haben, konnten nicht feststellen, dass Verbraucher irgendwelche Qualitätsveränderungen bemerkt haben.

Die bei der Röntgeninspektion eingesetzten Dosen sind weniger als das zehnte Millionste der Dosen aus der WHO-Studie. Lebensmittel, die eine Röntgeninspektion durchlaufen, befinden sich weniger als eine Sekunde im Röntgenstrahl. Während dieser kurzen Zeit beträgt die absorbierte Durchschnittsdosis 1 uGy bis 1,5 uGy (0,0000015 Gy). Die Strahlungsdosen sind so niedrig, dass selbst organische Lebensmittel einer Röntgeninspektion unterzogen werden können, ohne ihre Klassifizierung als organische Produkte zu verlieren.

Im Vergleich zur Röntgeninspektion sind die Dosen, die für Lebensmittelbestrahlungen eingesetzt werden, viel höher und reichen bei den genehmigten Protokollen für die Lebensmittelbehandlung von 500 Gy bis zu 10.000 Sv.

Egal aus welchem Blickwinkel man es betrachtet, Lebensmittel, die ein Röntgeninspektionssystem durchlaufen, sind genauso gut und genauso schmackhaft wie vorher. Es treten keine messbaren Änderungen am Geschmack, an der Konsistenz oder am Ernährungswert auf: Geröntgte Lebensmittel sind in keiner Hinsicht von ungeröntgten zu unterscheiden.

Gutes Essen ist nach wie vor gutes Essen.

4. Röntgensysteme sind designgemäß sicher

Ein Röntgeninspektionssystem enthält drei Schlüsselkomponenten (Abb. 8):

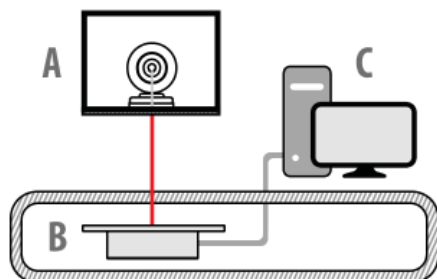


Abb. 8: Komponenten eines Röntgensystems

- Einen Generator für die Röntgenstrahlen (A)
- Einen Detektor (B)
- Einen Computer (C)

Nachdem der Strahl aus dem Ausgangsfenster des Röntgenstrahlgenerators austritt, fällt er in einer geraden Linie durch einen Kollimator (ein Gerät zur Verengung der Röntgenstrahlen auf einen normalerweise 2 mm breiten, fächerförmigen Strahl), durch das Lebensmittelprodukt und zum Detektor.



Abb. 9: Röntgensystem aus Edelstahl

Die Baugruppe ist insgesamt in einem Gehäuse aus Edelstahl untergebracht (Abb. 9), auf dem eine säulenförmige Leuchte angebracht ist, die den Status des Systems anzeigt. Die Leuchte (Abb. 10) ist mit einer Sicherheitsschaltung verdrahtet; das bedeutet, wenn die Leuchte versagt, wird die Quelle der Röntgenstrahlung automatisch ausgeschaltet. Jeder Zugang zur primären Strahlung des Röntgenstrahls ist durch zwei zwangsgebremste Verriegelungen geschützt und wird durch ein Sicherheitsrelais überwacht.



Abb. 10: Gut sichtbare säulenförmige Leuchte

4.1 Schutzprinzipien

Röntgensysteme sind designgemäß sicher. Röntgenstrahlen werden nur erzeugt, wenn das Gerät eingeschaltet ist. Während dieser Betriebszeit kann das Expositionsrisiko mit Hilfe der Anwendung eines oder aller der folgenden Schutzprinzipien kontrolliert werden:

- Abstand
- Abschirmung

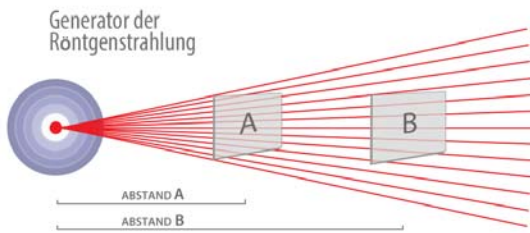


Abb. 11: Strahlungsintensität

Abstand:

Die Strahlungsintensität nimmt rapide ab, je weiter man sich von der Strahlungsquelle entfernt (Abb. 11). Die Abnahme erfolgt proportional zum Quadrat des Abstands zur Strahlungsquelle. Jedoch besteht in einem Werk zur Lebensmittelverarbeitung meist Platzmangel, weshalb das Einhalten des gebotenen Sicherheitsabstands durch das Personal nicht immer praktikabel ist.

