

■ Glotzt du noch oder beamst du schon?

Digitalprojektoren werden zunehmend beliebter. Drei Verfahren der Bilderzeugung konkurrieren bei den Beamern miteinander.

Seit einigen Jahren halten in immer mehr deutschen Wohnzimmern Digitalprojektoren Einzug, in Konferenzräumen gehören sie zur Standardausrüstung. Mehrere Meter messende Bilddiagonalen sorgen dafür, dass das Filmerlebnis oder die Präsentation beeindruckend überkommt. Waren die Beamer vor wenigen Jahren für den Privatgebrauch noch unerschwinglich, können sie inzwischen mit Fernsehern durchaus konkurrieren. Jeder Beamer besitzt wie die früheren Filmprojektoren eine Lampe und eine Projektionsoptik. An die Stelle des zu durchleuchtenden Films ist allerdings ein digital steuerbares bilderzeugendes Element getreten.

Am längsten am Markt sind Microdisplays aus Polysilizium-Flüssigkristallen. Diese sind in einer Matrix angeordnet und werden im Projektor wie ein Dia durchleuchtet. Eine elektrische Spannung richtet die Kristalle in jedem Pixel aus und regelt so dessen Durchlässigkeit für polarisiertes Licht. Neuere LCD-Projektoren arbeiten mit drei Displays – eines für jede Grundfarbe. Dichroitische Spiegel spalten das Lampenlicht auf und lenken es durch je ein LCD-Panel für Rot, Grün und Blau, die auf drei Seiten eines Prismenwürfels angeordnet sind. Dieser vereint die Teilstrahlen wieder zu einem Bild,



Sony

Digitalprojektoren liefern deutlich größere Bilder als die meisten Fernseh-

geräte. Doch ihr Unterhalt ist wegen der Projektionslampen noch relativ teuer.

das dann über die Projektionsoptik auf die Leinwand fällt (Abb. 1). Solche 3LCD-Projektoren haben einen Marktanteil von gut 50 Prozent.

Der zweite Ansatz nennt sich Digital Light Processing (DLP). Zentrales Element dabei ist eine integrierte Schaltung mit einer Matrix aus 16 µm kleinen Aluminium-Mikrospiegeln. Sie lassen sich über Elektroden etwas aus der Horizontalen kippen, sodass das Licht der Projektionslampe entweder in die Projektionsoptik reflektiert wird (Weiß) oder nicht (Schwarz). Helligkeitsabstufungen erzeugt ein Chip, der die Spiegel bis zu 5000 Mal pro Sekunde stellt.

Die meisten DLP-Projektoren nutzen ein rotierendes Farbrad zwischen Projektionslampe und Mikrospiegel-Array. Es besteht entweder nur aus den Grundfarben oder enthält auch Segmente mit Zwischentönen (Abb. 2). Das Array projiziert die einzelnen Farbinformationen so schnell nacheinander, dass sie das Auge zeitlich nicht auflösen kann.

Das jüngste Verfahren, Liquid Crystal on Silicon (LCoS), wird unter verschiedenen Namen vermarktet. In gewisser Weise vereint es Konzepte aus der DLP- und der LCD-Welt. Polarisiertes Licht einer Projektionslampe durchläuft eine Schicht aus matrixförmig angeordneten Flüssigkristallen, hinter der eine spiegelnde Aluminiumschicht auf einem Siliziumsubstrat liegt. Der Spiegel reflektiert das Licht, das die Flüssigkristallschicht dann erneut durchläuft. Die Ansteuerung der Pixel liegt somit – wie beim DLP-Prinzip – nicht im Strahlengang und ermöglicht hohe Pixeldichten. Digitalprojektoren mit gewöhnlichen Projektionslampen arbeiten meist mit drei solchen LCoS-Chips, für jede Grundfarbe einen.

Jeder der drei Ansätze – LCD, DLP und LCoS – hat Vor- und Nachteile. Da bei LCD-Paneln

Wikipedia, Javachan / Epson

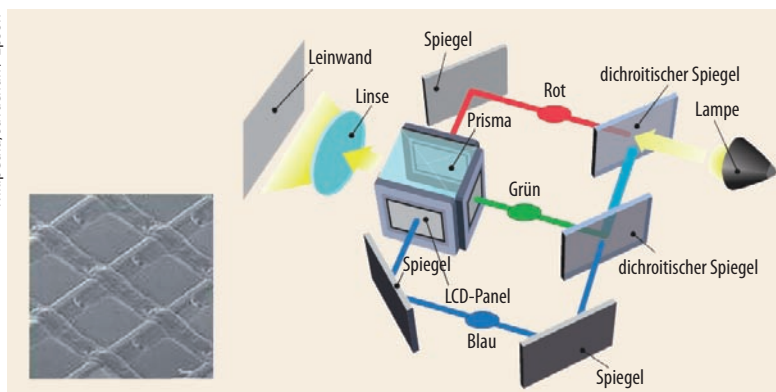


Abb. 1 Die meisten aktuellen LCD-Projektoren nutzen drei Microdisplays zur Bilderzeugung – für jede Grundfarbe eines. Diese sitzen auf den Flächen eines Prismenwürfels, der das über dichroi-

tische Spiegel zerlegte Licht wieder zusammenführt und zur Optik lenkt. Die Mikroskopaufnahme (links) zeigt den Ausschnitt eines Displays – die Ansteuerung der Pixel beansprucht viel Fläche.

die Transistorschaltung für die Ansteuerung der LCD-Segmente zwischen diesen verlaufen muss, haben die Pixel relativ große Abstände voneinander. Diese bildtechnisch „toten“ Bereiche führen zum Fliegengittereffekt, der besonders bei Projektoren mit geringer Auflösung (etwa bei XGA, 1024×768 Pixel) in Erscheinung tritt. DLP- und LCoS-Projektoren leiden darunter viel weniger, da sich die Mikrospiegel von hinten ansteuern lassen.

