

CCD-RESEAU-ABTASTUNG - EIN NEUES PRINZIP FÜR DIGITALE BILDVERARBEITUNG
(CCD-RESEAU-SCANNING - A NEW PRINCIPLE FOR DIGITAL IMAGE PROCESSING)

W. Wester-Ebbinghaus

Institut für Photogrammetrie
Universität Hannover

ABSTRACT

CCD-matrix sensors are available now, they offer a solid state image surface and therefore seem to be useful for photogrammetric applications, but they are too small to achieve sufficient image scale. Using réseau technique, also a large format can be digitally recorded by a CCD-sensor with high precision and low mechanical effort. This principle is suitable for off-line analog-digital conversion and, especially, for on-line digital measurements.

EINLEITUNG

Die seit einigen Jahren verfügbaren Flächensensoren (als Festkörper flächenhaft zusammengefaßte Blöcke von opto-elektrischen Einzelsensoren) bieten sich für den Einsatz im photogrammetrischen Abbildungssystem an, in Digital-Wandlern für analoge Bildvorlagen ebenso wie unmittelbar in Aufnahmekammern.

Die handelsüblichen, für die Fernsehtechnik entwickelten Flächensensoren (CCD-Blöcke) sind jedoch kaum mehr als 100 mm^2 groß, und es werden auch auf lange Sicht keine Festkörper-Sensoren zur Verfügung stehen, deren Fläche den in der Photogrammetrie üblichen Bildformaten gerecht werden könnte. Große Bildformate lassen sich mit verfügbaren Flächensensoren nur in Teilbildern erfassen, die nachträglich zu einem Gesamtbild zusammenzufügen sind. Dabei stellt die Orientierung der Teilbilder im Abbildungsraum hohe Anforderungen an die optisch-mechanische Stabilität des instrumentellen Aufbaus.

Brown und Fraser (1986) stellen einen Flachbett-Abtaster mit CCD-Flächensensor vor, der digitale on-line Bildverarbeitung in Teilbildern ermöglicht und als automatischer Komparator Bildmessung höchster Genauigkeit erlaubt. Zur flächenhaft simultanen Erfassung eines Gesamt-Bildformats schlägt Albertz (1986) eine rasterartige Anordnung mehrerer Flächensensoren vor, auf die das in der Aufnahmekammer entstandene Bild in Teilbildern durch lichtleitende Faserstäbe abgebildet wird. In beiden Fällen ist die Orientierung der Sensorflächen optisch-mechanisch mit geeignetem instrumentellen Aufwand sicherzustellen. Das elektronisch definierte Bildbezugssystem der Sensorblöcke muß dabei als konstant vorausgesetzt werden.

Instrumentell wenig aufwendig und dabei hoch genau und sicher läßt sich die Orientierung der Teilbilder optisch-numerisch durch Réseautchnik verwirklichen (Wester-Ebbinghaus 1984, Luhmann 1985 und 1986). Die Sensorflächen werden so im Abbildungsraum angeordnet, daß mindestens je eine Masche eines in den Abbildungsvorgang mit einbezogenen Réseaus (Glasplatte mit rasterartig verteilten Punktmarkierungen) flächendeckend auf die Teilbilder mit abgebildet wird. Das Gesamtbild kann dann erhalten werden durch numerische perspektive Rückprojektion der Teilbilder in die entsprechenden Maschen des Réseausystems. Damit ist nicht nur die Raumlage der Sensorflächen eindeutig bestimmt, sondern es wird auch das Bildbezugssystem der Sensoren für jedes Teilbild im Bildraum neu orientiert. Der optisch-mechanische Aufbau muß bei dieser Lösung nur gewährleisten, daß die gewählte Masche des Réseaus vom Teilbild vollständig getroffen wird.

Auf diese Weise läßt sich sowohl sequentielle Bildabtastung als auch flächenhaft simultane Gesamtbilderfassung verwirklichen und dies sowohl für die Digital-Wandlung analoger Bildvorlagen als auch unmittelbar für die digitale Aufnahme.

Nachfolgend sind Vorschläge für die Bildabtastung in Teilbildern zusammengestellt.

