



# DETEKTIERBARKEIT VON BANDMATERIALIEN

Zusammenfassung	2
Verschiedene Inspektionssysteme zur Fremdkörpererkennung in der Lebensmittelindustrie	3
1 Metalldetektoren (Metallsuchgeräte)	4
1.1 Funktionsweise	
1.2 Einflussfaktoren	
1.3 Anforderung an metalldetektierbare Bänder und Accessoires	
2 Röntgendetektoren (X-Ray)	6
2.1 Funktionsweise	
2.2 Einflussfaktoren	
2.3 Anforderung an röntgendetektierbare Bänder und Accessoires	
3 Fazit	8
Anhang	9
Einsatz von Transportbändern in Metall- und Röntgendetektoren	

## Zusammenfassung

Um die Gesundheit der Konsumenten zu schützen, unterliegen Lebensmittelhersteller und -verarbeiter strengen Verordnungen und Bestimmungen.

Nach der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 und gleichwertigen Lebensmittelrichtlinien in Ländern außerhalb der EU müssen Lebensmittelhersteller die Grundsätze eines HACCP-Systems (Hazard-Analysis-Critical-Control-Points) anwenden. Nach diesem System erfolgt eine Gefahrenanalyse, die kritische Punkte im Produktionsprozess aufspürt und diese durch entsprechende Kontrollmechanismen entschärft.

Neben der Einhaltung z. B. hygienischer Standards ist dafür die Detektion von Fremdkörpern in Lebensmitteln ein wichtiger Baustein. Sie können auf unterschiedlichsten Wegen in die Produktionskette gelangen. In Einzelfällen, z. B. durch Delamination, Bruch o. Ä. können auch Partikel des in der Produktion verwendeten Transportbandes in das Lebensmittel geraten.

In dieser Publikation wird die Funktionsweise der in der Lebensmittelindustrie üblicherweise eingesetzten Inspektionssysteme skizziert und ihre Fähigkeit bewertet, Transportbandmaterialien als Fremdkörper detektieren zu können.

Die grundsätzlich andere Fragestellung, welche Transportbänder in den jeweiligen Systemen für den Produkttransport einsetzbar sind, wird im Anhang erläutert.

## Verschiedene Inspektionssysteme zur Fremdkörpererkennung in der Lebensmittelindustrie

Durch eine in den Verarbeitungsprozess integrierte, dynamische Fremdkörpererkennung soll in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie die Produktionssicherheit verbessert und die Produktqualität gesichert werden. Inspektionssysteme überprüfen kontinuierlich und zerstörungsfrei verpackte oder nicht verpackte Produkte, die beim Verdacht auf Verunreinigung durch Fremdkörper aussortiert werden. Bei verpackten Produkten ist eine erneute Verunreinigung ausgeschlossen.

Bei diesen Inspektionssystemen werden verschiedene Detektionsarten eingesetzt, die sich in ihrer Funktionsweise grundsätzlich voneinander unterscheiden und jeweils eigene Stärken und Schwächen mitbringen:

- Metalldetektoren (Metallsuchgeräte)
- Röntgendetektoren (X-Ray)
- optische Erkennungssysteme  
(nicht Gegenstand dieses Dokuments)

Die beiden ersten Verfahren wurden von Forbo Movement Systems umfangreich auf ihre Eignung untersucht, auch Transportbandmaterialien detektieren zu können.

Unter anderem in folgenden Lebensmittelbranchen werden Inspektionssysteme zur Qualitätskontrolle verwendet:

- Fertignahrung
- Convenience Food
- Fleisch/Geflügel/Fisch
- Teigverarbeitung
- Molkereiprodukte
- Cereals
- Süßwaren
- Früchte und Gemüse

Auch in anderen Industriezweigen werden sie mit unterschiedlichen Zielsetzungen eingesetzt:

- In Flughäfen beispielsweise dient die Röntgenkontrolle des Fluggastgepäcks der Flugsicherung
- in der kunststoffverarbeitenden Industrie (z.B. bei Forbo Siegling) und bei der Holzverarbeitung (Spanplattenindustrie) werden Metalldetektoren für den Anlagen- und Maschinenschutz sowie die Qualitätssicherung genutzt.

