

Analyse von postalischen Sendungen

Svetlo Delianski
Siemens Postautomation GmbH

Rudower Chaussee 29 (IGZ)
12349 Berlin
Tel. (030) 6392 6411
Fax. (030) 6392 6407

[Mailto:Svetlozar.Delianski@siemens.com](mailto:Svetlozar.Delianski@siemens.com)

Abstract. Dieses Papier stellt ein Farbbilderkennungssystem zur Analyse von Postsendungen vor. Das System nutzt die Farbeigenschaften von postalischen Symbolen aus, um diese zunächst zu detektieren und danach zu klassifizieren. Wesentlicher Bestandteil der Bildanalyse stellt die Analyse des Farbhistogramms dar. Neben den extrem kurzen Antwortzeiten ist das System durch die Vielfalt der zu erkennenden Objekte ausgezeichnet.

1. Automatische Bearbeitung von Briefen

Die automatische Bearbeitung von Postsendungen umfasst mehrere Verarbeitungsschritte. Als erstes werden alle Briefe bezüglich ihrer Groesse, Dicke, Steifigkeit etc in maschinenfähig und nicht maschinenfähig unterteilt. Die maschinenfähigen werden dann in den Briefbearbeitungsanlagen aufgestellt, entwertet und nach Adressinformation sortiert.

Die Briefe aus dem Briefkasten befinden sich in einem ungeordneten Zustand und können in einer von vier möglichen Orientierungen sein (Bild 01). Da es für die weitere Verarbeitung wichtig ist die Sendungen in eine einheitliche Lage zu bringen, besteht eine der ersten Aufgaben darin ihre aktuelle Orientierung zu bestimmen und sie automatisch auszurichten. Die Orientierungsbestimmung geschieht mittels einer Analyse des Brieflayouts auf der Basis von Farbaufnahmen der Briefvorder- und Briefrückseite.

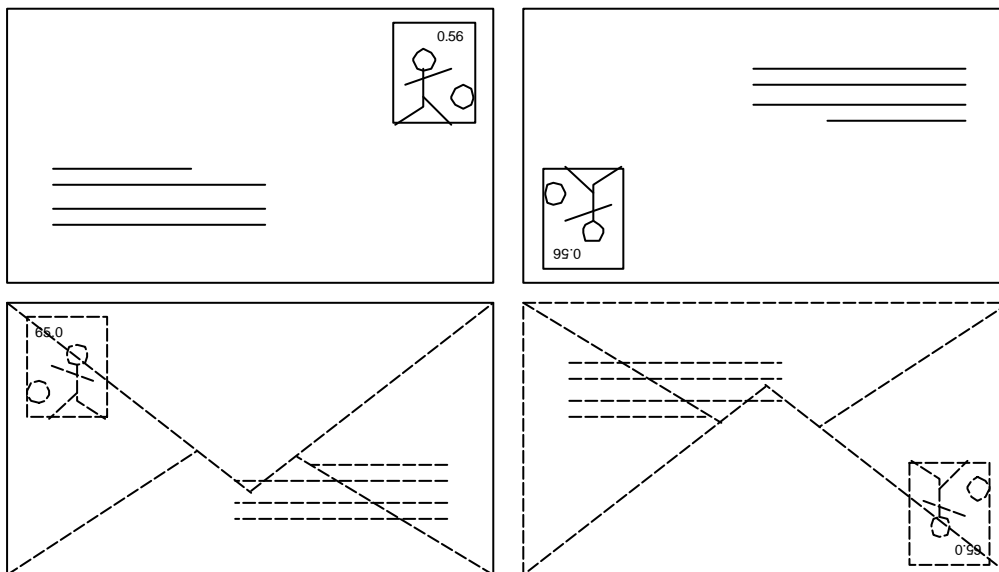


Bild 01 Die vier möglichen Brieforientierungen

Das hier vorgestellte Farbbilderkennungssystem wird verwendet, um die Orientierung der Briefe, ihre Frankierungsart und die Frankierungshöhe zu ermitteln.