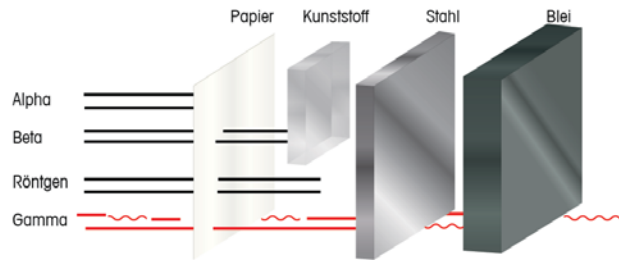


Abb. 12: Abschirmungsmaterialien und ihr Effekt

Abschirmung:

Das Abschirmen von Geräten liegt vollständig in der Kontrolle des Herstellers und ist daher die häufigste Variante der Emissionskontrolle. Je dichter das Material, desto besser ist der Abschirmungseffekt (Abb. 12). Deshalb werden Röntengeräte vorwiegend aus Edelstahl hergestellt und in ein Edelstahlgehäuse hineingestellt (Abb. 13).

Mit einer angemessenen Abschirmung stellt ein Röntgeninspektionsgerät keinerlei Gesundheitsrisiko für die Menschen dar, die damit arbeiten. Da die Detektoren an modernen Röntgensystemen äußerst sensibel reagieren, konnten die Hersteller die Stärke der Röntgenquelle reduzieren. Eine weniger starke Quelle gibt auch weniger Strahlung ab und erfordert damit eine weniger starke Abschirmung

4.2 Sicherheitsvorschriften

Die Herstellung und Lieferung von Röntgeninspektionsgeräten wird durch Vorschriften geregelt. In Großbritannien sind dies die „Ionizing