PHOTOGRAMMETRISCHE GERÄTEKOMPONENTEN NACH DEM PRINZIP DES RESEAU-ABTASTERS

Bei dem Analog-Digital-Wandler nach Abb. 1 ist die Bildvorlage in Kontakt mit einer Réseauplatte (Abtastréseau), über der ein opto-elektrischer Festkörper Flächensensor samt Abbildungsoptik parallel verschiebbar angebracht ist. Der Sensor wird so über Abtastréseau und Bild orientiert, daß sich mindestens eine Réseaumache flächendeckend abbildet. Die Orientierung des Sensors kann manuell geschehen oder mittels eines vorgegebenen Programms, das die Vorlage maschenweise abarbeitet. Die Einpassung der im digitalen Teilbild des Sensors erkannten Réseaupunkte auf ihre Sollpositionen im System des Abtastréseaus liefert Transformationsparameter zur Überführung des Teilbildes in ein einheitliches Gesamt-Bildsystem. Diese Parameter werden gemeinsam mit dem digitalen Teilbild abgelegt oder dienen dazu, durch Entzerrung die Teilbilder zu einem digitalen Gesamtbild zusammenzufügen. Durch Variation des Abbildungsmaßstabs kann die vorgegebene Größe der Sensorelemente unterschiedlich großen Bildelementen in der analogen Vorlage zugeordnet werden.

Nach Abb. 2 kann der in Abb. 1 skizzierte Aufbau für ein digitales Mono-Bildmeßsystem genutzt werden. Nach Wahl einer Réseaumache, die zu messende Bildpunkte enthält, erscheint das zugehörige Teilbild auf dem Bildschirm. Dort können, im System des Teilbildes, Bildkoordinaten gemessen werden, um diese mit Transformationsparametern, die aus einer Réseaeinpassung nach Abb. 1 gewonnen wurden, in das System des Abtastréseaus zu überführen.

Ein Stereo-Bildmeßsystem kann nach Abb. 3 verwirklicht werden. Über den Bildern ist nach dem in Abb. 1 dargestellten Prinzip je ein Flächensensor angeordnet. Die aus eingegebenen Objektkoordinaten mit Hilfe der Orientierungsparameter der Aufnahmekammer berechneten Bildkoordinaten werden in die Systeme der Abtastréseaus transformiert, um die Flächensensoren auf die betroffenen Réseumaschen der beiden Bilder zu steuern, so daß auf dem Stereobildschirm der entsprechende Teilbereich des Objektes stereoskopisch dargeboten wird. Die Einpassung der in den Teilbildern abgebildeten Réseaupunkte auf ihre Sollpositionen im System des Abtastréseaus liefert hier Parameter für Transformation der im Abtastréseau gegebenen Bildpunkte in die Teilbilder (vgl. Abb. 1). Damit lassen sich, in den Systemen der Teilbilder, die Meßmarken des Stereo-Bildschirms auf die Bildpunkte führen, die zu dem eingegebenen Objektpunkt gehören. Dieses Meßprinzip entspricht im Grundsatz dem Analytischen Plotter nach Helava (Helava 1958). Es erlaubt dynamisch räumliche Messung im stereoskopisch realisierten Modell und liefert on-line eine Kartierung (Stereo-Kartierung) oder räumliche Objektkoordinaten.

Durch digitale on-line Verarbeitung der Teilbilder wird eine automatische Bestimmung von Bildpunkten möglich. Das Bildmeßsystem nach Abb. 4 sieht eine Unterstützung der automatischen Punkterkennung durch zusätzlich bereitgestellte Näherungsinformation vor. Die in einem Hilfssystem eingegebenen genäherten Bildkoordinaten werden in das Koordinatensystem des Abtastréseaus transformiert, um den Sensor über Réseumaschen zu steuern, die zu bestimmende Bildpunkte enthalten. Sie unterstützen weiterhin, transformiert in das System des vom Sensor erfaßten Teilbildes, die automatische Punkterkennung.

Nach Abb. 5 können mehrere Bilder simultan an einem digitalen, automatischen Bildprozeß beteiligt werden, zur Erkennung von signalisierten Punkten und auch zur Erfassung der Objekttopographie.

