



# Industrie-Bericht: Digitale Sortierer für Nüsse

Nussverarbeiter arbeiten auf der ganzen Welt hart daran, verschiedene (geschälte oder ungeschälte) Produkte ohne Fremdkörper (FK), pflanzliches Fremdmaterial (EVM) oder Nüsse außerhalb der Spezifikation (OOS) zu erzeugen, um den Wert ihres Produktes zu steigern. Verschiedene Technologien und Methodologien werden in verschiedenen Phasen der Verarbeitungslinie angewendet, um diesen Wert noch mehr zu steigern. Die sauberen Nüsse werden anhand von Farbe, Größe und Form in verschiedene Gütestufen unterteilt. Diese Qualitätsziele werden mit dem heutigen Spektrum an hochentwickelten digitalen Sortierungssystemen problemlos erreicht, die in der Lage sind, Mängel zu erkennen, die für das menschliche Auge nicht sichtbar sind.

Spezialisierte digitale Sortierer wurden kürzlich entwickelt, um die Entfernung von FK, EVM oder OOS sowie die Formsortierung zu verbessern und Nüsse mit Schimmel, Aflatoxinen und mehr zu entfernen. Die Fortschritte unterstützen die Verarbeiter dabei, die höchstmöglichen Qualitätsstandards zu erreichen und gleichzeitig die Ausbeute durch eine geringere Fehlanswurfrate, Nachbehandlung und Degradation des Produktes zu sichern. Mit den zahlreichen effizienten Vorrichtungen, die heute erhältlich sind, um die Qualität zu verbessern, besteht die Herausforderung darin, die optimale Konfiguration für den Sortierer oder eine Kombination von Sortierern zu finden, um die Ziele jedes Verarbeiters am besten zu erreichen.

In diesem White Paper werden wir die verschiedenen Typen von Sortierungssystemen untersuchen, die für Nussverarbeiter erhältlich sind; einschließlich der neuesten hochentwickelten Farb-Sortierer, Smart Laser-Sortierer und der neuen hyperspektralen Technologie. Das Ziel ist es, den Verarbeitern verschiedener Nussorten - einschließlich Walnüsse, Mandeln, Pistazien, Erdnüsse und andere - dabei zu helfen, die perfekte Sortierlösung für ihre Anwendung auszuwählen.

### Die ideale Sortierlösung

Die meisten Diskussionen über die ideale Sortierlösung für Nüsse beginnen mit dem Budget. Ein Verarbeiter, der sich nur ein System leisten kann, ist am besten mit einem Mehrzweck-Sortierer bedient, der alles kann, was erforderlich ist – FK und EVM, Schalen, Fasern und Häutchen entfernen, aber auch nach Farbe, Größe und Form sortieren und Aflatoxine erkennen, wenn nötig ist. Wenn ein Sortierer über eine Zwei-Wege-Sortierung verfügt (einen Zuführ-Strom, der zu einem Annahme-Strom führt und einen Ausschussstrom), wird der Verarbeiter das Produkt mehrmals durch den gleichen Sortierer laufen lassen, um FK und EVM im ersten Durchgang zu entfernen und das Produkt in den folgenden Durchgängen nach Farbe, Größe und/oder Form sortieren zu lassen. Zu diesem Prozess gehört ein gewisses Niveau der stufenweisen Produkt-Pufferung.





Der Mehrzweck-Sortierungsprozess mit stufenweisem Puffern kann mit einer Zwei-Durchgänge-Sortierung vermieden werden, bei der der Sortierer bei der Beschickung mechanisch in zwei Teile getrennt wird. Eine Seite macht die primäre Sortierung, und der Ausschussstrom wird in einer Schleife zurück auf die andere Seite geschickt, auf der eine zweite Sortierung durchgeführt wird. Als Alternative kann die Drei-Wege-Sortierung verwendet werden, wenn das Produkt in einem einzigen Durchgang nach zwei Auswurfkriterien beurteilt wird. Der Vorteil der Drei-Wege-Sortierung ist, dass

