

# DEXA TECHNOLOGY

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

### INHALT

- 
- 1 Was sind Röntgenstrahlen?

---

  - 2 Funktionsweise der Röntgeninspektion

---

  - 3 Wie funktioniert die DEXA-Technologie?

---

  - 4 Fettmanagement

---

  - 5 Anwendungen

---

  - 5 Fazit

---

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

Dual-Röntgen-Absorptiometrie (Dual Energy X-ray Absorptiometry, DEXA) wird in der Medizinbranche bereits seit vielen Jahren zu Knochendichte-Untersuchungen genutzt und typischerweise zur Diagnose von Osteoporose und anderen Knochenverlust verursachenden Beschwerden sowie zur Messung der Körperzusammensetzung verwendet. Auch Flughafen-Sicherheitsscanner, die alles von Obst und organischen Substanzen bis zu Waffen und Sprengstoff erkennen können, basieren auf DEXA.

Aus diesem Grund verlassen sich die Fleischverarbeiter angesichts schwindender Gewinnspannen zunehmend auf die DEXA-Technologie (Dual Energy X-ray Absorptiometry) als nicht invasives und äußerst genaues Inline-Verfahren zur Bestimmung des Mageranteils bzw. Fettgehalts von Fleischabschnitten und gewolfem Fleisch.

Durch die Bestimmung des Mageranteils von frischem, gekühltem und gefrorenem Fleisch kann die DEXA-Technologie den gesamten Verarbeitungsdurchsatz in Echtzeit überprüfen und Fleischverarbeiter dabei unterstützen, durch ein unübertroffenes Fettmanagement die Erträge zu steigern.

Aber was genau ist die DEXA-Technologie, wie funktioniert sie eigentlich und welche Vorteile bietet sie der Fleischindustrie?

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

Wenn in diesem Dokument zur Vereinfachung auch durchgehend von Fleischverarbeitern gesprochen wird, so wendet es sich doch an alle an der Produktion oder Verarbeitung von Fleisch Beteiligten, darunter Werks- und Qualitätsmanager von Schlachthöfen, Hersteller, Händler und Verarbeiter von Fleischwaren.

DEXA stellt eine erweiterte Form der Röntgentechnologie dar, genauer gesagt: die jüngste Entwicklung auf dem Gebiet der Röntgentechnologie zur Produktinspektion. Sie wurde entwickelt, um Materialien anhand ihrer Ordnungszahl zu unterscheiden und ermöglicht die Echtzeit-Untersuchung von Fleischabschnitten und gewolfem Fleisch zur Bestimmung der Fleischzusammensetzung.

Aus diesem Grund erklärt dieses Whitepaper zunächst, was Röntgenstrahlen sind, aus welchen Hauptkomponenten ein Röntgeninspektionssystem besteht und auf welchen Funktionsprinzipien es basiert. Danach werden die Funktionsweise der DEXA-Technologie, ihre wesentlichen Vorteile und typische Anwendungen in der Fleischindustrie erläutert.

## 1. Was sind Röntgenstrahlen?

Röntgenstrahlen sind eine von vielen natürlich auftretenden Strahlungsquellen und, wie Funkwellen oder sichtbares Licht, eine nicht sichtbare Form elektromagnetischer Strahlung. Alle Arten elektromagnetischer Strahlung sind Teil eines einzelnen Kontinuums, das als elektromagnetisches Spektrum bekannt und entsprechend der Frequenz und Wellen angeordnet ist (Abbildung 1). Es erstreckt sich von den Funkwellen (langwellig) an einem Ende bis hin zu den Gammastrahlen (kurzwellig) am anderen Ende.

Aufgrund der kurzen Wellenlänge sind Röntgenstrahlen in der Lage, für sichtbares Licht undurchlässige Materialien zu durchdringen. Jedoch können Röntgenstrahlen nicht alle Materialien gleich gut durchleuchten. Die Durchlässigkeit eines Materials für Röntgenstrahlung ist eng mit der Materialdichte verbunden – je höher die Materialdichte, desto weniger Röntgenstrahlung kann das Material durchdringen.

Feste Fremdkörper wie z. B. Glas und Metall werden von Röntgeninspektionssystemen erkannt, da sie mehr Strahlung absorbieren als das umgebende Produkt, weshalb sich Lebensmittelhersteller sich immer häufiger auf Röntgeninspektionssysteme verlassen, die verunreinigte Produkte erkennen und aus der Produktionslinie ausschleusen, um Verbraucher zu schützen, Rückrufaktionen zu vermeiden und so den Schutz der Marke zu gewährleisten.