2. Randbedingungen

Zweck der automatischen Briefbearbeitung ist die Steigerung der Effizienz des Briefzustellprozesses. Dies wird dadurch erreicht, dass die Anzahl der manuellen Eingriffe reduziert und die Briefzustellzeit verringert wird. Daraus lassen sich unmittelbar die folgenden wichtigsten Anforderungen an das Erkennungssystem ableiten.

a. Breites Spektrum der maschinenfähigen Post

Das System muss in der Lage sein soviel wie möglich verschiedene Sendungstypen automatisch zu bearbeiten. Ob handgeschrieben oder gedruckt, ob mit Briefmarken, Freistempeln, 2D Codes oder freien Antwortsymbolen - wie breiter das Spektrum der automatisch bearbeitbaren Sendungen, um so weniger Briefe müssen manuell sortiert werden.

b. Hohe Erkennungsraten und Erkennungssicherheit

Von allen maschinenfähigen Sendungen, müssen soviel wie möglich tatsächlich richtig bearbeitet werden und das bei minimalsten Fehlerraten. Denn jede falsch aufgestellte Sendung fällt im schlimmsten Fall erst am Ende des Sortierprozesses auf, wird rejektiert und muss, nach manuellem Eingreifen noch einmal bearbeitet werden.

c. Geringe Vearbeitungszeiten

Die heutigen Briefbearbeitungsmaschinen werden bei Brieflaufgeschwindigkeiten zwischen 3,0 m/s und 4,1 m/s betrieben. Unter Berücksichtigung der Sendungsgröße und des Abstandes zwischen den Briefen ergibt sich somit eine Briefbearbeitungszeit von weniger als 90 ms. Innerhalb dieser Zeit muss das Brieflayout analysiert, das Frankierungssymbol identifiziert und falls vorhanden, sein Wert bestimmt werden.

3. Frankiersymbole und Layout

Bild 02 enthält die am häufigsten verwendeten postalischen Frankiersymbole. Die meisten von ihnen sind so spezifiziert, dass allein durch ihre Position auf der Sendung, die Brieforientierung ermittelt werden kann. Briefmarken, Freistempel, PPIs und FIM-Barcodes müssen in der oberen rechten Briefregion (Indiciazone) liegen. 2D Codes dürfen je nach Typ entweder in der unteren Hälfte (DPAG) oder im Indicia-Bereich gedruckt werden.

Die Stickers und die Zusatzsymbole dagegen können nicht zur Bestimmung der Orientierung verwendet werden, da sie keine definierte Position haben. Ihr Vorhandensein auf der Sendung deutet meistens auf einen Zusatzservice hin oder bestimmt allein die Sendungskategorie.

4. Das Erkennungssystem

Das Farbbildverarbeitungssystem ACR (Advanced Colour Recogniser) besteht aus zwei Farbkameras und der Erkennungssoftware (Bild 03). Die Farbkameras haben eine Ortsauflösung von 48 dpi und eine Farbauflösung von 5 bit / Farbkanal. Die Bilder werden unkomprimiert zum Steuercomputer übertragen, wo sie der Erkennungssoftware zur Verfügung gestellt werden.

ACR hat die Aufgabe anhand der Farbaufnahme eines Briefes, seine:

- Orientierung,
- Frankierungsart und
- Frankierungshöhe

zu bestimmen.