der Sortierer seine ganze Breite in einem Sortierdurchgang nutzen kann, wodurch das Produkt weniger Handhabungen ausgesetzt wird. Deshalb ist eine Zwei-Durchgänge-Sortierung oder eine Mehrzweck-Drei-Wege-Sortierung ideal für Verarbeiter, die in ein einziges System investieren. Es ist auch wichtig zu verstehen, wie viel Flexibilität der Prozess benötigt, um die Ausbeute des Sortierers zu maximieren. Daher sollten Verarbeiter, wenn Sie ein System auswählen, Themen wie Ausbaufähigkeit, Flexibilität sowie die Fähigkeit umzurüsten berücksichtigen. Modulare Systeme, die eine schnelle und einfache Umstellung bieten, können eine Option sein.

Für Nussverarbeiter, die sich eine größere Investition erlauben können und die es bevorzugen, keine Puffer zu verwenden, ist die beste Lösung, mehrere Sortierer hintereinander zu installieren, so dass nur ein Durchgang erforderlich ist. Dieser Ansatz ist am Anfang teurer, aber er führt schnell zur Verbesserung des Produkts, weil er in der Lage ist, den Durchsatz der Produktionslinie zu verdoppeln oder zu verdreifachen. Er ermöglicht eine bessere Integration verschiedener Technologien, reduziert die Arbeitskosten und bietet den Vorteil mehrerer Kontrollpunkte (wobei die Probleme einer einzigen Schwachstelle vermieden werden), während die Qualitätsziele für das Produkt verbessert werden. In diesem Umfeld konzentriert sich der erste Sortierer gewöhnlich auf die Bulk-Entfernung von FK und/oder EVM und die darauffolgenden Sortierer konzentrieren sich auf die Farbe, Größe und Form.

Egal wie viele Sortierer verwendet werden, die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn mechanische Sortierer, Extraktionsmaschinen, Tischausleser, Siebe und andere mechanische Vorrichtungen verwendet werden, um vor der optischen Sortierung eine größere Menge FK und/oder EVM zu entfernen. Folglich entsteht die ideale Lösung durch die optimale Kombination von traditionellen mechanischen Systemen und digitalen Sortierern.

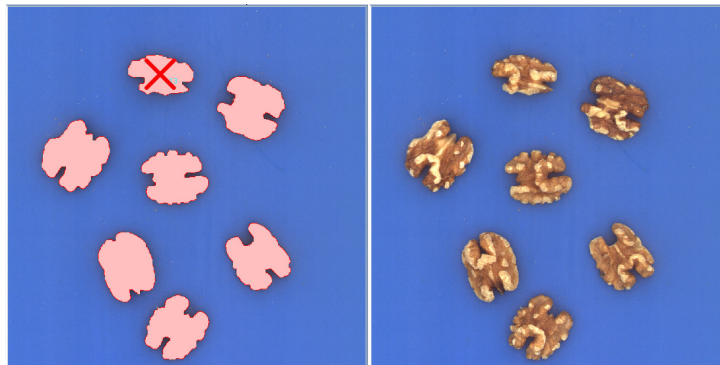
### Laser und Laser/Kamera Combo-Sortierer

Laser und kombinierte Laser-/Kamera-Sortierer gelten in den meisten Nussverarbeitungsanlagen als „Arbeitstiere“ und bieten effiziente Mehrzweck-Sortierlösungen. Abhängig von den Bedürfnissen jeder Anwendung kann der modernste Lasersortierer heute mit bis zu fünf verschiedenen Wellenlängen entworfen werden, die ein breites Spektrum an FK, EVM und OOS erkennen und entfernen. Die Auflösung und die Effektivität der Laser an einem breiten Spektrum an FK FM, EVM und OOS ist ein wichtiger Beitrag zu der globalen Lebensmittelsicherheit. Wenn sie für eine bessere Bestimmung von Form, Größe und Farbe mit Farbkameras mit einer hohen Auflösung kombiniert werden, ist das Ergebnis ein Qualitätsprodukt.