## 2. Funktionsweise der Röntgeninspektion

Einfach ausgedrückt verwendet ein Röntgensystem einen Röntgenerators, um Röntgenstrahlen mit geringer Energie auf einen Sensor oder Detektor zu richten. Bei der Röntgeninspektion wird ein Produkt oder Paket durch einen Röntgenstrahl geführt, bevor dieser den Detektor erreicht. Die Menge der während des Durchlaufs des Strahls absorbierten Röntgenenergie hängt von der Dicke, Dichte und der Ordnungszahl des Produkts ab. Wenn das Produkt den Röntgenstrahl durchläuft, erreicht nur die Restenergie den Detektor, und die Messung der Absorptionsdifferenz zwischen Produkt und Verunreinigung bildet die Basis für die Fremdkörpererkennung bei der Röntgeninspektion.

### 2.1 Woraus besteht ein Röntgeninspektionssystem?

Ein Röntgeninspektionssystem setzt sich aus drei Hauptbestandteilen zusammen

- Einem Röntgenerators (A)
- Einem Detektor (B)
- Einem Computer (C)

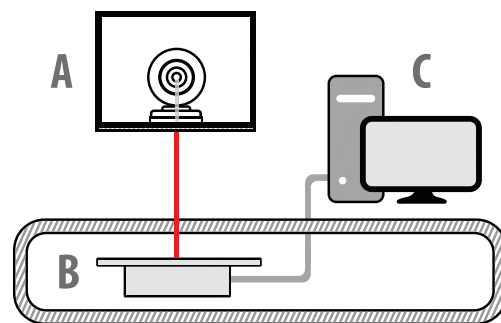


Abbildung 2: Komponenten eines Röntgeninspektionssystems

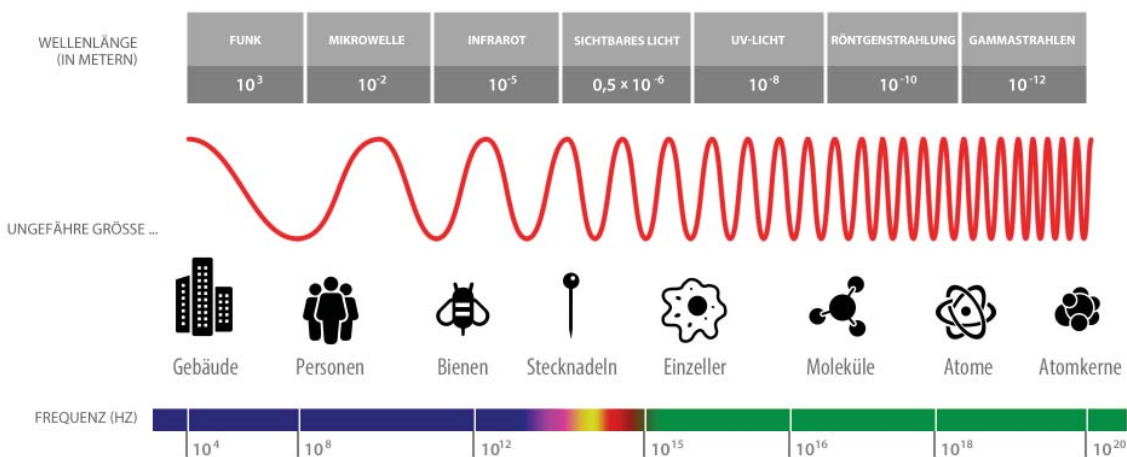


Abbildung 1: Das elektromagnetische Spektrum

Der Röntgenstrahl wird durch eine Röntgenröhre erzeugt, die sich im Röntgengenerator befindet. Er verlässt den Röntgengenerator durch ein Fenster und läuft in einer geraden Linie durch einen Kollimator (eine Anordnung zur Erzeugung eines schmalen, fächerförmigen Röntgenstrahls). Anschließend durchläuft der Röntgenstrahl das zu untersuchende Produkt oder Paket, bevor er letztendlich den Detektor erreicht.