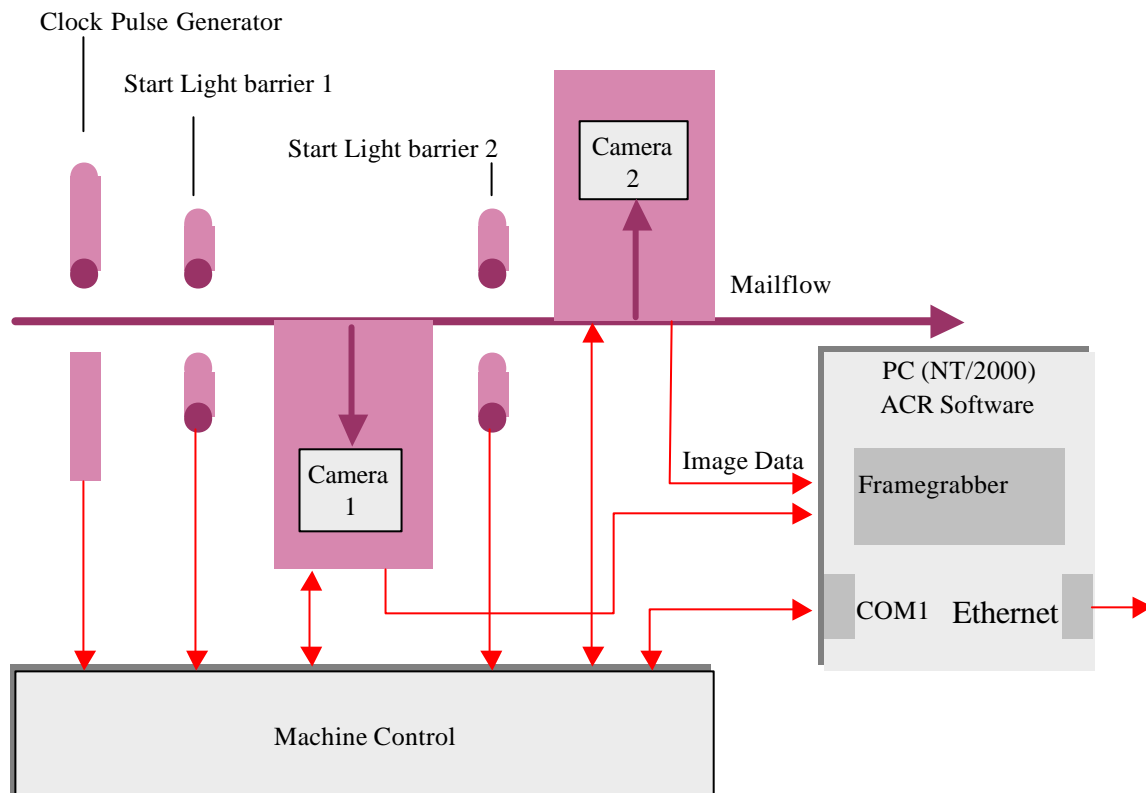


Bild 03 Das ACR Erkennungssystem - Blockdiagramm

Beide Sendungsseiten werden separat gescannt und verarbeitet. Auf jeder Sendungsseite wird das Layout analysiert und eine Hypothese über eine mögliche Orientierung generiert. Abschließend werden die Hypothesen beider Seiten miteinander verknüpft, um die Endentscheidung abzuleiten.

Die Frankierungsart ist durch den Typ des verwendeten Frankierungssymbols gegeben. Die am meisten verbreiteten von ihnen sind Briefmarken, Freistempel (meter marks), Freie Rückantwort (PPI) und 2D Codes.

Bei PPI und Freistempel kann von einer einheitlichen Lage des Symbols auf dem Brief ausgegangen werden. Zusätzlich gilt, dass sie einzeln auftreten, d.h. es kann auf einem Brief nur ein PPI oder Freistempel geben. Briefmarken dagegen können in jeder beliebigen Drehlage und in beliebiger Anzahl vorkommen.

Die Frankierungshöhe kann bei Sendungen bestimmt werden, deren Frankierungssymbole einen Wert haben. Das sind vor allem Briefmarken und Freistempel.

4.1 Die Objektdetektion

Der Erkennungsprozess läuft in 3 Schritten ab. Zunächst werden durch Analyse des Farbhistogramms die Hintergrund- und Vordergrundfarben bestimmt und eine erste Bildsegmentierung durchgeführt. In diesem doch recht grob segmentierten Bild werden anhand von globalen Merkmalen Regionen gesucht, die Frankierungssymbole enthalten können.

Die so gebildeten Regionen werden anschließend binarisiert. Die Art der Binarisierung hängt u.a. von der Definition der zu erkennenden Objekte ab.

PPIs, Freistempel, lineare und 2D Codes werden in der Regel in einer einheitlichen Farbe gedruckt. So zielt die Binarisierung zwecks PPI- und Freistempelanalyse auf diese Farben ab.

Briefmarken dagegen können, bezüglich ihrer Farbzusammensetzung recht komplex sein. Genau diese Eigenschaft wird ausgenutzt, wenn es darum geht ein Binärbild zwecks Briefmarkensegmentierung zu generieren.

