

Neue Konzepte zur optischen Datenspeicherung

Im Vergleich der Verfahren CD, DVD, MOD, DVD-R zeigt sich, dass das eingesetzte serielle Schreiben die Geschwindigkeit beim Schreiben und Lesen begrenzt, dass die Verfahren zum Wiederbeschreiben sehr aufwändig sind und dass die Haltbarkeit der Daten zu Archivierungszwecken nicht genügt. Dies ergibt die Notwendigkeit neuer Konzepte zur optischen Datenspeicherung:

- a) „millipede-Konzept“
- b) Holographische Datenspeicherung

Ziele neuer Konzepte für einen idealen Massenspeicher sind daher:

- eine hohe Datendichte, zum Beispiel durch Volumenspeicherung (D_v proportional $1/\lambda^3$)
- eine hohe Datenübertragungsrate beim Schreiben und Lesen durch parallele Datenverarbeitung (Anordnung der Daten in 2D-Bitmuster)
- hohe Haltbarkeit der Medien und Daten, zum Beispiel durch Fixierung

Bei dem „millipede“-Konzept handelt es sich um eine weitere Miniaturisierung der Verfahren, wie sie bei der CD Anwendung finden, so dass sie im weiteren nicht behandelt werden soll. Hier wird nachteilig weiterhin auf eine serielle Speicherung gesetzt, so dass die Anforderung hoher Übertragungsgeschwindigkeiten von diesen Systemen nicht erfüllt werden.

Holographische Datenspeicherung:

A. Datenvorbereitung

Die Datenvorbereitung soll am Beispiel eines 50-Pfennig-Stücks gezeigt werden, da dieses im Rahmen der Einführung des Euros archivierungswürdig ist.

1. Digitalisierung

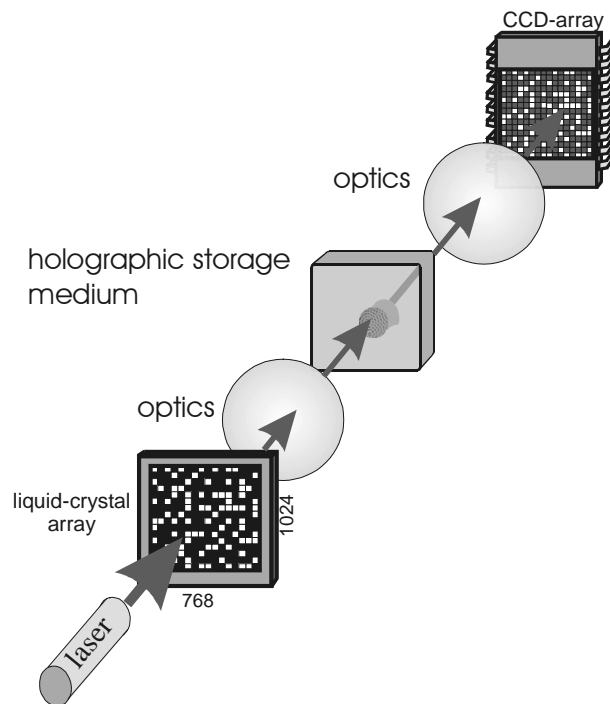
Zunächst muss die Information digitalisiert werden. Dazu wird die Münze mit einem Flachbrettscanner oder einer Videokamera aufgenommen und in einem Grafikformat an einen Rechner übergeben.

2. Konvertierung in ein 2D-Bitmuster

- Die Datei wird komprimiert, sofern es im Zuge der Anwendung erlaubt ist
- Die Datei wird in gleichgrosse Datenpakete aufgeteilt, z.B. der Größe von 1 MBit.
- Fehlerkorrekturverfahren werden eingebaut zur digitalen Fehlerbearbeitung (z.B. Prüfsumme) oder zur optischen Fehlerbearbeitung (Kontrasterhöhung)
- Anordnung der Bits in ein 2-dimensionales Schachbrettmuster, zum Beispiel der Größe von 1024 x 1024 Bildpunkten, eine sogenannte Seite, oder „page“
- Übertragung der Datenpakete an das optische System

Bemerkung: ein Datenfile wird üblicherweise in eine Vielzahl von Seiten aufgeteilt.