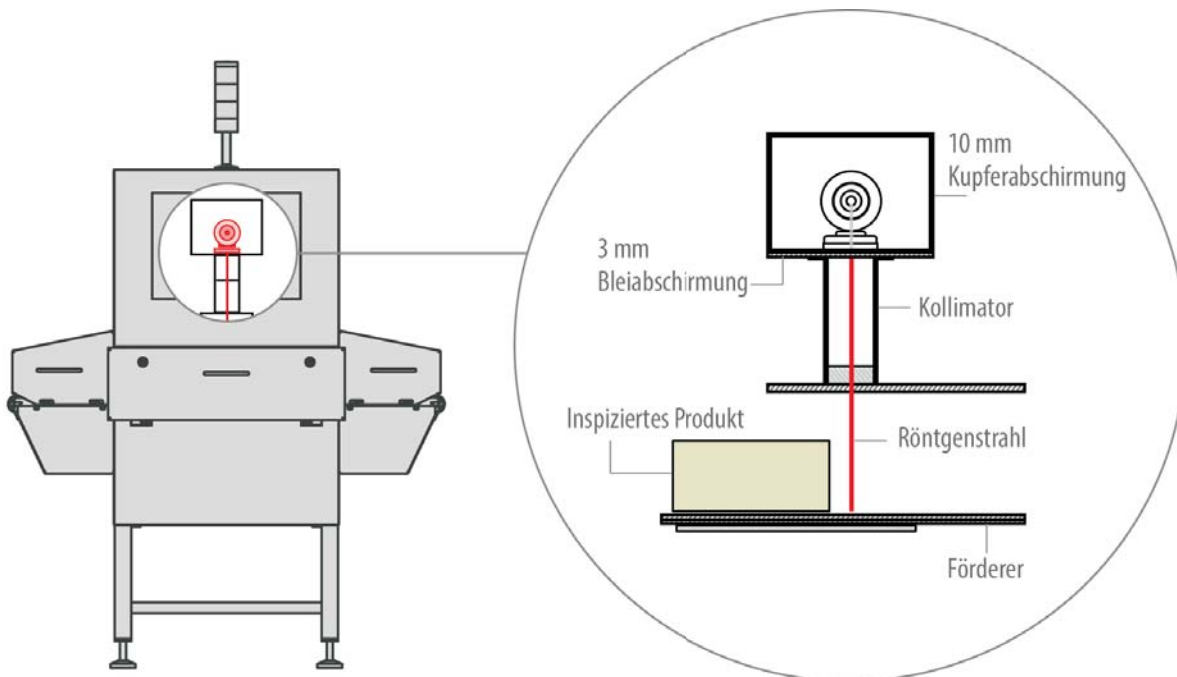


Abb. 13: Abschirmung des Röntgenstrahls innerhalb eines Röntgensystems

Radiations Regulations 1999“, die zur Kontrolle ionisierender Strahlung implementiert wurden. In den USA gibt es den „United States Food and Drug Administration (FDA) Code of Federal Regulations Title 21 Part 1020 - Leistungsstandards für ionisierende Strahlung emittierende Produkte“, insbesondere 21 CFR 1020.40 „Röntgensysteme in Schrankausführung“. Diese Vorschriftenwerke gewährleisten den unbedenklichen und sicheren Betrieb der Geräte, selbst wenn das Bedienungspersonal dauerhaft neben dem Gerät stehen muss.

In der Praxis verbringt das Bedienungspersonal nur wenig Zeit in unmittelbarer Nähe des Röntgeninspektionsgeräts. Moderne Systeme sind automatisiert, um den personellen Aufwand auf ein Minimum zu begrenzen. Trotzdem muss ein gut konzipiertes Röntgeninspektionssystem die Vorschriften zur Verwendung ionisierender Strahlung einhalten.

4.3 Merkmale des Sicherheitsdesigns

Zu den standardgemäßen Sicherheitsmerkmalen sollten spezielle Lamellenvorhänge, die Emissionen zurückhalten, und ein Sicherheitsverriegelungsdesign gehören. Weiter kann das Röntgensystem vollständig mit der Sicherheitsschaltung der Produktionsstraße des Herstellers integriert werden, sofern dies erforderlich ist. Andere unbedingt bereitzustellende Funktionsmerkmale sind ein verriegelbarer Haupttrennschalter, einfach zu erreichende Notaus-Schalter und eine auf dem Gerät installierte säulenförmige Leuchte, die von allen Seiten gut sichtbar ist (Abb. 14).

Nach der Installation muss das Gerät - wie gesetzlich vorgeschrieben - im Rahmen einer abschließenden Röntgenkontrolle abgenommen werden. Dies kann nicht durch den Hersteller sondern muss durch einen vereidigten Sachverständigen erfolgen. Vor der Betriebsaufnahme sollte das Personal in der korrekten Verwendung des Geräts und den relevanten Gesundheits- und Sicherheitsbelangen geschult werden.

5. Fazit

Eine geringe Strahlenbelastung gehört zum Alltag – wir sind ihr seit Jahrtausenden ausgesetzt gewesen. Die Röntgeninspektion von Lebensmitteln wird zunehmend zu einem Aspekt des täglichen Lebens. Jedes Jahr unterziehen mehr und mehr bekannte Hersteller ihre Lebensmittelprodukte Röntgeninspektionen. Das ist jedoch kein Grund zur



Abb. 14: Standardgemäße Sicherheitsmerkmale

Beunruhigung. Lebensmittel, die vor dem Röntgen schmackhaft und ernährungstechnisch wertvoll waren, sind dies auch nachher. Der Nachweis kommt von den Herstellern, die Röntgeninspektionen implementiert haben und deren Kunden keinen Unterschied im Hinblick auf Geschmack oder Konsistenz festgestellt haben.

Mit Röntgeninspektionssystemen arbeitendes Personal wird gesetzlich und designtechnisch geschützt. Die Vorschriften stellen sichere Höchstgrenzen fest, und die Hersteller integrieren eine erhöhte Sicherheit durch ein entsprechendes Design. Es werden keine aktiven Strahlungsquellen - wie Uran - verwendet. Stattdessen werden die Röntgenstrahlen in dem Gerät auf elektrischem Wege erzeugt, was bedeutet, sie können ein- und ausgeschaltet werden. Bei Beachtung der Sicherheitsrichtlinien bieten moderne Röntgeninspektionssysteme eine sichere Arbeitsumgebung in der Lebensmittelindustrie.