Abschließend erfolgt die Detektion aller Indiciakandidaten. Dazu werden die Binärbilder nach Objekten durchsucht, deren geometrische Eigenschaften auf ein der interessierenden Objekte schließen lassen.

4.2 Die Objektklassifikation

Die Klassifikation der in einer einheitlichen Farbe gedruckten Objekte erfolgt im allgemeinen im Binärbild. Das Binärbild wird unter Berücksichtigung der typischen Farben erzeugt. Da die Lage und die Struktur der Objekte durch die Post bestimmt sind und nicht variieren dürfen genügt es meist eine Strukturanalyse der Regionen durchzuführen.

Für die Briefmarkenerkennung, die das Kernstück von ACR darstellt, wurde ein komplexes, mehrstufiges Klassifikationsverfahren entwickelt.

Die Grundidee besteht darin alle Briefmarkentypen einzeln zu erkennen. So wird der Wert einer Briefmarke nicht durch die Interpretation des Wertaufdrucks (viele Briefmarken haben keinen Wertaufdruck), sondern durch die Erkennung des Briefmarkenmotivs und die Kenntnis ihres Werts bestimmt. Dies erfolgt durch den Vergleich jedes Briefmarkenkandidaten mit allen Briefmarken, die dem Erkennungssystem bekannt sind.

Neue Briefmarken werden in regelmäßigen Zeitabständen herausgegeben. Diese Tatsache, hat einige Konsequenzen für das Erkennungssystem.

Zum Zeitpunkt der Systemadaption, sind nicht alle zu erkennenden Objekte bekannt. Das bedeutet, dass das eingesetzte Erkennungssystem auch für noch "unbekannte" Objekte die notwendige Trenngüte besitzen muss. Eine Erweiterung der Menge der zu erkennenden Objekte darf nicht mit Softwareänderungen verbunden sein.

Aus diesem Grund wurden verschiedene Arten von Merkmalen definiert. Die Briefmarkenklassifikation basiert auf geometrischen, Farb- und Strukturmerkmalen. Die Farbmerkmale geben die globale Farbzusammensetzung der zu klassifizierenden Objekte wieder und sind somit rotationsinvariant. Für die Extraktion der Strukturmerkmale wurde eine spezielle Farbsegmentierung entwickelt.

Die zweite Konsequenz ist dass ein Weg geschaffen werden muss, um Neuerscheinungen ohne Softwareänderungen dem System bekannt zu machen.

Die Briefmarkendatenbasis wird offline mittels des Briefmarkenbelehrungssystems erzeugt (Bild 04). Zu diesem Zweck werden einige Exemplare von jedem Briefmarkentyp auf eine für diesen Zweck entwickelte Lernkarte aufgebracht und mit einem Scanner des gleichen Typs aufgenommen. Die Lernkartenbilder werden durch das Belehrungssystem analysiert, die Briefmarken segmentiert, die charakteristischen Merkmale extrahiert und in eine Datenbank abgelegt. Sobald alle Briefmarken auf diese Art "importiert" wurden kann eine Datei erzeugt werden, die die Merkmale aller bekannten Briefmarken enthaelt und später im online System geladen wird. Nach jeder Neuaufnahme wird der Briefmarkenklassifikator neu berechnet und optimiert, um sicherzustellen, dass die geforderte Erkennungsleistung erbracht werden kann.

In diesem Zusammenhang wird eine zusätzliche Schwierigkeit deutlich. Die für die Briefmarkenbelehrung benötigten Bilder werden mit einem ACR Aufnahmesystem erzeugt, die Briefmarkendatenbasis wird aber auf beliebig vielen Systemen installiert. Somit müssen alle Variationen der Aufnahmesysteme durch das Erkennungssystem kompensiert werden.

Die Briefmarkendatenbasis kann bis zu 500 verschiedenen Briefmarken enthalten.

4.3 Das Durchscheinen

Das größte Problem, das im Laufe der Entwicklungsarbeiten festgestellt wurde, ist das Durchscheinen des Hintergrundes. Im Zusammenhang mit den Papiereigenschaften, den Briefmarkenfarben und der Farbe des Briefumschlags kann es dazu kommen, dass sich die Farbzusammensetzung einer Briefmarke im ACR Bild ändert. So erscheinen große Weißflächen innerhalb einer Briefmarke, die auf einem roten Umschlag steht, nicht mehr weiß, sondern viel dunkler. Die Konsequenz für das Erkennungssystem ist, dass dünne Briefmarken mit großen Weißflächen, auf farbigen Briefumschlägen, im ACR Farbbild ganz anders "aussehen", als wenn sie auf einer weißen Unterlage kleben. Ohne zusätzliche Maßnahmen würden diese Briefmarken nicht erkannt werden können.