## 1 Metalldetektoren (Metallsuchgeräte)

Metalldetektoren sollen Eisen- und Nichteisenmetalle sowie Edelstahl in unverpackten und verpackten Lebensmittelprodukten aufspüren. Edelstahl ist die am schwierigsten zu detektierende metallische Substanz, da sie in den meisten Fällen nicht magnetisch und ein schlechter elektrischer Leiter ist.

Metalldetektoren werden in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie immer häufiger durch Röntgeninspektionssysteme ergänzt. Diese entdecken über Metalle hinaus auch Verunreinigungen durch z. B. Glas, Knochen oder Steine.

### 1.1 Funktionsweise

Die Funktionseinheit eines Metalldetektors besteht im Allgemeinen aus einer Erregerspule, zwei Empfängerspulen und einem Steuergerät. Die Erregerspule ist zwischen den beiden Empfängerspulen positioniert und wird mit einer einstellbaren Frequenz angeregt.

Die Empfängerspulen sind in gegenläufiger Serie geschaltet, sodass im Gleichgewichtszustand keine Spannung gemessen wird. Wird nun ein ferro-, para- oder diamagnetischer Körper durch das magnetische Feld geführt, ändert sich die induzierte Spannung in den Empfängerspulen.

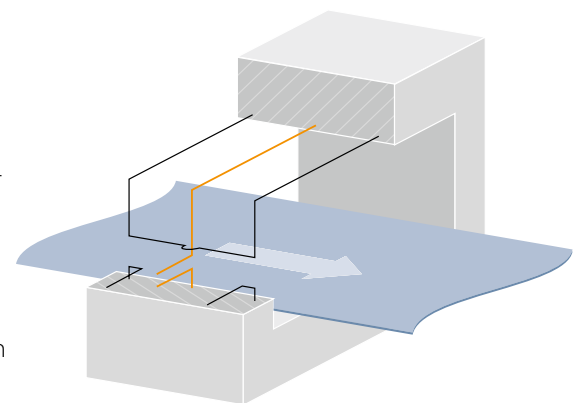
Die Steuereinheit erfasst diese Änderungen und die Phasenverschiebung, die abhängig von zu detektierendem Material und der Partikelgröße ist. Störungen durch Vibrationen usw. werden meist herausgefiltert. Hierdurch wird die Sensitivität des Detektors allerdings gesenkt.

Die zu kontrollierenden Produkte sind oft elektrisch leitfähig (z. B. durch gelöste Salze, dissoziierte Säuren oder ionenbildende Stoffe) und rufen selbst Spannungsveränderungen in den Empfängerspulen hervor (den sogenannten „Produkteffekt“). In diesen Fällen ist die Erkennung eines Fremdkörpers schwieriger. Um erkannt zu werden müssen sie eine Spannung induzieren, die den Produkteffekt deutlich übersteigt oder einen anderen Phasenwinkel erzeugt.

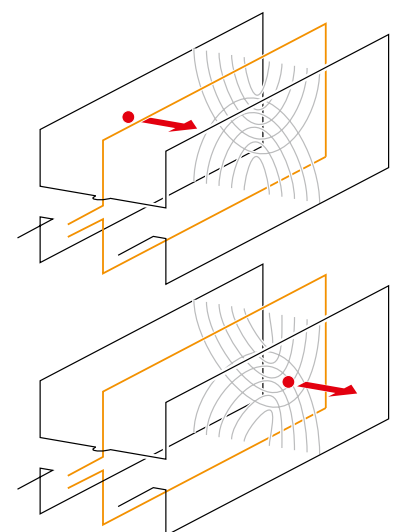
Metalldetektoren werden in der Regel auf das geförderte Produkt angelernt. Erst wenn ein Spannungszustand der gelernten Spannungsamplitude oder dem Phasenwinkel des Produkteffekts nicht mehr entspricht wird der Alarm ausgelöst.



Metalldetektor in einer Produktionslinie



Metalldetektor, schematischer Aufbau  
Orange: Erregerspule  
Schwarz: Empfängerspulen



Detektierbare Ablenkung des Magnetfeldes  
beim Durchlauf eines Metallpartikels

# DETEKTIERBARKEIT VON BANDMATERIALIEN

## 1.2 Einflussfaktoren

Neben den Grundeinstellungen des Gerätes, der Stärke des Produkteffektes und den Filtermöglichkeiten des Detektors ist der Detektionsgrad von weiteren Faktoren abhängig:

### Position des Fremdkörpers

Die Empfindlichkeit des Detektors ist in der Mitte des Tunnels (bezogen auf den Querschnitt) am geringsten.