Laser-Sortierer untersuchen die verschiedenen strukturellen Eigenschaften jedes Objektes, um auf zuverlässige Weise FK wie Plastik, Glas und Steine und EVM wie Schalen, Stiele und Häutchen zu erkennen, auch wenn sie die gleiche Farbe haben, wie gute Produkte. Ein Laser-Sortierer ist auch in der Lage, die Farbsortierung zu machen, obwohl hochentwickelte Farbkameras sehr feine Farbnuancen besser erkennen.

Wenn die Sortierer mit einer Kombination aus Laser und hochentwickelten Kameras ausgestattet sind, können weniger Laser berücksichtigt werden, da die Kameras die Farbsortierungsfunktion der Laser übernehmen und einen größeren Farbsortierungscontrast ermöglichen, indem sie anhand von Millionen von Farbunterschieden dunklere Nüsse von helleren Nüssen trennen. Mit der geeigneten Software und Algorithmen können Laser-/Kamera-Sortierer auch nach der Form sortieren, wenn das nötig ist.

### Formsortierung



Für Nüsse wie Walnüsse ist die Formsartierung eine extrem wichtige Funktion, denn nicht zerbrochene Walnüsse werden für den teuersten Preis verkauft. Bei Mandeln kann die Entfernung von zerbrochenen Enden ein Vorteil sein. Sehr kleine Teile können mit der mechanischen Größensortierung leicht getrennt werden, aber die Formsartierung

wird benötigt, um die Trennung von Hälften mit abgebrochenem Rand von unbeschädigten Hälften, die den höchsten Produktwert haben, zu automatisieren.

Fortgeschrittene Formsartierung kann mit monochromen Kameras oder Farbkameras in Kombination mit leistungsstarken Algorithmen durchgeführt werden. Ein einzelner Kamera-Sortierer kann sich der Formsartierung widmen oder ein Laser-/Kamera-Sortierer kann die Formsartierung zusätzlich zu der Erkennung von FM, EVM und der Farbsortierung durchführen. Das Budget des Verarbeiters, der verfügbare Raum und die gewünschte Produktqualität werden bei der Entscheidung berücksichtigt. Wenn man hochmoderne Themen angeht, ist es sehr wichtig, Sortierer auszuwählen, bei denen keine Schatteneffekte während der Erzeugung der Bilder entstehen und bei denen der Kontrast maximiert wird.

### Drei-Wege-Sortierung

Während die meisten Herausforderungen im Bereich der Sortierung mit der Zwei-Wege-Sortierung bewältigt werden können (ein Annahme- und ein Ausschussstrom), könnte es vorteilhaft sein, einige Sortierer zu berücksichtigen, die zwei Ausschussströme und drei Auslaufströme haben, mit denen die Drei-Wege-Sortierung ermöglicht wird. Die meisten Verarbeiter beschließen, die Handhabung des Produktes zu minimieren, um die Produktqualität zu schützen und das Beschädigungsrisiko zu vermeiden. Jede Bearbeitung setzt das Produkt dem Beschädigungsrisiko aus. Wenn ein kombinierter Laser-/Kamera-Mehrzweck-Sortierer mit der Drei-Wege-Sortierung ausgestattet ist, bekommt man eine höhere Qualität als mit einem Durchgang. Gewöhnlich trennt die Drei-Wege-Sortierung den eingehenden Strom in einen FK- und EVM-Ausschussstrom, einen minderwertigen Produktstrom und einen Premium-Produktstrom. Wenn die Mängel in der eingehenden Ladung hoch sind, kann der minderwertige Produktstrom auch ein Nachbehandlungsstrom sein, der über



eine Return-Schleife zur Beschickung des Sortierers zurückkehren und später sortiert werden oder einen anderen Sortierer versorgen kann.