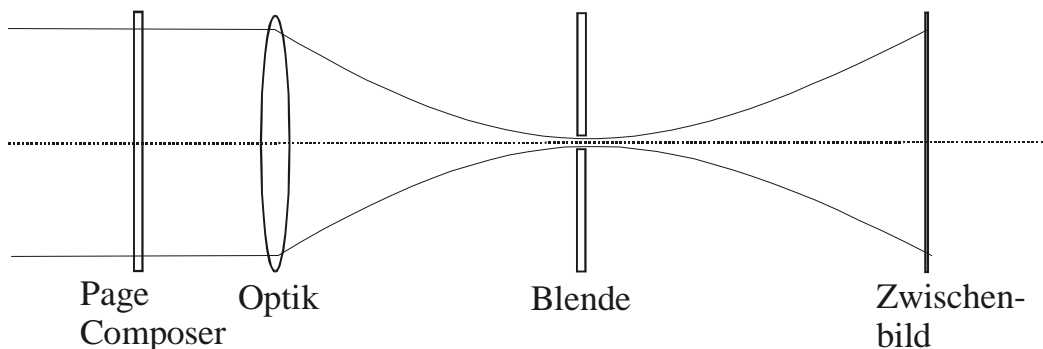
B. Optisches System



Das Bitmuster wird imoptischen System an einen Flüssigkristall übergeben mit einer Auflösung von zum Beispiel 1024 x 1024 Bildpunkten. Solche sogenannten „PageComposer“ werden in der Unterhaltungsindustrie in Video-Beamern oder Displays eingesetzt. Damit kann die Information einem Laserstrahl aufgeprägt werden, der über ein Linsensystem auf eine CCD-Kamera abgebildet wird. Im Brennpunkt der optischen Anordnung wird das Speichermedium plaziert, das photosensitiv sein muss, d.h. es verändert seinen Brechwert (photorefraktiv) oder seine Absorption (photochrom) bei Lichtbestrahlung.

Ein Problem bei dieser Art der optischen Abbildung ist, dass der PageComposer aufgrund seiner Gitterstruktur mit einer Periodizität von wenigen Mikrometern als Beugungsgitter auf die einfallende Lichtwelle wirkt und damit den Strahlengang und die Information im weiteren Verlauf stört. Daher wird das Verfahren des sogenannten „Zwischenbildes“ eingesetzt, bei dem höhere Beugungsordnungen in der Signalwelle ausgefiltert werden können.

- Erzeugung des Zwischenbildes

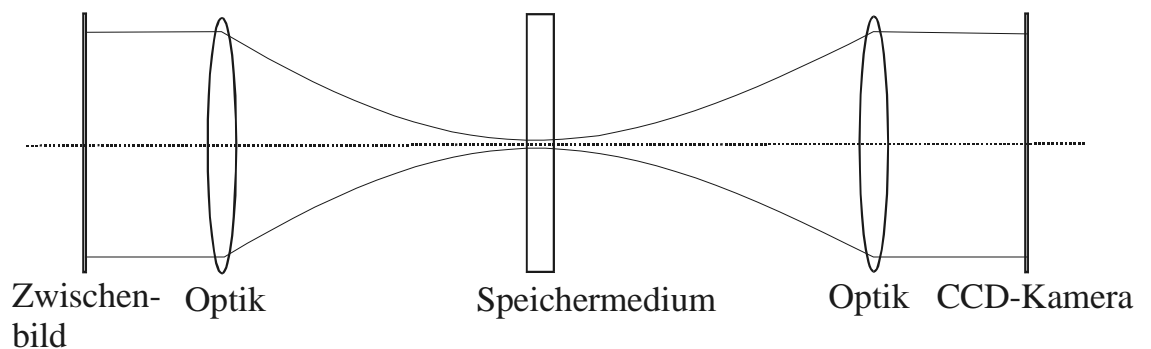


Bei dem Verfahren des Zwischenbildes wird die Lichtwelle nachdem sie durch den Pagecomposer gestrahlt ist mit einer Optik in ein Zwischenbild abgebildet. Im Fokus des

Lichtweges wird eine Blende gesetzt, die höhere Beugungsordnungen, die durch die Gitterstruktur des Page Composers entstehen, herausfiltert. „Fourierfilterung“