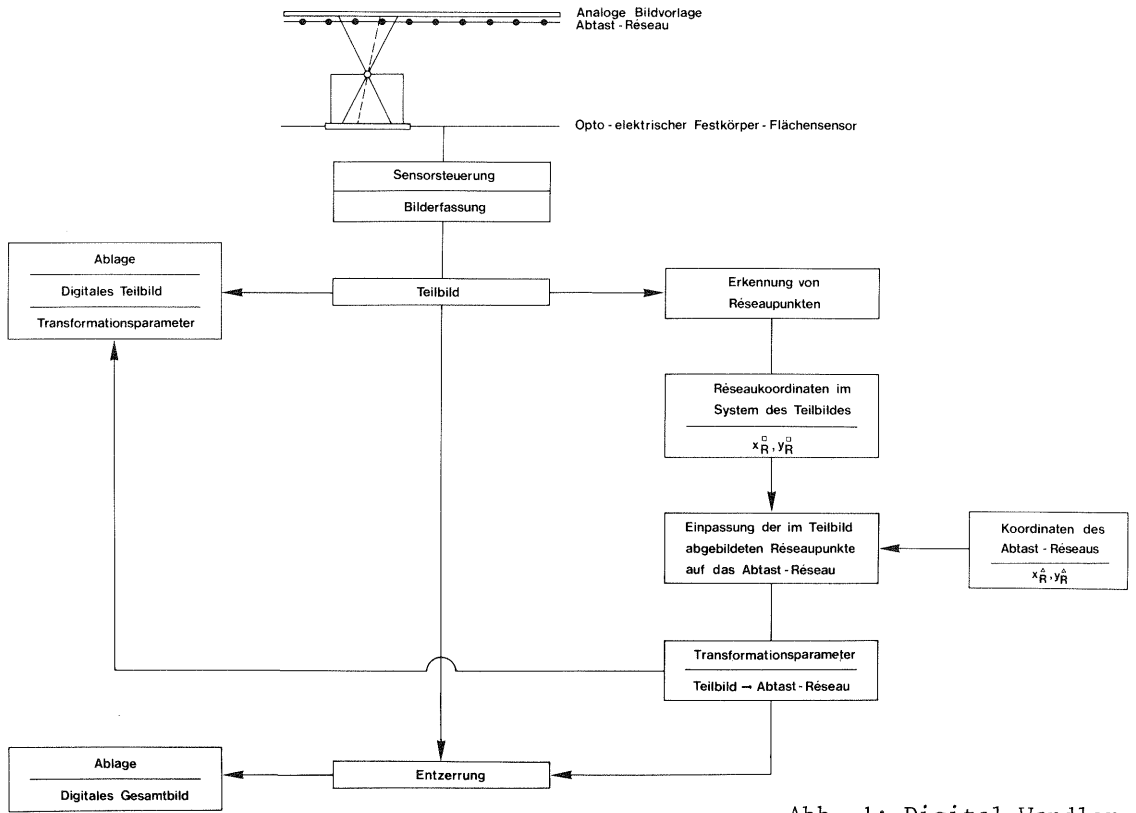


Abb. 1: Digital-Wandler

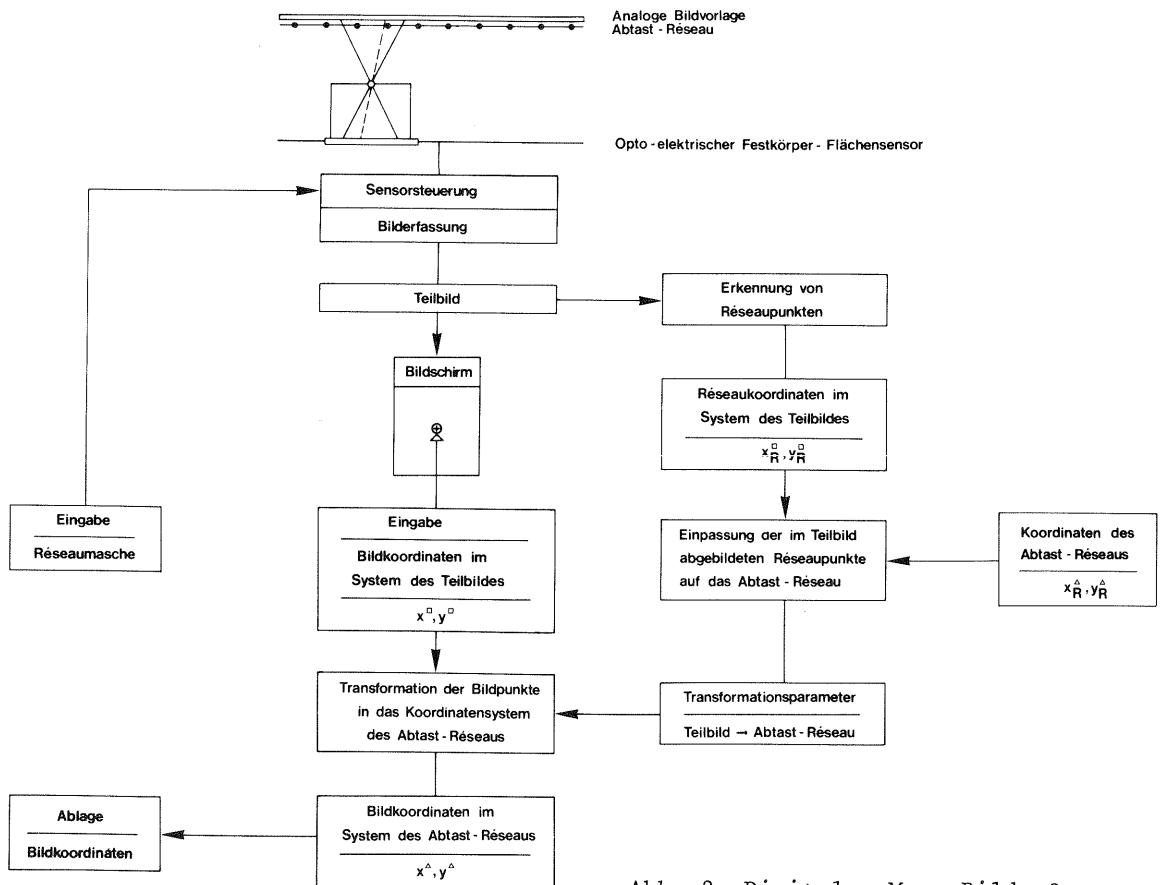