Im Vergleich zu dem Produkt, das mehrmals durch einen Zwei-Wege-Sortierer läuft, erreicht ein Drei-Wege-Sortierer ähnliche Ergebnisse, während die Anzahl der Durchläufe auf die Hälfte reduziert wird, was den Durchsatz verdoppelt, den Arbeitsaufwand reduziert und die Degradation des Produktes verringert. Im Vergleich zu der Nutzung von Zwei-Wege-Sortierern hintereinander kann ein einziger Drei-Wege-Sortierer ähnliche Ergebnisse erzielen, während die Ausrüstungsinvestitionen geringer sind.



### Erkennung von Aflatoxin

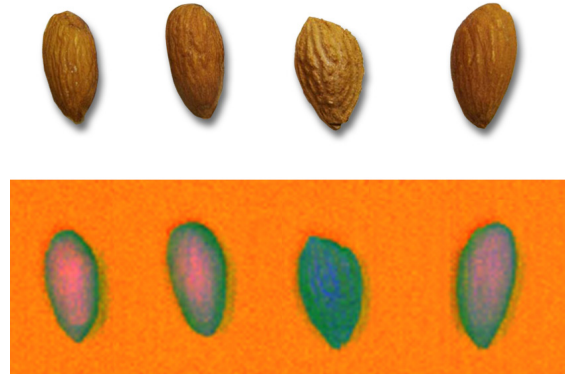
Erdnussverarbeiter bemühen sich sehr, den Anteil an Aflatoxinen zu kontrollieren, während andere Nussverarbeiter immer mehr darauf achten, dieses schädliche Mykotoxin zu erkennen und zu entfernen, da legislative Initiativen die Diskussion über dieses Risiko anheizen. Während die heutigen Sortierungstechnologien nicht alle Aflatoxine entfernen können, sind einige sehr erfolgreich dabei, den Anteil zu reduzieren und die betroffenen Ladungen marktfähig/konsumierbar zu machen.

Heute basieren die erfolgreichsten Sortierer für Aflatoxine auf Lasern, die die Licht-Information von Wellenlängen aus dem sichtbaren Spektrum effektiv mit der Licht-Information von den unsichtbaren ultravioletten (UV) Wellenlängen verbinden und mit leistungstarker Software und extrem spezialisierten Algorithmen kombinieren. Diese Laser-Sortierer erkennen BGY-Fluoreszenzeigenschaften, die auftreten, wenn Kojisäure, die oft in Aflatoxinen enthalten ist, mit der Peroxidase reagiert, die in dem meisten pflanzlichen Material allgegenwärtig ist. Durch die Zurückweisung von Nüssen mit Kojisäure wird der Aflatoxin-Anteil reduziert. Durch die Kombination der Aflatoxin-Option mit Mehrzweck-Laser-Sortierern entsteht eine leistungsstarke Erkennungsfunktion, um das infizierte Produkt zusammen mit FK und/oder EVM zu entfernen.



### Hyperspektrale Bilder

Die neueste Sortiertechnologie, die auf dem Markt ist und vor allem für die Verarbeitung von Nüssen verwendet wird, nutzt mehr hyperspektrale Bilder als traditionelle Kameras und Laser. Hyperspektrale Bildsysteme unterteilen das Licht in Hunderte von schmalen Bändern mit Wellenlängen, die einen großen Teil des elektromagnetischen Spektrums abdecken. Hyperspektrale Kameras sammeln Hunderte von Datenpunkten gleichzeitig, die mit den drei Datenpunkten einer RGB-Kamera oder mit dem einzelnen Datenpunkt für jeden Laser-Sensor verglichen werden. Hochentwickelte hyperspektrale Systeme konvertieren die Daten, um für jedes Objekt einzigartige biologische Fingerabdrücke zu erstellen und damit eine leistungsstarke Sortierungserfahrung zu ermöglichen. Im Wesentlichen wird die Erkennleistung anhand der chemischen Zusammensetzung ermöglicht, die - in einem gewissen Maße - Neuland ist. Die Herausforderungen dieser Technologie sind die erforderliche Geschwindigkeit, um eine extrem große Datenmenge zu verarbeiten, sowie die Auflösung der Bilder oder die Größe der Mängel, die erkannt werden können. Heute wird diese Technologie an spezialisierten Sortierern verwendet, wo sie bei der Entfernung von FK und EVM sogar bei hohen eingehenden Mangelraten eine beispiellose Leistung erreicht.



