
WILHELM FOERSTER STERNWARTE ^{E.}_{V.} MIT ZEISS-PLANETARIUM BERLIN

BERLIN 41 • Munsterdamm 90 • Insulaner • Ruf 7962029

Protokoll

der

200. Sitzung der

GRUPPE BERLINER MONDBEOBACHTER

1975 Oktober 13

Beginn: 20.05 Uhr.

Es sind erschienen Frau Hessdörffer sowie die Herren Dümmlen, Flöting, Franzke, Freitag, Friedrich, Grote, Hänig, Hanke, Hartmann, Hopp, Kinnemann, Kossinna, Kowalec, Kunert, Kunze, Liebold, Nikolai, Radic, Ruska, Schneider, Schütze, Stadler, Völker, Voigt und Wehage.

Herr Kunert eröffnet die Sitzung. Er gibt die Tagesordnung bekannt und erteilt Herrn Voigt das Wort:

"Dieser zeigt einige Diapositive der Venus, die kurz vor der unteren Konjunktion gewonnen wurden, und führt dazu folgendes aus:

Sternfreunde, die ein Instrument mit Einstellkreisen besitzen, haben die Möglichkeit der Beobachtung heller astronomischer Objekte am Tageshimmel. Der "Ahnert" mit den Angaben der Ephemeriden ist dabei eine große Hilfe. Nachdem ich Anfang des Jahres meinen 63 mm Spiegelrefraktor mit Kreisen versehen hatte, stand nun auch mir diese Möglichkeit offen. Erstaunlicherweise waren helle Fixsterne in diesem kleinen Instrument bei 70facher Vergrößerung gut auffindbar. Besonderen Reiz bot die Beobachtung der Venus, deren Phasenwechsel seit Ende April verfolgt wurde. Die Helligkeit des Gestirns durchdrang sogar leichte Zirkusbewölkung. Je weiter sich der Planet der unteren Konjunktion näherte, umso schwieriger gestaltete sich das Auffinden der in ihrer Helligkeit abnehmenden Sichel in der hellen Umgebung der Sonne. Am 19.8.75 um 14.30 Uhr, also eine Woche vor der unteren Konjunktion bei einem Abstand von 14° von der Sonne, gelang mir bei Polarluftlage eine Aufnahme, welche die schmale Sichelgestalt des Planeten am blauen Mittagshimmel gut wiedergibt. Die Aufnahme erfolgte durch das Okular meines Instrumentes mit angesetzter Kleinbildkamera mit 50 mm-Objektiv. Als Aufnahmefilm verwendete ich CT 18, Belichtungszeit $1/125$ sec. Das so gewonnene Diapositiv wurde auf Agfachrome 50 L nachträglich 4fach vergrößert, wodurch sich eine Äquivalentbrennweite von ca. 12 m ergab. Ein Übergreifen der Hörnerspitzen war zum Zeitpunkt der Aufnahme nicht zu erkennen. Auch eine Beobachtung nach der Konjunktion am 5.9. zeigte dieses Phänomen nicht. Meine Ausführungen sollten eine Anregung zu eigenen Versuchen für Balkon- und Gartenastronomen sein."

Herr Kunert erwähnt dann die ringförmige Sichtbarkeit der Venus in der unteren Konjunktion, die sogar schon mit Hilfe der Fernsehanlage ins Planetarium übertragen worden sei. Nach dem Beifall für Herrn Voigt erhält Herr Dümmlen das Wort und führt aus:

Im letzten Protokoll der Gruppe Berliner Mondbeobachter wurden Aspekte der geräte-technischen Seite abgehandelt. In diesem Zusammenhang wäre auch der folgende Beitrag sicher von Interesse.

Er ist unter dem Titel "Elektronischer Umsetzer für Grauwerte in Farbtöne" von Dr.-Ing. K. Bauer in Heft 5/1975 der Zeitschrift "Elektronik" veröffentlicht worden.

Hierin wird auf die Tatsache hingewiesen, daß das menschliche Auge wesentlich mehr Farb- als Helligkeitsabstufungen unterscheiden kann, ein Umstand, von dem immer weitere Bereiche aus Wissenschaft und Technik Gebrauch machen. Schrittmacherdienste zur Umwandlung von Schwarzweißbildern in Farbbilder zur besseren Erkennbarkeit von Grauwerten wurden in der Röntgentechnik geleistet. Dies geschah bisher meist auf fotochemischem Weg, einer Lösung, die zeitraubend, qualitativ unbefriedigend ist, abgesehen einmal vom Preis.