## 2.2 Röntgengenerator

Im Röntgengenerator befindet sich eine Röntgenröhre, die einen Röntgenstrahl erzeugt. Moderne Röntgenröhren bestehen aus einer Glashülle, einer Heizkathode, einer Kupferanode und einer Wolframscheibe. Die Kathode (A) ist die Elektronenquelle und besteht aus einem Wolframheizfaden, der durch elektrischen Strom zum Glühen gebracht wird. Durch Anlegen einer hohen Spannung zwischen der Anode (C) und der Kathode werden Elektronen beschleunigt und bewegen sich auf die Scheibe (B) zu.

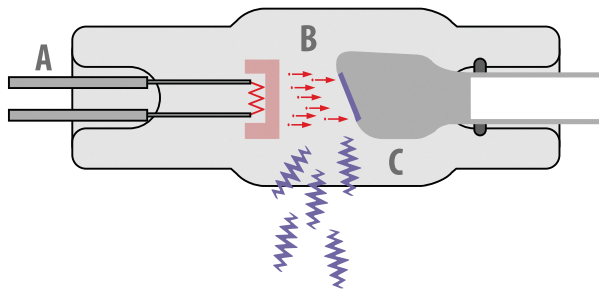


Abbildung 3: Röntgenröhre

Wenn die Elektronen auf die Wolframscheibe in der Kupferanode treffen, werden sie schnell abgebremst, wodurch die Röntgenemissionen verursacht werden (Abbildung 3). Je nach Anwendung können verschiedene Röntgenröhren gewählt werden, um die Erkennungsgenauigkeit und die Gesamtleistung zu optimieren (Abbildung 3).

## 2.3 Röntgenstrahlen

Die Auswahl des richtigen Systems ist die grundlegende Voraussetzung für den Erfolg der Röntgeninspektion, da die Systeme Fremdkörper nur optimal erkennen können, wenn alle Elemente – vom Strahlwinkel bis zum Ausschleusmechanismus – exakt für die vorliegende Anwendung ausgewählt werden. Bei den meisten Röntgensystemen emittiert der Generator einen vertikalen Röntgenstrahl zum Scannen des Produkts, wenn dieses das Röntgeninspektionssystem durchläuft (Abbildung 4).

## 2.4 Röntgendetektor

Ein Röntgendetektor ist für Röntgenstrahlung, was eine Kamera für das Licht ist: eine Möglichkeit, Röntgenenergie zu erfassen und in eine Bildform zu überführen, die elektronisch verarbeitet werden kann. Röntgensysteme enthalten in der Regel einen Detektor, der aus einzelnen Elementen (Dioden) besteht. Diese wandeln die erkannte Röntgenenergie entsprechend ihrer Stärke in ein elektrisches Signal um, das an den Computer des Systems zurückgesendet wird.

## 2.5 Erzeugen eines Röntgenbildes

Ein Röntgeninspektionssystem ist im Prinzip ein Scan-Gerät. Wenn ein Produkt das System mit einer konstanten Geschwindigkeit durchläuft, erzeugt der Röntgendetektor ein Graustufenbild des Produkts, indem die den Detektor erreichende Röntgenenergie gemessen wird (Abbildung 5).