### Geschwindigkeit und Ausrichtung des Fremdkörpers

Die induzierte Spannung ist hauptsächlich von der Fläche des Körpers orthogonal zu den Feldlinien und der Durchtrittsgeschwindigkeit abhängig. Je höher die Geschwindigkeit, desto höher die induzierte Spannung. Ein langer Metallsplitter (z.B. Injektionsnadel) kann unter Umständen nicht detektiert werden, wenn er in Richtung der Magnetfeldlinien ausgerichtet ist (siehe Abbildung auf der vorhergehenden Seite).

### Erzeugter Phasenwinkel des Fremdkörpers

Der Phasenwinkel ist vom zu detektierenden Material und der Partikelgröße abhängig. Je höher die Differenz zum Produkteffekt ist, desto besser werden Fremdkörper erkannt.

## 1.3 Erkennbarkeit von Bandmaterial

Damit Transportbandmaterialien aus Kunststoff in einem Metalldetektor überhaupt erkannt werden können, müssen ihnen elektrisch leitfähige Substanzen zugegeben werden (metalldetektierbarer Compound).

Die Detektionssensibilität ist abhängig vom Anteil der elektrisch leitfähigen Substanzen. Dieser Anteil kann nicht beliebig erhöht werden da er sonst die Bändeigenschaften des Basismaterials zu stark verändert.

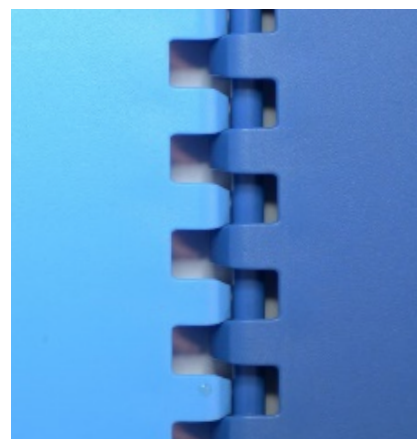
Die beispielsweise in Siegling Prolink MD-Materialien (metal detectable) verwendete Additivmenge induziert eine Spannung mit einem Phasenwinkel von ca.  $180^\circ$  und ist damit mit kleinen Eisenkugeln vergleichbar. MD-Materialien sind als Unterscheidung zu Standardmaterialien an einem dunkleren Blauton zu erkennen.

Grundsätzlich ist die Möglichkeit metalldetektierbares Transportbandmaterial zu erkennen, von vielen Parametern abhängig (Detektortyp, Detektoreinstellung, Fördergut, Produktmenge, Transportgeschwindigkeit, etc.). Eine Aussage über die Erkennbarkeit definierter Partikelgrößen ist deshalb erst nach einer Prüfung des jeweiligen Einzelfalles möglich.



Testobjekte für Metalldetektoren:  
Kunststoffkörper mit eingebetteter Eisenkugel

Häufig ist die Anforderung an den Detektor eine Eisenkugel im Durchmesser von 2 bis 2,5 mm und eine Edelstahlkugel im Durchmesser von 2,5 bis 3,5 mm sicher zu detektieren



Siegling Prolink Serie 6.1:  
links – POM Standardwerkstoff  
rechts – POM-MD (metal detectable)

## 2 Röntgendetektoren (X-Ray)

Röntgendetektoren sind technisch erheblich aufwendiger als Metall-detektoren, erkennen aber neben Metallen auch Verunreinigungen mit z. B. Glas, Knochen und Steinen und deren genaue Position. Darüber hinaus können weitere individuelle Attribute des Produktes wie z. B. Vollständigkeit, Zusammensetzung, Form oder Masse bestimmt werden.

### 2.1 Funktionsweise

In einer Röntgenröhre wird die Röntgenstrahlung erzeugt und auf eine Linie von Photodioden abgelenkt. Durch das zu testende Produkt hindurch gelangen die Röntgenstrahlen entsprechend abgeschwächt und gestreut auf das Diodenfeld. Dort werden sie in elektrische Signale umgewandelt.