Umfangreiche Analysen haben gezeigt, dass das Durchscheinen nicht so sehr von dem Farbwert, sondern eher von dem Helligkeitswert der Unterlage abhängt. Diese Erkenntnis war ausschlaggebend dafür das Belehrungssystem so zu gestalten, dass solche Effekte mitberücksichtigt werden können. Aus diesem Grund wurden die Briefmarkenlernkarten in verschiedenen Feldern unterteilt und in verschiedenen Grautönen gefärbt.

Bild 06 enthält die Histogramme der 3 Farbkanäle einer Briefmarke, die auf unterschiedlichen Unterlagen aufgebracht wurde. Zeilen 3 und 4 zeigen beide Extremfälle und zwar eine weiße (Zeile 3) bzw. eine schwarze Unterlage (Zeile 4).

5. Zusammenfassung

ACR ist ein Beweis dafür, dass viele komplexe Erkennungsaufgaben aus dem Bereich der Postautomatisierung mit Hilfe der Farbbildverarbeitung einfacher lösbar sind.

Das Farbbilderkennungssystem ACR ist seit 1999 ein integraler Bestandteil der Briefsortiermaschinen von Siemens Dematic. Es wurde bereits in über 8 Ländern in Betrieb genommen und funktioniert zu vollster Zufriedenheit der Kunden.

Durch den Einsatz eines Farberkennungssystems konnte zum ersten mal ein Briefaufstellverfahren entwickelt werden, das auf der Analyse komplexer Bilder und nicht auf der Detektion von Fluoreszenz basiert. ACR ermöglicht die Vermeidung von fluoreszierenden Stoffen bei der Herstellung von Briefmarken und leistet somit einen Beitrag zum Umweltschutz.