Das Gerät würde nicht existieren, wenn es nicht einen konkreten Zweck erfüllen würde. Die wahre Gefahr für die menschliche Gesundheit liegt in Lebensmittelverunreinigungen begründet, etwa durch Metall, Glas, Steine und Knochen. Röntgeninspektionssysteme werden dazu verwendet, solche zu entdecken und verunreinigte Lebensmittelprodukte aus der Produktionsstraße auszusondern. Da Röntgeninspektionen gut dazu geeignet sind, Verunreinigungen zu finden (und

damit auch die Unversehrtheit des Produkts zu prüfen), ohne die Lebensmittel oder die Menschen, die diese Geräte bedienen, negativ zu beeinflussen, lässt sich durchaus festhalten, dass Röntgeninspektionen die Lebensmittelsicherheit in der Tat verbessern und ihr nicht schaden.

6. Glossar

Größenordnungen/ - (http://en.wikipedia.org/wiki/Order_of_magnitude) Zur Herstellung ungefährer Vergleiche werden in der Regel Größenordnungen verwendet. Wenn zwei Zahlen sich um eine Größenordnung voneinander unterscheiden, ist die eine um das Zehnfache größer als die andere. Wenn sie sich um zwei Größenordnungen voneinander unterscheiden, ist die eine etwa um den Faktor 100 größer als die andere.

- Sv: Sievert (Maßeinheit zur Bestimmung der Dosis der Strahlenbelastung)
- mSv: Millisievert (ein Tausendstel eines Sievert)
- µSv: Mikrosievert (ein Millionstel eines Sievert)
- SI: Internationales Einheitensystem (frz.: Système International d'Unités)
- Gy: Gray (Größenangabe für die Aufnahme ionisierender Strahlung in Materie; in praktischen Szenarien handelt es sich bei der Strahlung um Gamma- oder Röntgenstrahlung; 1 Gy = 1 Sv)

7. Nachweise

Links zu verschiedenen Informationsquellen und -arten sind nachfolgend zur Bezugnahme aufgelistet:

Federal Office for Radiation Protection – Bundesamt für Strahlenschutz:
<http://www.bfs.de/bfs>

The Health Protection Agency – Strahlungssicherheit in Großbritannien
<http://www.hpa.org.uk/radiation>

Food Standards Agency:
<http://www.food.gov.uk/>

FDA – die wichtigste Aufsichtsbehörde der USA:
<http://www.fda.gov/cdrh/radhealth/>

Weltgesundheitsorganisation (WHO):
http://www.who.int/foodsafety/publications/fs_management/irradiation/en/FAO/WHO
Lebensmittelstandards:
<http://www.codexalimentarius.net>

Health & Safety Executive UK – Sicherheitsratschläge für die Arbeit mit ionisierender Strahlung:
<http://hse.gov.uk>

Soil Association:
<http://www.soilassociation.org>

Kostenloses White Paper zum Thema Röntgeninspektion

Was ist die DEXA-Technologie und wie misst sie den Fettgehalt von Fleisch?

Fleischverarbeitende Betriebe verlassen sich zunehmend auf die Dual-Röntgen-Absorptionsmetrie (Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA)) zur Bestimmung des Mageranteils (CL-Wert) bzw. Fettgehalts von Fleischteilstücken und gewolfem Fleisch. DEXA ermöglicht die Überprüfung von 100 % des Durchsatzes in Echtzeit und unterstützt fleischverarbeitende Betriebe so bei der Kosteneinsparung.

Aber was genau ist die DEXA-Technologie? Wie funktioniert sie eigentlich? Welche Vorteile bietet sie für die Fleischindustrie?

Dieses Whitepaper bietet einen gründlichen Einblick in eine Technologie, die sich rapide zum weltweiten Standard für die Bestimmung des Mageranteils entwickelt.