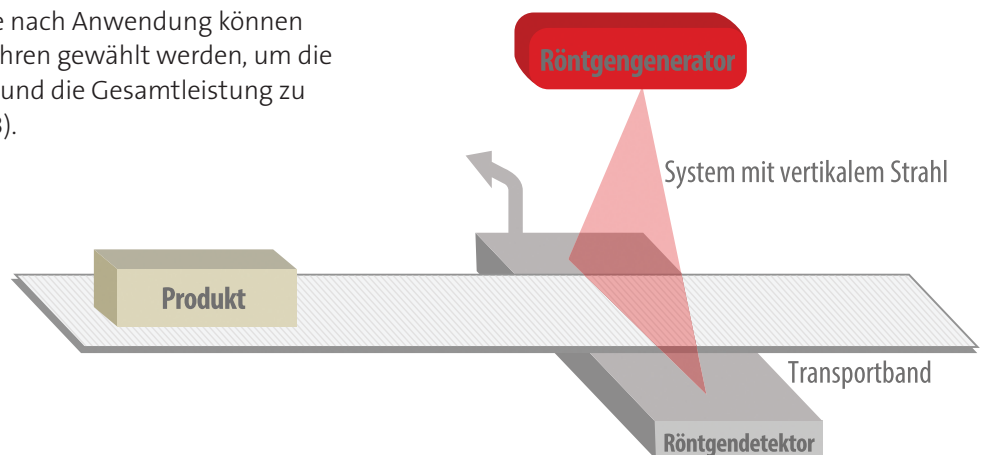


Abbildung 4: System mit vertikaler Röntgenstrahlung

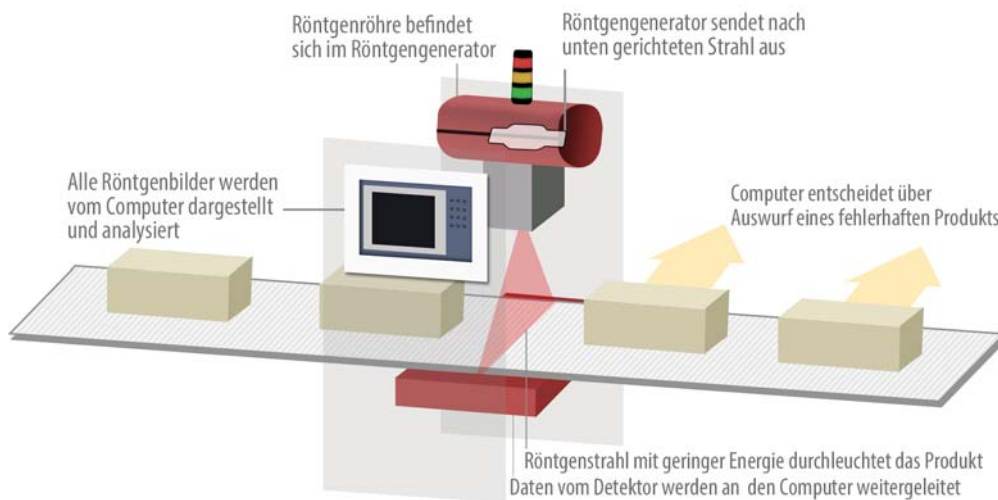


Abbildung 5: Erzeugen des Röntgenbildes

Jedes Bild besteht aus Pixeln, und die für jedes Pixel absorbierte Röntgenenergie erzeugt einen Wert auf einer Grauskala der im Bereich von 0 (weiß) bis 65535 (schwarz) liegt. Wenn das Produkt oder Produktpaket über den Detektor läuft, wird jede Zeile von Graustufendaten zu den vorherigen hinzugefügt, bis ein vollständiges Produktabbild erzeugt ist - ungefähr so, wie man einzelne Brotscheiben zu einem Laib zusammensetzen kann.

Im Röntgensystem analysiert eine Software das Bild und vergleicht es mit einem vordefinierten, akzeptablen Standard.

Basierend auf diesem Vergleich wird das Bild (und damit das von ihm repräsentierte Produkt) vom System akzeptiert oder zurückgewiesen. Im Fall einer Rückweisung sendet die Software ein Signal an ein automatisches Ausschleussystem, welches das Produkt dann aus der Produktionslinie entfernt. (Abbildung 6).



Abbildung 6: Erzeugung von Röntgenbildern

Die Dioden im Röntgendetektor stehen in unterschiedlichen Größen zur Verfügung, um unterschiedliche Bildauflösungen zu ermöglichen. Mit kleineren Dioden lässt sich eine höhere räumliche Auflösung erreichen. Für eine hohe Bildqualität erfordern sie allerdings auch eine höhere Röntgenenergie, sodass in diesem Bereich oft Abstriche gemacht werden müssen.

### 3. Wie funktioniert die DEXA-Technologie?

Wie Standard-Röntgensysteme wird auch bei der DEXA-Technologie mit Hilfe eines Generators ein Röntgenstrahl auf einen Detektor gerichtet und das Produkt durch den Strahlengang geleitet.

Anders als herkömmliche Röntgeninspektionssysteme verwendet DEXA jedoch zwei Energiespektren, sowie zwei übereinander angeordneten Detektoren.

Der obere Detektor ist durch seine chemische Zusammensetzung empfindlich für niedrigenergetische (langwellige) Röntgenstrahlen, der untere Detektor für hochenergetische (kurzwellige) Röntgenstrahlen.