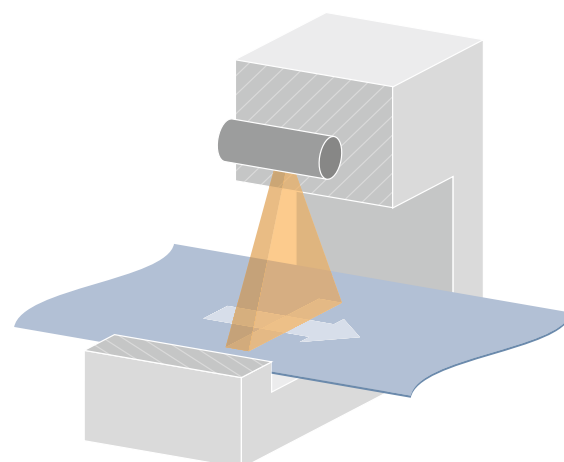
Je stärker ein Material die Strahlung streut oder absorbiert, desto höher ist der Schwarzwert der dazugehörigen Diode. Bei großen Produkten oder welchen mit starker Streuung kann die Anodenspannung angehoben werden um das Produkt dennoch zu durchleuchten, allerdings sinkt damit auch die Sensitivität des Detektors für Fremdkörper.

Mit Hilfe einer Visualisierungssoftware entsteht aus den elektrischen Signalen ein digitales Röntgenbild (Schwarz-Weiß-Bild des durchleuchteten Produkts), das durch entsprechende Software interpretiert werden kann. Zulässige Metallkörper – etwa Alu-Clips an Wurstenden – lassen sich dabei ausblenden.

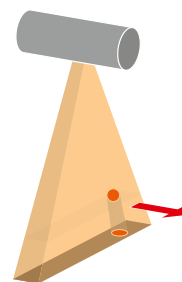
Bei gleichem Grundprinzip der Detektion sind die im Markt verfügbaren Systeme sehr unterschiedlich aufgebaut.



Röntgendetektor für den Einsatz in einer Produktionslinie



Röntgendetektor, schematischer Aufbau  
Orange: Abtastfeld



Detektierbare Absorption der Strahlung beim Durchlauf eines Fremdkörpers

## 2.2 Einflussfaktoren

Neben den Grundeinstellungen des Gerätes (Toleranz und Sensibilität/Kalibrierung auf das Fördergut und akzeptable Produkte, Null-Abgleich für das Transportband ohne Fördergut) und der Leistungsfähigkeit der nachgeschalteten Software ist der Detektionsgrad von weiteren Faktoren abhängig:

### Form des Fremdkörpers

Fremdkörper, deren projizierte Fläche eine deutlich abweichende Silhouette zum Fördergut aufweist, werden besser erkannt. Ein homogenes oder mit wiederkehrenden Strukturen versehenes Fördergut bietet einen guten Hintergrund für die Erkennung.

### Größe des Fremdkörpers

Fremdkörper, deren projizierte Fläche größer ist als die des Fördergutes, werden besser erkannt. Ein Durchmesser von mehr als 0,8 mm verbessert die Erkennbarkeit, da dies der am häufigsten eingesetzte Diodendurchmesser ist.

### Sonstige Eigenschaften des Fremdkörpers

Die Erkennbarkeit steigt, je unterschiedlicher die Streu- und Absorptionseigenschaften sowie die Dichten von Fördergut und Fremdkörper sind.

In einem Karton mit Lebensmitteln können erfahrungsgemäß Eisenkugeln mit einem Durchmesser von ca. 1,4 bis 1,6 mm sicher detektiert werden.

## 2.3 Erkennbarkeit von Bandmaterial

Bei hinreichendem Unterschied in Dichte und Streuvermögen zum Fördergut (z.B. bei Mehl) können Förderbandpartikel erkannt werden, die aus Standardmaterialien bestehen.

Die Anreicherung mit elektrisch leitfähigen Substanzen erhöht das Absorptions- bzw. das Streuvermögen der Transportbandmaterialien und verbessert bei „unruhigem“ Fördergut die Erkennbarkeit.

Grundsätzlich ist die Möglichkeit röntgendetektierbares Transportbandmaterial zu erkennen, von vielen Parametern abhängig (Detektortyp, Detektoreinstellung, Fördergut, Produktmenge, Transportgeschwindigkeit, etc.). Eine Aussage über die Erkennbarkeit definierter Partikelgrößen ist deshalb erst nach einer Prüfung des jeweiligen Einzelfalles möglich.

## 3 Fazit

Für die Fremdkörpererkennung in Lebensmitteln werden in der Lebensmittelindustrie zur Sicherstellung der Gesundheit der Konsumenten häufig Metall- oder Röntgendetektionsgeräte eingesetzt.