Abb. 2: Digitales Mono-Bildmeßsystem

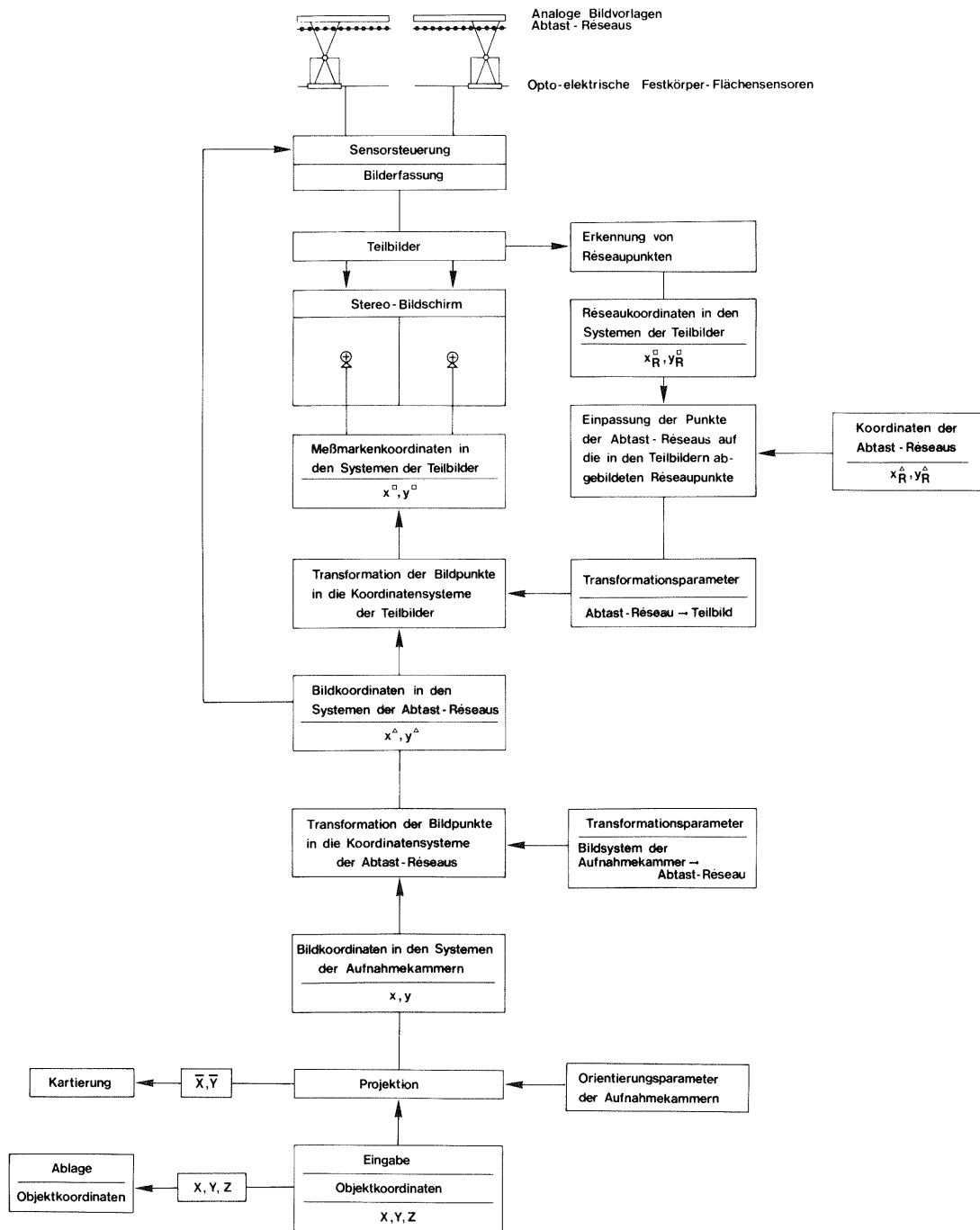


Abb. 3: Digitales Stereo-Bildmeßsystem mit Steuerung