Wenn diese beiden so angeordneten Detektoren (Detektor-Array) von oben durch Röntgenenergie bestrahlt werden, werden vom Detektor-Array zwei verschiedene Wellenlängen- bzw. Energiegruppen wahrgenommen. Dies macht das "Dual-Röntgen" im Begriff "Dual-Röntgen-Absorptiometrie" aus (Abbildung 7).

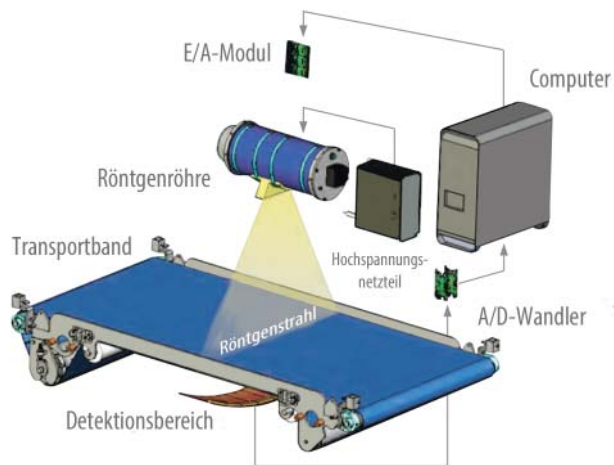


Abbildung 7: DEXA-Systemkomponenten

Wenn ein Röntgenstrahl durch ein Vakuum auf das Detektor-Array gerichtet wird, entsprechen die Signale aus den beiden Detektoren direkt der Ausgangsenergie der Röntgenquelle, da sich nichts im Strahlengang befindet, das die Röntgenstrahlen absorbieren oder zerstreuen kann.

Wenn jedoch ein Röntgenstrahl durch ein Stück Fleisch projiziert wird, wird von diesem ein Teil der Energie absorbiert. Ein anderer Teil der Energie kann das Fleisch durchdringen. Was absorbiert wird und was das Fleisch durchdringt, hängt von dessen Zusammensetzung ab.

Fleisch besteht aus Elementen und jedes Element hat eine eigene Ordnungszahl. Bei einer konstanten Röntgenenergie wird mit zunehmender Ordnungszahl des Elements mehr Röntgenenergie absorbiert, sodass weniger Energie das Objekt durchdringen kann. Kohlenstoff mit der Ordnungszahl 6 absorbiert sehr viel weniger Röntgenenergie als Blei mit der Ordnungszahl 82. Blei absorbiert fast die gesamte Röntgenenergie. Deshalb wird es zum Beispiel in Röntgenlaboren zur Abschirmung verwendet.

Da unterschiedliche Elemente unterschiedliche Ordnungszahlen besitzen, werden bei Materialien aus unterschiedlichen Elementen unterschiedliche Absorptionswerte gemessen. Diese macht den Wortbestandteil „Absorptiometrie“ bzw. das A in DEXA aus.

Ehe die Kombination aus Doppel-Röntgen und Absorptiometrie thematisiert werden soll, muss noch das Detektor-Array betrachtet werden, das für zwei verschiedene Bereiche von Röntgenstrahlung empfindlich ist. Wie viel Röntgenstrahlung ein bestimmtes Element absorbiert, hängt von der

Röntgenenergie ab. Da bei DEXA ein Detektor-Array zum Einsatz kommt, das Werte für zwei verschiedene Energien liefert, liegt es nahe, diese als Verhältnis auszudrücken.

Durch die zwei verschiedenen Energiespektren werden zwei unterschiedliche Bilder erzeugt. Zur Bestimmung der durchschnittlichen atomaren Zusammensetzung eines Materials kann dann das relative Verhältnis der absorbierten Energien berechnet werden.