DLP-Projektoren, die mit Farbrad arbeiten, haben dafür das Problem, dass es zum Regenbogeneffekt kommt, das Auge die Teilbilder also zeitlich auflöst und dadurch Farbsäume im Bild wahrnimmt. Der Regenbogeneffekt hängt nicht nur von der Auslegung des Projektors ab, sondern auch von den Mikroaugenbewegungen des Zuschauers, die bei jedem etwas anders ausfallen. Durch sie wandert die Pupille mehrfach in der Sekunde um kleine Winkel hin und her, damit die Rezeptoren auf der Netzhaut nicht ermüden.

Dagegen hat die DLP-Technik gegenüber LCD und LCoS den Vorteil, dass sie ein satteres Schwarz erzeugt: Die Mikrospiegel können das Licht komplett von der Projektionsoptik weg reflektieren, dagegen entsteht in den durchleuchteten LCD- oder LCoS-Kristallen immer etwas Streulicht, das zur Bildaufhellung beiträgt. Auch in puncto Baugrößen, Kühlbedarf und Ansteuerung haben die drei Technologien teils sehr unterschiedliche Voraussetzungen.

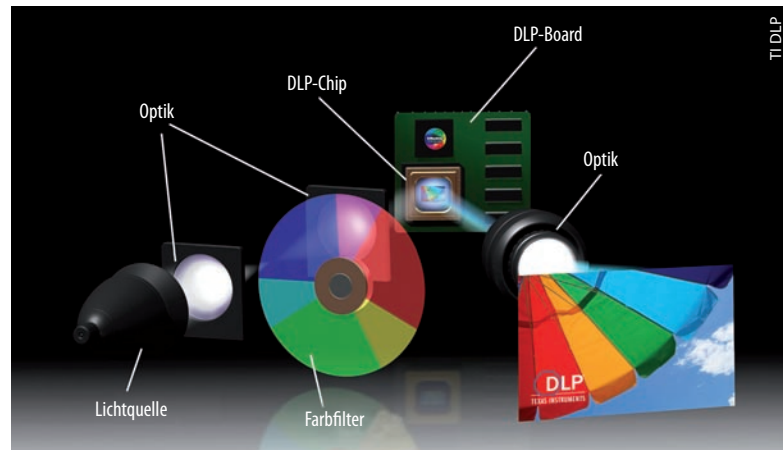


Abb. 2 DLP-Projektoren mit einem Chip nutzen ein Filtrerrad zur Farberzeugung. Der Chip überlagert die Einzelbilder für

jeden Farbton in so schneller Folge, dass das Auge des Betrachters dies als gemeinsames Farbbild wahrnimmt.

Unabhängig von der bilderzeugenden Technik ist ein Problem der Projektoren ihr recht teurer Unterhalt: Die verwendeten Gasentladungslampen kosten höhere dreistellige Beträge und sind vergleichsweise kurzlebig – 4000 Betriebsstunden gelten schon als Erfolg. Mehr noch, sie altern in relativ kurzer Zeit spürbar: Bereits nach 40 bis 50 Spielfilmen sinkt die Lichtausbeute der Lampen merklich. Der Grund ist die erforderliche hohe Leistung, infolge der die Elektroden, zwischen denen sich der Lichtbogen bildet, relativ schnell verschleifen, man spricht von Rückbrand. Der größer werdende Abstand zwischen den Elektroden erhöht wiederum die Brennspannung, was den Rückbrand weiter beschleunigt. Technische Kniffe können dieses grundlegende Problem nur mildern.

Prinzipiell versprechen hier nur Leuchtdioden (LEDs) Abhilfe, die

ungefähr fünfmal länger halten als konventionelle Projektorlampen. Es gibt inzwischen sowohl LCD- als auch DLP- und LCoS-Projektoren mit LEDs auf dem Markt. Sie können zum Beispiel auch das Filtrerrad eines DLP-Projektors überflüssig machen, weil sich LEDs für jede Grundfarbe nacheinander ansteuern lassen. Sie haben überdies den großen Vorteil, dass sie kaum Abwärme erzeugen, sodass eine schwächere Kühlung und ein kleineres Gehäuse ausreichen, was sich auf Handlichkeit und Geräuschpegel des Beamers auswirkt. Nicht umsonst arbeiten die teils nur noch westentaschengroßen Pikoprojektoren mit solchen Leuchtdioden. Geht es allerdings um einen hohen Lichtstrom, können die LEDs noch nicht mithalten. Hier führt vorerst kein Weg an den Gasentladungslampen vorbei.

Michael Vogel

Michael Vogel,
vogel_m@gmx.de