des Objektpunktes

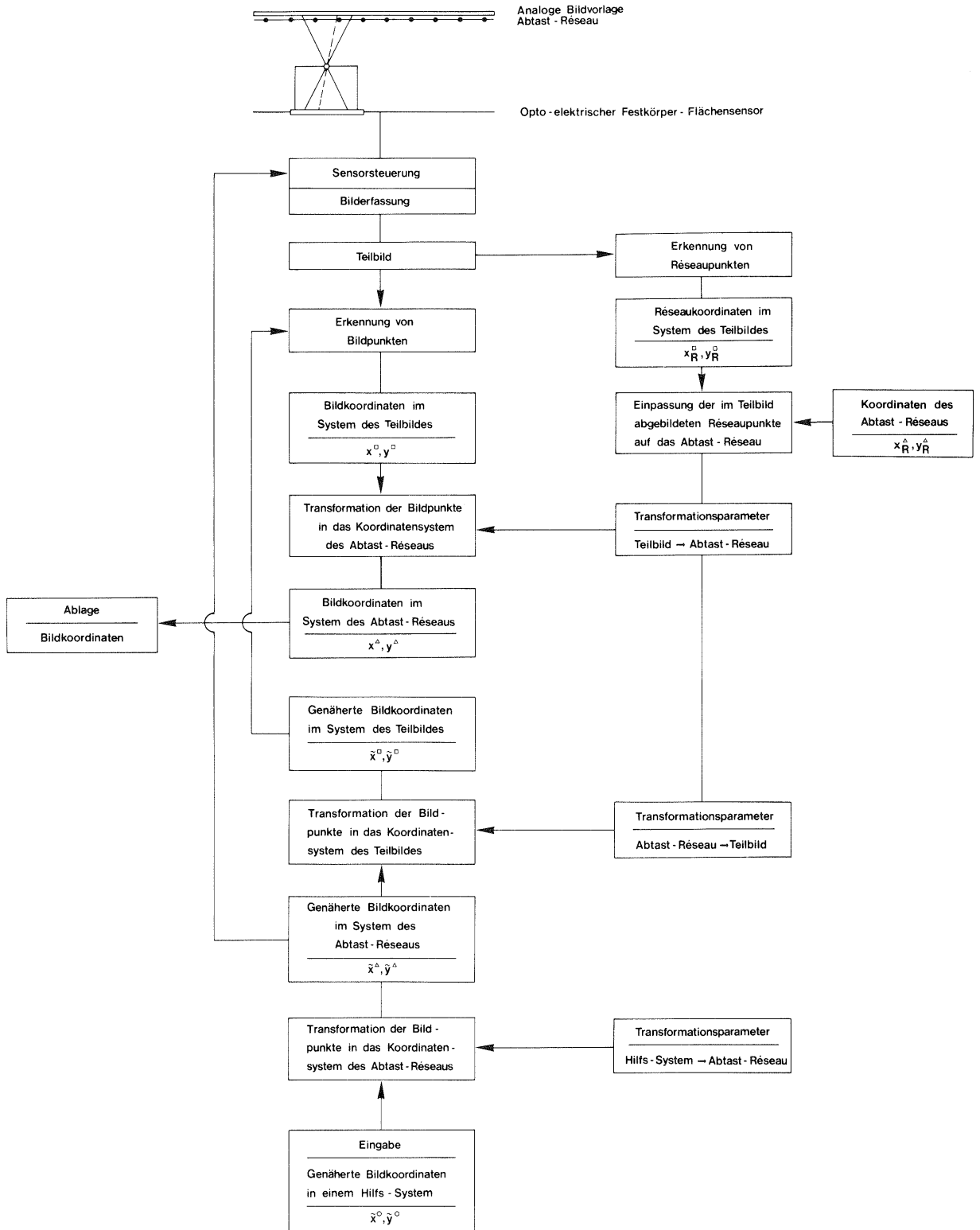


Abb. 4: Digitales automatisches Mono-Bildmeßsystem