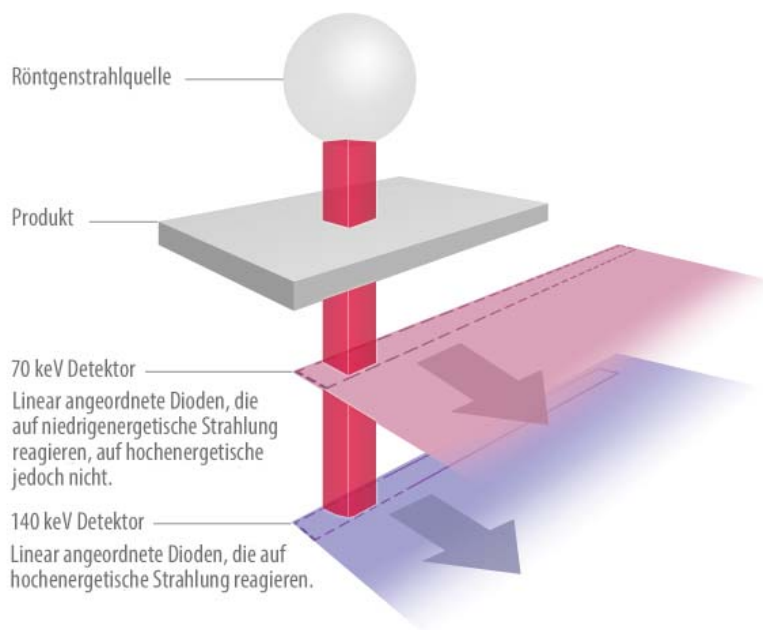
Dieses Verhältnis ist bei magerem Gewebe und Wasser (welches meistens in magerem Gewebe gebunden ist) höher als bei Fett. Bei Knochen, welche eine größere Anzahl von Elementen mit höheren Ordnungszahlen (wie zum Beispiel Kalzium) enthalten, ist dieses Verhältnis noch höher.

Im Prinzip misst DEXA also das Verhältnis zweier verschiedener Gruppen von Röntgenenergien, welche ein Material durchdringen, und anhand dieser Messung lässt sich fettes von magerem Fleisch unterscheiden. Die Abkürzung „keV“ im obigen Diagramm steht für „tausend Elektronenvolt“ und ist ein Maß für die Energie der Röntgenstrahlen (Abbildung 8).

### 3.1 Wie misst DEXA den Mageranteil?

Der Mageranteil (Chemical Lean, CL) ist ein numerischer Wert, der den Magergehalt einer Menge Fleisch repräsentiert. DEXA misst zwar den Mageranteil nicht direkt, kann ihn jedoch angeben. Der CL errechnet sich durch Subtraktion des Fettanteils in Prozent vom Gesamtwert 100, d. h. nach der Formel  $CL = 100 - \text{Fettanteil}$ . Ein Fettanteil von 10 ergibt also einen CL von 90.

Der CL ist der entscheidende Faktor bei der Bestimmung des Wertes von Fleischabschnitten. Der Produktpreis in der Fleischindustrie wird anhand von CL-Prozentsätzen festgelegt. Ob es um die Verpackung oder Verarbeitung von Fleisch geht: Die Kenntnis des tatsächlichen Mageranteils bedeutet für Fleischverarbeiter einen geldwerten Vorteil. Traditionell wird der CL in einem als Soxhlet-Extraktion bezeichneten Laborverfahren gemessen. Bei diesem wird zunächst eine Fleischprobe gewogen. Dann wird das Fett aus der Probe extrahiert und ebenfalls gewogen. Der Quotient aus dem Gewicht des Fettes und dem der Probe ergibt dann den Fettanteil. Der Mageranteil umfasst daher alle Bestandteile des Fleisches, die nicht fett sind.



Die Funktionsweise von DEXA basiert auf der Messung der Absorption zweier Röntgenenergiespektren durch das Produkt. Zwei lineare Detektoren, die für verschiedene Bereiche des Röntgenspektrums empfindlich sind, detektieren die das Produkt durchdringenden Röntgenstrahlen und erzeugen so zwei 2-dimensionale Röntgenbilder. Das eine erfasst die Absorption des niedrigerenergetischen Spektrums durch das Produkt, das andere die Absorption des hochenergetischen Spektrums.

Bildbearbeitungsalgorithmen berechnen das relative Verhältnis der vom Produkt absorbierten Energie anhand der entsprechenden Pixel in beiden Bildern, wodurch sich die durchschnittliche atomare Zusammensetzung an dieser Position des Produkts bestimmen lässt.

Abbildung 8: Funktionsweise der Dual-Röntgen-Absorptiometrie

Die Soxhlet-Extraktion ist das Industriestandard-Referenzmodell, mit dem andere Fettanalysemethoden zur Kalibrierung verglichen werden. Um ein variables Verhältnis von Röntgenenergie mit diesem klassischen Modell in Einklang zu bringen, wird ein mathematisches Regressionsverfahren verwendet, welches die DEXA-Verhältnisse auf die Soxhlet-Werte abbildet. Dies bedeutet, dass ein gemessenes DEXA-Verhältnis auch mit der Soxhlet-Extraktion ermittelt werden kann.