Bestellen Sie jetzt Ihr KOSTENLOSES Exemplar:
www.eaglepi.com/wp_dexa

Können Sie Ihre Magerwerte garantieren?

Angesichts aktueller Entwicklungen, die hoch präzise und schnell ermittelbare chemische Mageranteilwerte (CL-Werte) verlangen, wird es für fleischverarbeitende Betriebe wichtiger als je zuvor, ihre CL-Werte zu garantieren. Das neue Whitepaper von Eagle ist eine unverzichtbare Lektüre für alle an der Produktion oder Verarbeitung von Fleisch beteiligten Personen.

Bestellen Sie jetzt Ihr KOSTENLOSES Exemplar:
www.eaglepi.com/wp_chemical_lean

Auswahl kritischer Kontrollpunkte

Röntgeninspektionssysteme können an einem beliebigen Punkt im Produktionsprozess installiert werden. Die Auswahl der effektivsten Positionen – der kritischen Kontrollpunkte (CCP) – kann jedoch eine Herausforderung sein. Dieses Whitepaper befasst sich mit der Bedeutung von Röntgeninspektionssystemen für alle Schritte der Produktion, von Rohmaterialien bis hin zum verpackten Produkt. Es umfasst reale Beispiele zur Veranschaulichung, wie Kosteneffizienz und Effizienz bei der Erkennung von Fremdkörpern zur Bestimmung der optimalen Position beitragen.

Bestellen Sie jetzt Ihr KOSTENLOSES Exemplar:
www.eaglepi.com/wp_ccp

Röntgeninspektion - Mehr als Fremdkörpererkennung

Röntgeninspektionssysteme können zahlreiche verborgene Qualitätsprobleme in der Verpackung oder innerhalb des Produkts selbst aufdecken. Dieses Whitepaper beschreibt, wie sich die Röntgeninspektion von einer Technik der Fremdkörpererkennung zu einem vielseitig einsetzbaren Werkzeug zum Schutz von Markenwerten und Kundenzufriedenheit entwickelt hat.

Bestellen Sie jetzt Ihr KOSTENLOSES Exemplar:
www.eaglepi.com/wp_more_than_detection

Wie sicher ist die Röntgeninspektion von Lebensmitteln?

Dieses Whitepaper behandelt die häufigsten Missverständnisse in Bezug auf die Röntgeninspektion von Lebensmitteln. Das Dokument ist unerlässlich für Lebensmittelhersteller, die eine Implementierung von Röntgeninspektionssystemen zur Erfüllung branchenspezifischer Sicherheitsvorschriften und gesetzlicher Auflagen erwägen.

Bestellen Sie jetzt Ihr KOSTENLOSES Exemplar:
www.eaglepi.com/whitepaper

BRC Global Standard for Food Safety

Dieses Whitepaper bietet einen umfassenden Einblick in einen der wichtigsten GFSI-Standards – den BRC Global Standard for Food Safety (Ausgabe 6). Darüber hinaus werden die neuesten Anforderungen dieses Standards beschrieben. In diesem Whitepaper werden insbesondere Aspekte wie Rückverfolgbarkeit, Qualitätskontrolle, Fremdkörpererkennung, hygienisches Anlagendesign und Gerätekalibrierung behandelt. Des Weiteren wird die Implementierung eines Produktinspektionsprogramms mit Röntgeninspektionssystem erörtert, das Lebensmittelhersteller beim Erreichen der Anforderungskonformität unterstützt. Diese ist Voraussetzung dafür, um in der vom starken Wettbewerb geprägten Lebensmittelindustrie dauerhaft erfolgreich sein zu können.

Bestellen Sie jetzt Ihr KOSTENLOSES Exemplar:
www.eaglepi.com/wp_brc6

MultiControl GmbH

Büro Süd Deutschland und Österreich
Kühbachstrasse 17
94259 Kirchberg
Tel.: +49 (0) 9927-9509829
www.multicontrol.de

MultiControl GmbH

Körperstraße 15
60433 Frankfurt am Main
Tel.: +49 (0) 6102-2068091

Marion Wittenzellner
Mob: +49 (0) 1608941377
Email: marion.wittenzellner@multicontrol.de

Hans Janik
Mob: +49 (0) 1726521609
Email: hans.janik@multicontrol.de