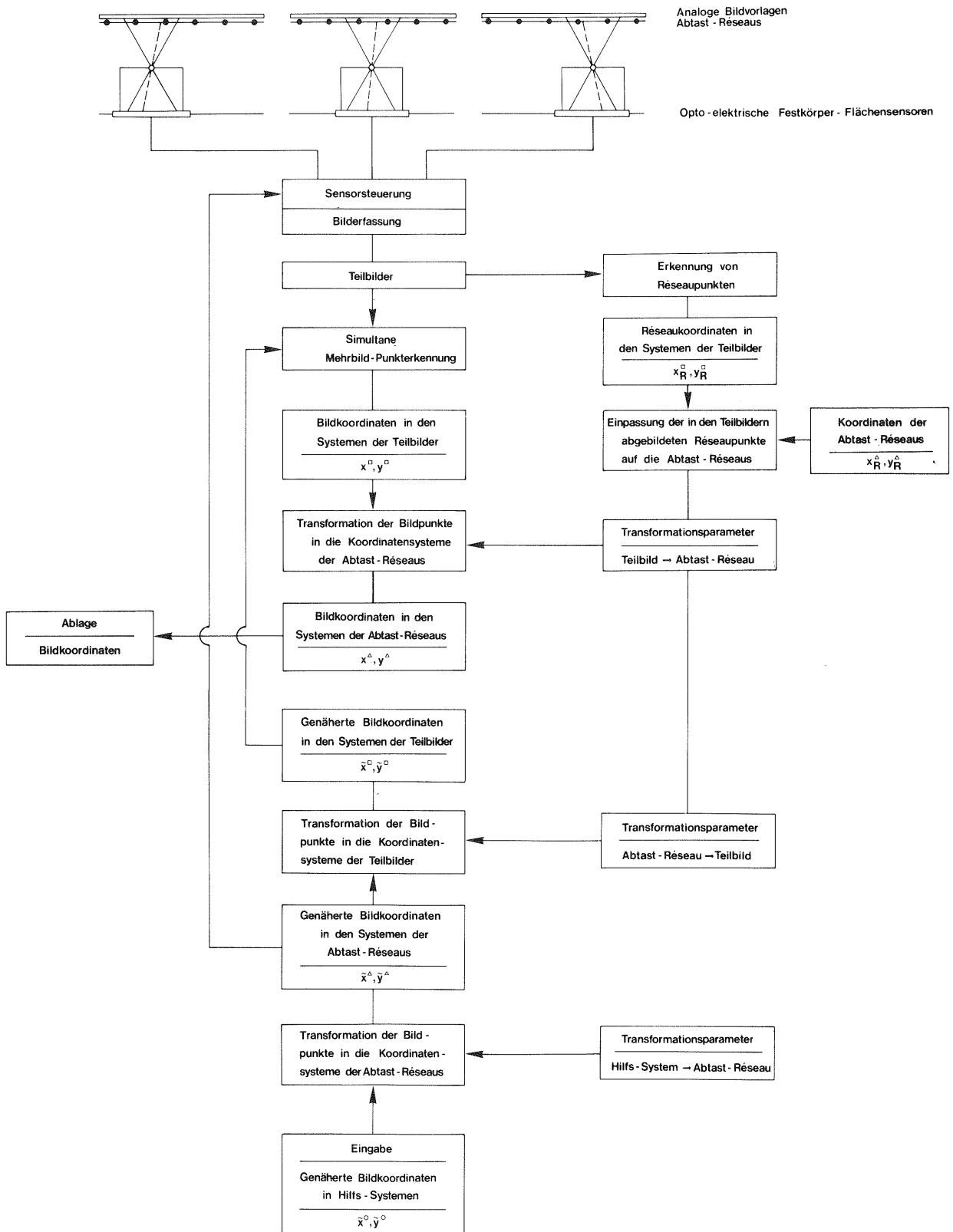


Abb. 5: Digitales automatisches Bildmeßsystem mit simultaner Mehrbild-Punkterkennung