Neben der Soxhlet-Methode gibt es eine Reihe anderer Methoden zur Bestimmung des Fettgehalts von Fleisch, darunter Anyl-Ray sowie die NIR- und NIT-Spektroskopie, welche gegenwärtig von Fleischverarbeitern am häufigsten verwendet werden.

In einem separaten Whitepaper mit dem Titel Können Sie Ihre Magerwerte garantieren? werden diese Methoden sowie ihre Anwendbarkeit unter gegenwärtigen Marktbedingungen eingehender untersucht und die Grenzen darlegt, die es Fleischverarbeitern erschweren, mit ihnen den Fettgehalt des Fleisches zu garantieren.

Das Whitepaper kommt zu dem Schluss, dass Inline-Analysemethoden zur Berechnung des Mageranteils mittels der DEXA-Technologie an Bedeutung gewinnen, da diese in der Lage sind, die aktuellen Bedürfnisse nach hoch präzisen und schnell ermittelten Werten zu erfüllen.

## 4. Fettmanagement

In der von starkem Wettbewerb geprägten Fleischindustrie entscheidet ein schmaler Grat über den Erfolg oder Misserfolg eines Unternehmens. Fleisch verarbeitende Betriebe erzielen sehr geringe Gewinnmargen, sodass im Produktionsprozess keine Fehler passieren dürfen.

DEXA-Technologie kann Fleischverarbeitern entscheidend beim Fettmanagement helfen, um das beste Preis-Leistungs-Verhältnis zu sichern und das Endergebnis zu verbessern.

Für Schlachthöfe ist Fettkontrolle von Interesse, weil sie hilft, die wissentliche (und unwissentliche) Abgabe von Magerfleisch sowie die mit Fettreklamationen verbundenen Kosten zu verringern. Für Fleischverarbeiter ist Fettkontrolle zum effektiven Fettmanagement unabdingbar.

Fleischverarbeiter, die auf herkömmliche Labor-Testmethoden angewiesen sind, können sich nicht auf die Präzision ihrer Fettkontrolle verlassen, da sie auf diese Weise nicht 100 Prozent ihrer Produktion testen können. Infolgedessen neigen sie dazu, zur Vermeidung von Kosten im Zusammenhang mit Fettreklamationen\* durch visuelle Mageranteilbestimmung („visual lean measurement“, VL)\*\* zu viel mageres Fleisch zu verwenden. Dies führt dazu, dass sie oft mehrere Prozent Magerfleisch verschenken.

Die DEXA-Technologie ermöglicht stattdessen eine hundertprozentige Inspektion des Durchsatzes sowie präzise CL-Werte innerhalb eines Bereichs von +/- 1CL des realen CL-Wertes. So ermöglicht sie, Fettreklamationen und das Verschenken von Magerfleisch zu vermeiden. Ihre Anwender können erstmals behaupten: „Die Spezifikation, die Sie kaufen, ist die Spezifikation, die Sie bekommen“.

Da mageres Fleisch einen hohen und fettes Fleisch einen niedrigen Wert hat, liegt es außerdem im Gewinninteresse der Fleischverarbeiter, magerem Fleisch so viel fettes wie möglich beizufügen, ohne die Spezifikationen des Kunden zu verletzen. Geschieht dies nicht, muss das Produkt mit geringem Gewinn verkauft werden. Beim Fettmanagement geht es darum, genau diesen Wert zu erreichen.

DEXA bietet Fleischverarbeitern nie da gewesene Fettmanagement-Möglichkeiten, indem es engere Produktionskontrollen und die optimale Ausnutzung der Rohmaterialien zur Gewährleistung eines konsistenten Fettgehalts ermöglicht.

Neben der Berechnung des CL-Wertes ermöglicht die DEXA-Technologie in Kombination mit traditionellen Röntgensystemen der Lebensmittelindustrie auch die Ertragsgewichtsmessung für das Batch- und Rezept-Management. Durch das Erkennen von Fremdkörpern wie Metall, Glas, Stein und Knochensubstanz hilft sie außerdem bei der Einhaltung strenger Lebensmittelsicherheitsstandards.