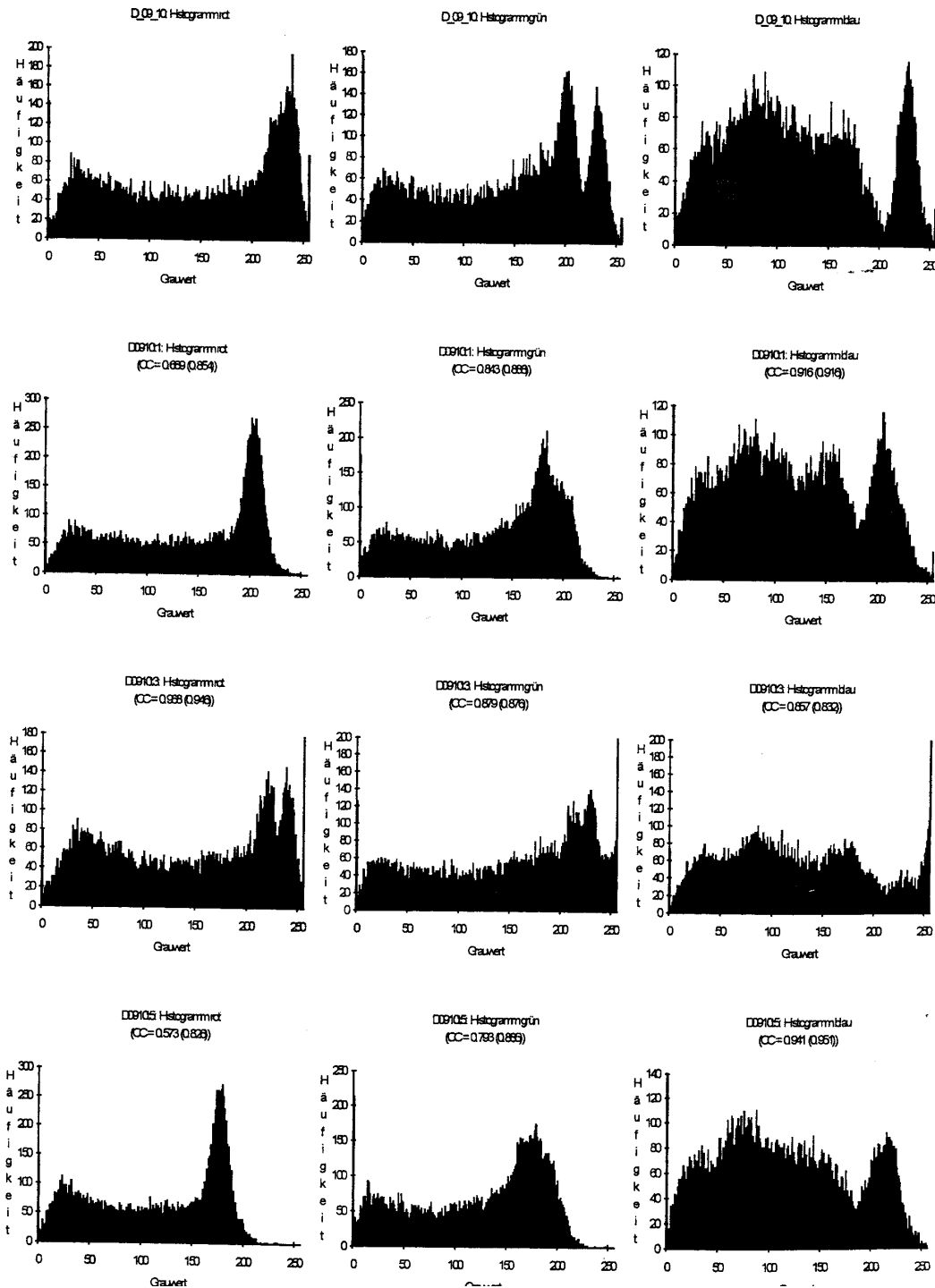
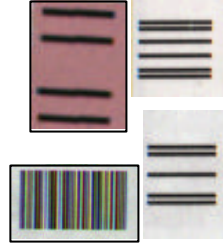


Bild 06 Veränderung der Histogramme in Folge von Durchscheineffekten



**Freistempel
(Meter Marks)**



FIM Barcodes



2D Codes



Briefmarken



**Freie Rückantwort
(PPI)**



Stickers and Symbole

Bild 02: Postalische Symbole

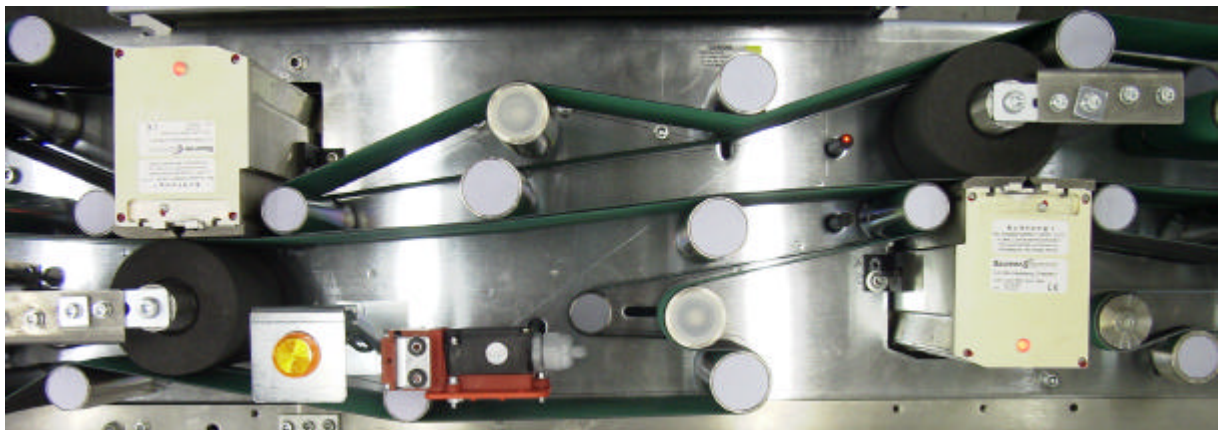


Bild 05 Die ACR Kameras in der Briefsortieranlage