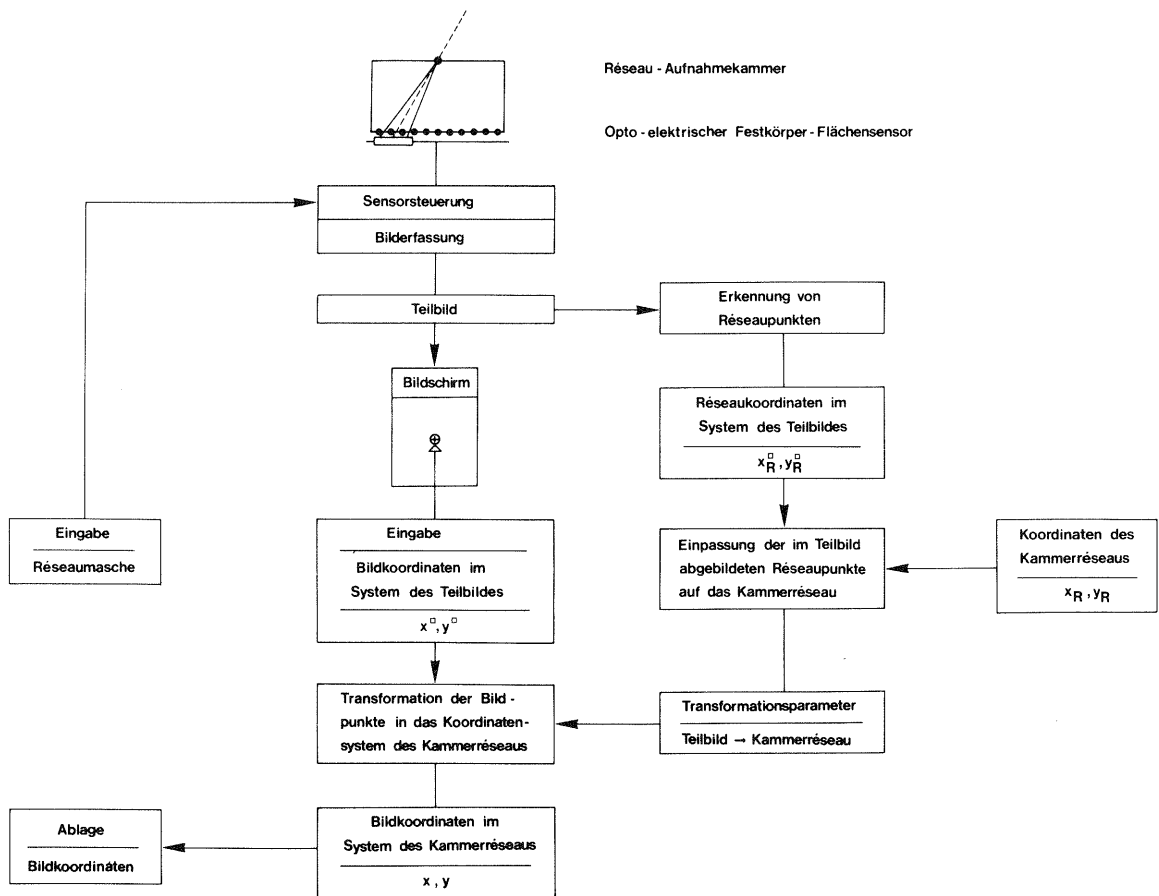


Abb. 6: Digitales Mono-Bildaufnahme- und Bildmeßsystem

Abb. 6 zeigt ein digitales Mono-Bildaufnahme- und Bildmeßsystem. Grundsätzlich dem in Abb. 2 dargestellten Prinzip folgend, wird der Flächensensor hinter einer in der Abbildungsebene der Aufnahmekammer angebrachten Reséauplatte geführt.

Ein on-line Stereo-Bildaufnahme- und Bildmeßsystem ist in Abb. 7 dargestellt. Der Aufbau entspricht grundsätzlich Abb. 3, der Flächensensor wird jedoch, wie in Abb. 6, hinter einer in der Abbildungsebene der Aufnahmekammer angebrachten Reséauplatte geführt. Da das System des Kammerréseaus zugleich das Bildraumsystem darstellt, können die aus Objektpunkten gewonnenen Bildkoordinaten unmittelbar zur Steuerung des Abtast- und Meßsystems benutzt werden, es ist nicht, wie in Abb. 3, ein Übergang vom Kammersystem zum System eines Abtastréseaus erforderlich.

Für digitale Bilderfassungs- und Bildmeßsysteme nach Abb. 1 bis 5 und für digitale Bildaufnahme- und Bildmeßtechnik nach Abb. 6 und 7 sind mit dem soeben vorgestellten System ROLLEIMETRIC RS bereits instrumentelle Voraussetzungen geschaffen (Luhmann und Wester-Ebbinghaus 1986).