## 5. Anwendungen

Im Gegensatz zu anderen Methoden der CL-Prüfung ist die Anwendbarkeit der DEXA-Technologie nicht auf knochenfreies Fleisch beschränkt, da diese außerdem die Inspektion sämtlicher von anderen Zutaten freier Rohfleischprodukte ermöglicht, seien diese frisch oder gefroren, lose, gemischt oder in Kartons verpackt. Darüber hinaus ist sie unabhängig von den Bedingungen der Gefrier- bzw. Auftauanlagen sowie von der Leitfähigkeit von Metallfolien oder Fleisch. Zu den Anwendungsmöglichkeiten gehört die Kontrolle von Fleischkartons, losen Fleischstücken und gewolfem Fleisch.

Im November 2012 werden zwei separate whitepaper veröffentlicht, die speziell auf die Bedürfnisse von Schlachthäusern und Fleischverarbeitern ausgerichtet sind und die Funktionsweise von DEXA in verschiedenen Anwendungsbereichen näher erläutern.

## 6. Fazit

DEXA ist eine Abkürzung für Dual Energy X-ray Absorptiometry (Dual-Röntgen-Absorptiometrie), eine verbesserte Form der Röntgentechnologie.

Wie dieses Whitepaper zeigt, weist DEXA sowohl Ähnlichkeiten als auch Unterschiede zur herkömmlichen Röntgeninspektion auf.

Die Funktionsweise der Technologie basiert auf der Nutzung zweier spezieller Röntgenspektren, welche die Messung der absorbierten Röntgenstrahlen von fettem und magerem Fleisch ermöglicht. Durch die Ermittlung des Verhältnisses zwischen absorbierter hochenergetischer und absorbierter niedrigenergetischer Röntgenstrahlung lässt sich die durchschnittliche Atommasse des gescannten Materials bestimmen.

Durch die zwei verschiedenen Energiespektren werden dann zwei unterschiedliche Bilder erzeugt. Zur Bestimmung der durchschnittlichen atomaren Zusammensetzung eines Materials kann das relative Verhältnis der absorbierten Energien berechnet werden.

Durch die schnelle und präzise Bestimmung der Fleischzusammensetzung ermöglicht DEXA engere Produktionskontrollen und gibt Fleischverarbeitern bisher unbekannt Möglichkeiten des Fettmanagements an die Hand.

Hierdurch ist DEXA zur bahnbrechenden Technologie auf dem Gebiet der CL-Konformität geworden und hat sich als unverzichtbar für Fleischverarbeiter erwiesen, die ihre Erträge verbessern und zu wichtigen Akteuren in der von starkem Wettbewerb und zunehmender Globalisierung geprägten Fleischindustrie werden wollen.

\* Fettreklamationen sind Preisabzüge, die ein Einkäufer von Fleischprodukten dem Lieferanten in Rechnung stellt, wenn die Lieferung nicht den Spezifikationen für Fett- und Mageranteil entspricht.

\*\* Visuelle Mageranteilbestimmung („visual lean measurement“, VL) ist eine subjektive Methode zur Schätzung des Fett- und Mageranteils, die allein auf einer Sichtprüfung durch einen erfahrenen Spezialisten beruht. Der visuell bestimmte Mageranteil unterscheidet sich in der Regel um ca. +/- 5 Prozentpunkte vom chemisch bestimmten Mageranteil.



HINWEIS: Alle Methoden für schnelle CL-Analysen basieren auf 'indirekten' Analysemethoden. Dies bedeutet, dass das Ergebnis nicht durch eine direkte Messung gewonnen wird, wie es bei vielen traditionellen Labormethoden der Fall ist. Indirekte Verfahren müssen in regelmäßigen Abständen anhand von Referenzmethoden überprüft werden.

# 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 gewolftem 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](http://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](http://www.eaglepi.com/wp_chemical_lean)

---

## 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](http://www.eaglepi.com/whitepaper)

## 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](http://www.eaglepi.com/wp_more_than_detection)

---

## 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](http://www.eaglepi.com/wp_brc6)



**MultiControl GmbH**

Büro Süd Deutschland und Österreich  
Kühbachstrasse 17  
94259 Kirchberg  
Tel.: +49 (0) 9927-9509829  
[www.multicontrol.de](http://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](mailto:marion.wittenzellner@multicontrol.de)

Hans Janik

Mob: +49 (0) 1726521609

Email: [hans.janik@multicontrol.de](mailto:hans.janik@multicontrol.de)