Prinzipiell können auch Bandpartikel (Fremdkörper) bei Verwendung dazu geeigneter Bandtypen in Metall- oder Röntgendetektionsgeräten detektiert werden. Die Frage nach der minimalen detektierbaren Partikelgröße in Lebensmitteln lässt sich aber nur schwer beantworten und ist von vielen Faktoren abhängig, wie z. B. von der Art des Lebensmittels, von der Einstellung der Sensibilität und der Datenverarbeitung der Detektoren, von der Position, Ausrichtung oder der Geschwindigkeit der Partikel und natürlich von der Konzentration des dem Kunststoff beigemischten detektierbaren Compounds.

Erst eingehende Untersuchungen des Einzelfalls unter Praxisbedingungen liefern in dieser Hinsicht belastbare Ergebnisse.

Grundsätzlich können vor allem präventive Maßnahmen das Risiko der Lebensmittelkontamination durch Transportbandpartikel deutlich mindern.

- Der Einsatz qualitativ hochwertiger Bandmaterialien, die sorgsam mit dem jeweiligen Prozess abgestimmt sind, verringert das Risiko von Delamination und Bruch.
- Durch regelmäßige Wartung und vorbeugende Instandhaltung der Produktionsanlage sowie korrektes Einsteuern der Bänder werden Scheuerstellen vermieden, die Abrieb- oder andere Bandbeschädigungen hervorrufen.

Sprechen Sie Ihren Forbo Experten hierzu an.

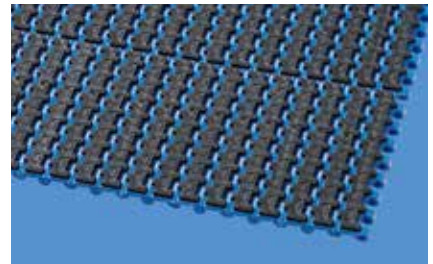


## ANHANG

### Anforderung an Bänder, die in Metalldetektoren eingesetzt werden

**Siegling Prolink:** Es können grundsätzlich alle Standardmaterialien ohne MD-/XD-Ausstattung und natürlich ohne Stahlkupplungsstäbe im Metall-detektor eingesetzt werden.

**Siegling Transilon:** Die meisten Bänder von Forbo Siegling sind antistatisch ausgestattet, d.h. im Gewebe ist ein sogenannter Antistatfaden eingewebt, damit die Aufladung des Bandes durch die Reibung über den Tisch oder Rollen verhindert wird. Im Bereich der Z-Verbindung wird dieser Antistatfaden durch die Stanzung unterbrochen. Das kann dazu führen, dass es zu einem Fehlimpuls am Metalldetektor kommt. Moderne Metalldetektoren können den wiederkehrenden Einfluss der Verbindung ausblenden. Ein 60°- oder 80°-Verbindungswinkel kann den Einfluss der durchgestanzten Antistatikfäden ebenfalls minimieren. Bei vielen Metalldetektoren ist jedoch der Einsatz von nicht-antistatischen Bändern („NA“-Ausstattung) sinnvoll.



Beispiele für strukturierte Transportbänder die für den Einsatz in Röntgendetektoren geeignet sind

### Anforderung an Bänder, die in Röntgendetektoren eingesetzt werden

Für den Einsatz eines Bandes im Röntgendetektor in der Lebensmittelindustrie müssen im Allgemeinen keine besonderen Anforderungen an die Bänder gestellt werden. Ein hoher Tragseitenreibungswert ist jedoch oft sinnvoll da die Positionierungsstabilität beim Durchfahren des Blei- bzw. Bleiersatzvorhanges besser gewährleistet ist.

**Siegling Prolink:** Bei Prolink-Bändern kann ein hoher Reibwert durch FRT-Ausstattungen (Friction Top) realisiert werden.

**Siegling Transilon:** Bei Transilon-Bändern sichern zahlreiche Bandtypen mit einer geeigneten Oberflächenbeschichtung (z. B. R-Beschichtung, Silikon) den notwendigen Reibwert. Selbstverständlich muss die Bandqualität für die Anlagengeometrie passend sein (z. B. Einhaltung des minimalen Trommeldurchmessers). Eine „NA“-Ausstattung ist nicht erforderlich.

Siegling – total belting solutions



MOVEMENT SYSTEMS