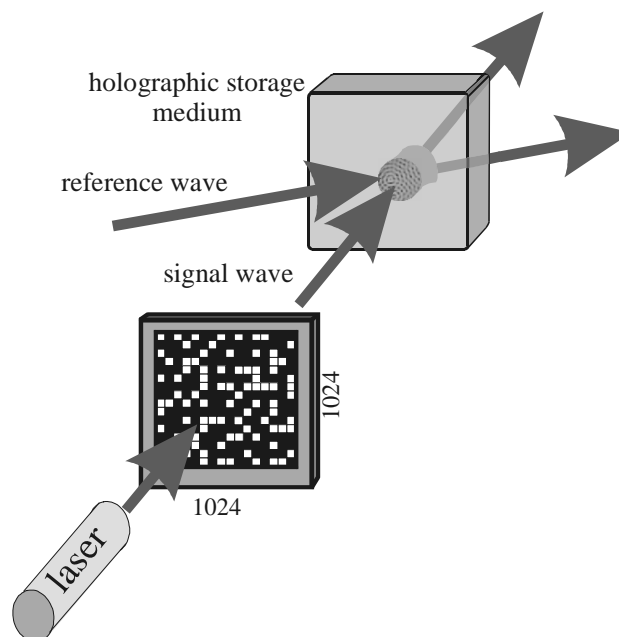
- Strahlverlauf des Zwischenbildes

Das Zwischenbild wird dann von einem zweiten optischen System aufgenommen und über ein Objektiv auf ein Kamerasystem abgebildet. Im Fokus dieses Strahlengangs wird das Speichermedium plaziert. Diese optische Anordnung ist als 4f-Optik bekannt, mit f der Brennweite der Linsensysteme.

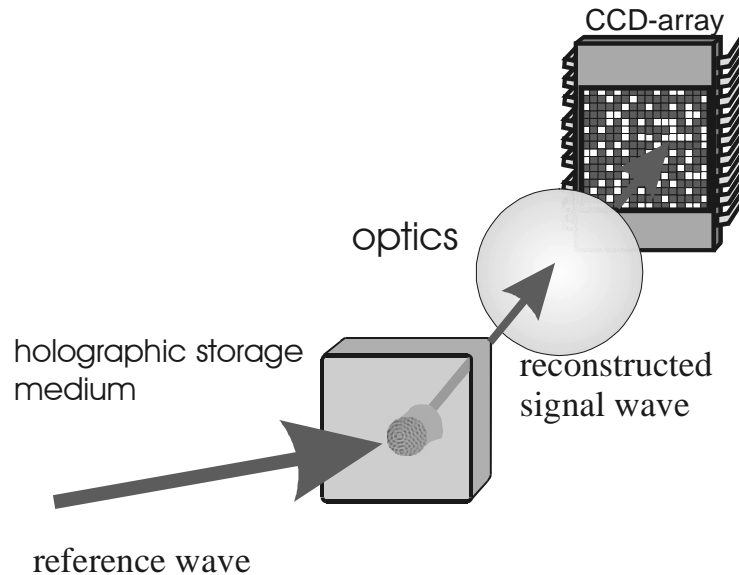


C. Speichern der Information, Schreibvorgang

Das Speichern der im Pagecomposer abgelegten Information erfolgt durch Überlagerung der Signalwelle mit einer hierzu kohärenten Referenzwelle. Diese wird durch Strahlteilung aus dem Laserstrahl ausgekoppelt. Im Volumen des Speichermediums überlagern diese beiden Wellen und erzeugen ein komplexes Interferenzmuster. Dieses wird im Falle eine photorefraktiven Speichermediums in eine komplexe Modulation des Brechwertes umgesetzt, die als Hologramm bezeichnet wird.



Der Grund für diese Bezeichnung wird deutlich, wenn man die Signalwelle nach Erzeugung der Brechungsindexmodulation abschaltet. Dann wird die Signalwelle von dem Hologramm durch Beugungsprozesse vollständig rekonstruiert. Diese Rekonstruktion erlaubt daher das Auslesen von holographisch eingeschriebenen Informationen, da das Bild des Pagecomposers auf dem Kamerasystem sichtbar wird.



D. Lesen der Daten und Rückwandlung

Das 2D-Bitmuster erscheint beim Lesen wieder auf der CCD-Kamera

1. Das Bitmuster muss von der Kamera mit passender Belichtungszeit und Bildschärfe aufgenommen werden. Die Belichtungszeit variiert durch unterschiedliche Bitmuster; die Bildschärfe muss der jeweiligen Ausleseposition angepasst werden.
2. Das Bitmuster muss von einer Software wiedererkannt werden, „Bilderkennung“. Dabei ist zu bemerken, dass die Auflösung der Kamera größer sein muss, als die Auflösung des Bitmusters.
3. Die Bits müssen eindeutig zugeordnet werden, d.h. aus einem Intensitätsmuster müssen „0“en und „1“en erkannt werden.
4. Fehlerkorrekturverfahren werden angewendet
5. Dekomprimierung der Daten
6. Zusammensetzen der Daten zur Information