Die Leistungsfähigkeit von hyperspektralen Sortierern mit Rutschen ist felderprobt, um die Entfernung von Schalen, Häutchen, Hülse und anderen FK oder EVM von Walnüssen, Pekannüssen, Mandeln, Pistazien, Erdnüssen und anderen Nüssen zu maximieren. Die Technologie verbessert die Entfernung von FK und/oder EVM und erreicht oft eine Effizienz von > 99,5 Prozent mit einer sehr geringen Fehlausewurftrate.

Für Nussverarbeiter, die sich mehrere Sortierer leisten können, ist ein Sortierer mit hyperspektraler Technologie, der sich auf die Entfernung von FK konzentriert, oft der erste Sortierungsschritt, dem ein Spitzen-Laser/Kamera-Sortierer folgt. Das ist ebenfalls perfekt für eine speziell dafür vorgesehene Nachbehandlungslinie geeignet, die das Material erhält, das von mechanischen Geräten und anderen Sortierern zurückgewiesen wurde und zurückgewonnen werden soll, weil sie hohe Mangelraten effizient handhaben kann und gleichzeitig einfache operative Fähigkeiten kombiniert.

### Umgekehrte Sortierung

Die umgekehrte Sortierung ist eine Software-gesteuerte Leistung bestimmter Laser-, Laser-Kamera-Sortierern mit hyperspektraler Technologie, die es dem Nutzer ermöglicht, schnell umzustellen, was angenommen und was zurückgewiesen wird. Sie ist ideal für die Nachbehandlung und für Mangelraten von mehr als 50 Prozent. Die umgekehrte Sortierung ermöglicht es den Verarbeitern auch, den restlichen Anteil von gutem Produkt herauszuholen. Gewöhnlich sind Sortierer so programmiert, dass sie FK und/oder EVM zurückweisen, aber wenn sie rückwärts laufen, sind sie so eingestellt, dass sie das gute Produkt ins Visier nehmen. Dieser Ansatz verwendet weniger Druckluft, aber noch wichtiger ist, dass er die Ergebnisse bei hohen Mangelraten mit einem saubereren Endprodukt verbessert.

Viele Lieferanten von Sortierern beanspruchen eine umgekehrte Leistung, aber oft ist für diese Einstellung eine arbeitsintensive Rekalibrierung nötig, die möglicherweise mehr Zeit benötigt, als sie wert ist. Exklusive Sortierer können innerhalb von Sekunden über das Touchscreen-Bedienfeld von der Vorwärtssortierung zur Rückwärtssortierung umgestellt werden, ohne dass eine Rekalibrierung oder mechanische Umstellung nötig wäre.

### Röntgenstrahlen für innere Mängel

Die Röntgenstrahlen-Technologie ist nicht so üblich wie Kameras und Laser, aber sie kann auch für Sortierungsanwendungen eingesetzt werden. Während sich Farb-, Laser- oder hyperspektrale Sortierer heute auf Mängel an der Oberfläche konzentrieren, können Röntgenstrahlen in das Produkt „hineinschauen“, indem sie sich auf die Dichte konzentrieren. In der Nussindustrie konzentriert sich die Anwendung darauf, FK wie Metalle, Glas und Steine zu erkennen, weil diese eine höhere Dichte als Nüsse haben. Die Röntgenstrahlenerkennung wird üblicherweise am Ende einer Verarbeitungslinie als letzte Qualitätsprüfung eingesetzt, um die restlichen FK zu entfernen. Um zu gewährleisten, dass alle FK entfernt wurden, verwenden einige Systeme ein Schubstangen-Auswurfsystem, das entweder eine Klappe öffnet oder einen Schaber verwendet, um die FK mitsamt einem beachtlichem Anteil von gutem Produkt zu entfernen. Man verwendet auch die Luftaussortierung, aber sie benötigt sehr offensive Einstellungen für die Dauer, um zu gewährleisten, dass in der letzten Phase alle FK entfernt werden.