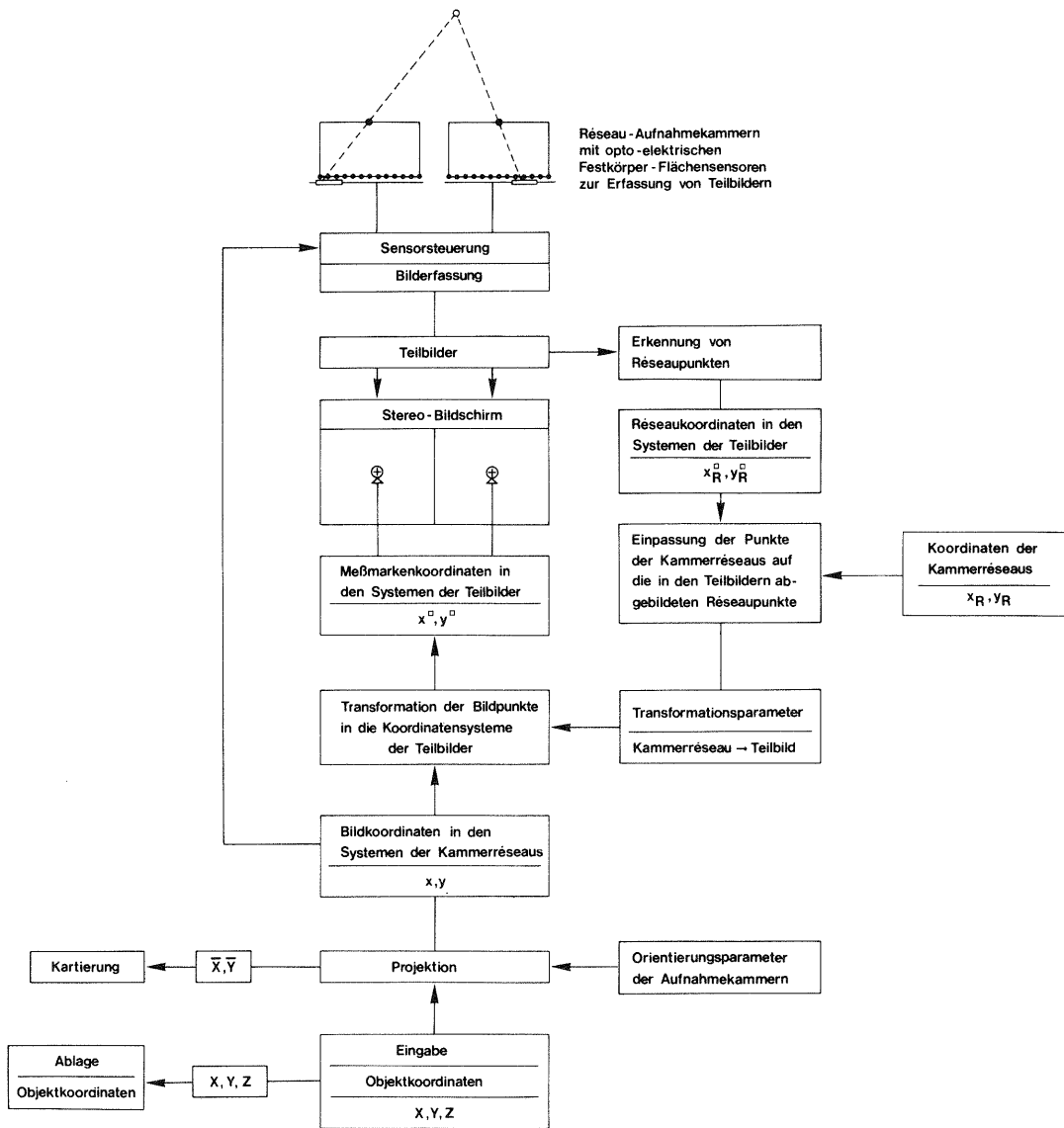


Abb. 7: Digitales Stereo-Bildaufnahme- und Bildmeßsystem

ZUSAMMENFASSUNG

CCD-Sensorblöcke bieten sich wegen der geometrisch fest definierten Bildfläche für die Photogrammetrie an, können jedoch nur sehr kleine Bildflächen erfassen. Durch Einsatz der Réseautechnik sind bei geringem instrumentellen Aufwand hoch genaue und sichere Möglichkeiten gegeben, um Teilbilder in einem prinzipiell beliebig großen Gesamt-Bildformat zu komponieren.

LITERATUR

- Albertz, J., 1986: Digitale Bildverarbeitung in der Nahphotogrammetrie - Neue Möglichkeiten und Aufgaben. Bildmessung und Luftbildwesen, 2/86: 34-45.
- Brown, D.C., Fraser, C., 1986: Industrial-Photogrammetry - new developments and recent applications. The Photogrammetric Record.
- Helava, U.V., 1958: New Principles for Photogrammetric Plotters. Photogrammetria, 1/58: 89-96.
- Luhmann, T., 1985: Kalibrierung eines digitalen Aufnahmesystems. Tagung "Kammerkalibrierung in der photogrammetrischen Praxis", Bonn 1985. Deutsche Geodätische Kommission, Reihe B, Nr. 275, München.
- Luhmann, T., 1986: Automatic Point Determination in a Digital Réseau Scanning System. Symposium der Kommission V der ISPRS, Ottawa.
- Luhmann, T., Wester-Ebbinghaus, W., 1986: ROLLEIMETRIC RS - A New Digital Image Processing System. Symposium der Kommission II der ISPRS, Baltimore.
- Wester-Ebbinghaus, W., 1984: Opto-elektrische Festkörper-Flächensensoren im photogrammetrischen Abbildungssystem. Bildmessung und Luftbildwesen, 6/84: 297-301.