### Sortier-Plattformen

Zusätzlich zu den unterschiedlichen Typen von Sensoren (Laser-Sensoren, traditionelle Kameras und die neuen hyperspektralen Technologien) und den patentierten Algorithmen, die Daten verarbeiten und analysieren und Annahme-/Rückweisungsentscheidungen treffen, unterscheiden sich Nussortierer auch durch ihre Mechanik. Wasserfallsortierer, Sortierer mit Rutsche und Bandsortierer, die alle in der Lage sind, das Produkt in der Luft zu prüfen, sind - mit unterschiedlichem Erfolg - für Nüsse geeignet.



Wasserfallsortierer prüfen das Produkt während des freien Falls in der Luft. Sortierer mit Rutsche stabilisieren das Produkt auf der Rutsche, bevor es in der Luft geprüft wird. Die Bandsortierer stabilisieren das Produkt auf einem Band und prüfen es, während es sich auf dem Band befindet, von oben und befördern es dann zum Ende des Bandes für die Luftaussortierung.

Für die Effizienz des Sortierers ist es wesentlich, das Produkt konstant zu halten. Die Stabilisierung des Produktes verbessert generell die Berechenbarkeit des Entwicklungsverlaufes des Produktes, während es in der Luft durch die Inspektions- und Auswurf-Zonen kommt, was den Sortierer befähigt, sich besser auf die Objekte zu konzentrieren und kleine FK und/oder EVM zu erkennen, außerdem wird die Genauigkeit des Auswurfssystems verbessert. Beides trägt dazu bei, die Ausbeute und die Erkennung von Mängeln zu verbessern.

Die Hauptvorteile von Sortierern mit Rutschen im Vergleich zu Bandsortierern sind der geringere Platzbedarf und das Wegfallen von beweglichen Teilen, was zu einem geringen Instandhaltungsaufwand beiträgt. Die Hauptvorteile von Bandsortierern sind der hohe Durchsatz und die verbesserte Fähigkeit, eine effiziente Drei-Wege-Sortierung durchzuführen. Unabhängig von der Plattform sollten Nussverarbeiter nach Sortierern mit schonenden Zuführ- und Entladungsrutschen suchen, die entworfen wurden, um durch die schonendste Handhabung des Produktes das Aufprallen und Bruchschäden zu minimieren, damit der Wert nicht durch die Degradation des Produktes verlorengeht.

### Schlussfolgerung

Es gibt so viele Hochleistungs-Sortierungssysteme für Nüsse auf dem Markt, und die Technologien werden so schnell weiterentwickelt, dass es für die Verarbeiter schwer sein kann, festzustellen, was die ideale Lösung für ihre Anwendung ist.

Wenn man mit einem Lieferanten zusammenarbeitet, der das breiteste Spektrum für Nuss-Sortierungssysteme bietet, ist es leichter, Lösungen zu vergleichen und Optionen in Betracht zu ziehen. Wenn der Lieferant mechanische Sortierungssysteme zusätzlich zu den digitalen Sortierlösungen anbietet, sollten beide Aspekte berücksichtigt werden, um eine optimale Kombination zu schaffen. Die Fachkenntnisse des Lieferanten im Bereich der Nussverarbeitung sollten nicht unterschätzt werden – sie tragen zu dem Entwurf von besseren Sortierungssystemen bei, unterstützen den Verarbeiter während des Auswahlprozesses und können nach der Installation und der Inbetriebnahme lange für die Arbeit des Verarbeiters eingesetzt werden, um die Operationen und die finale Produktqualität zu verbessern.

---

#### Veröffentlicht von:

Key Technology, Inc.

150 Avery Street

Walla Walla, WA 99362

Tel. 509.529.2161

E [product.info@key.net](mailto:product.info@key.net)

[www.key.net](http://www.key.net)