Hier bietet sich nun der Übergang auf die vollelektronische Lösung mit Hilfe der Farbfernsehtechnik an. Die Aufnahmekamera liefert hierbei die drei Farbsignale Rot U_R , Grün U_G , Blau U_B . Aus diesen Signalen wird auf analogem Wege das Helligkeitssignal U_Y mit Hilfe der normierten Farbgleichung ($U_Y = 0,3 U_R + 0,59 U_G + 0,11 U_B$) zusammengesetzt. Das Helligkeitssignal entspricht genau dem Signal einer Schwarzweißkamera und muß aus Kompatibilitätsgründen beim Farbfernsehen übertragen werden. Bei der Untersuchung der Farbgleichung erkennt man, daß es genügt, neben dem Helligkeitssignal U_Y nur noch zwei der drei Farbsignale zu übertragen. Dazu werden die Farbdifferenzsignale gebildet:

$$U_R - U_Y = U_R - Y = 0,7 U_R - 0,59 U_G - 0,11 U_B \text{ und}$$

$$U_B - U_Y = U_B - Y = -0,3 U_R - 0,59 U_G - 0,89 U_B.$$

Sie werden einer Hilfsträgerfrequenz in einer speziellen Phasen- Amplituden-Modulation (Quadraturmodulation) aufgeprägt. Durch vektorielle Addition entsteht das Farbsignal $U_F = U_R - Y + U_B - Y$ mit dem Phasenwinkel ϕ , wobei $\tan \phi = U_{R-Y} / U_{B-Y}$ ist.

Dem Phasenwinkel ist der Farbton, der Amplitude die Farbsättigung zugeordnet. Auf die technische Ausführung des Gerätes soll nicht weiter eingegangen werden, sie kann im Originalartikel nachgelesen werden. Erwähnenswert wäre noch eine im Gerät vorhandene Äquidensitendarstellungseinrichtung.

Nutzanwendung: Was für die Röntgendiagnostik und in der Biologie brauchbar ist, ist es auch auf Teilgebieten der Astronomie. Als Einsatzgebiete in unserem Fach bieten sich die Fotometrie von Mond und Sonne an, ja ganz allgemein die Fotometrie von flächenhaften astronomischen Objekten, einschließlich Satellitenbildern. Weiterhin ist es möglich, farbige Helligkeitsklassifikationen des Sternenhimmels (Milchstraße) zu erhalten, was nebenbei recht publikumswirksam sein könnte. Zum Abschluß meiner Ausführungen möchte ich anregen, ausführliche Bauunterlagen von Dr.-Ing. Bauer anzufordern und ihn gegebenenfalls einmal zu einem Mittwochvortrag ins Planetarium einzuladen.

Eine Kopie des Aufsatzes liegt vor. (Sie kann im Büro der Sternwarte für Interessenten eingesehen werden.)"

Es folgt dann ein Bericht von Herrn S t a d l e r , der ausführt:

"Im Sommer dieses Jahres besuchte ich das alte Greenwich-Observatorium, das 1975 seinen dreihundertsten Geburtstag feierte. Die alte Sternwarte dient nur noch als Museum, welches einen guten Eindruck über die Entwicklung der Astronomie in den vergangenen Jahrhunderten vermittelt. Der ursprüngliche Zweck der Sternwarte war es, der Schifffahrt die astronomischen Hilfsmittel zur Navigation zu verschaffen. - Neben der Sternwarte ergab sich die Möglichkeit des Besuchs einer Ausstellung im Geologischen Museum in London, die die Entwicklung der Erde behandelte. Zu den einzelnen Themen gehörte ein astronomischer Teil, der die Stern- und Planetenentstehung behandelte, weiterhin die Entwicklung des Erdaufbaus, die Erdkruste, der Vulkanismus, der geologische Stoff-Kreislauf und die Formung der Erdoberfläche durch klimatische Einflüsse. Die Ausstellung versteht es, diese von vielen als relativ trocken empfundenen Themen durch die Kombination von Gesteinsproben, Schautafeln, Film, Tonband und Modellen (Nachbildung eines Vulkans) in exzellenter Weise an den Mann zu bringen."

Dann erhält Herr G r o t e das Wort zu seinem ersten Referat, zu dem er sich selbst zur Verfügung gestellt hat:

"Er berichtet über möglichen Mondvulkanismus und gibt als Einführung einen Überblick über die vulkanische Vergangenheit des Mondes. Zur Erläuterung zeigt er eine Anzahl Dias von Objekten (Kratern und Rillen), die auf Vulkanismus zurückzuführen sein könnten."

Die Versammelten danken Herrn G r o t e für seinen Einsatz.

Herr K u n e r t verteilt dann Zeitschriften für zukünftige Referate. Er weist dann nochmals auf die M o n d f i n s t e r n i s vom 18./19. November hin und schlägt vor, für die Beobachtung von Schattenein- und -austritten, wie vor Jahren, eine Postkarte mit Kennzeichnung der Objekte des "Berliner Systems" von E d g a r M ä d l o w anfertigen zu lassen. Herr V o i g t erklärt sich dazu bereit.

Für Referate bei der nächsten Mondgruppe stellten sich die Herren L i e b o l d und F r e i t a g zur Verfügung.

Ende der Sitzung: 21.25 Uhr.

Gez. D ü m m e n , G r o t e , H ä n i g , S t a d l e r , V o i g t

gez. A . K u n e r t

Die nächste Sitzung der GRUPPE BERLINER MONDBEOBACHTER findet am

Montag, d. 10. November 1975, um 20 Uhr

im Planetarium am Fuße des Insulaners statt.

— — — — —

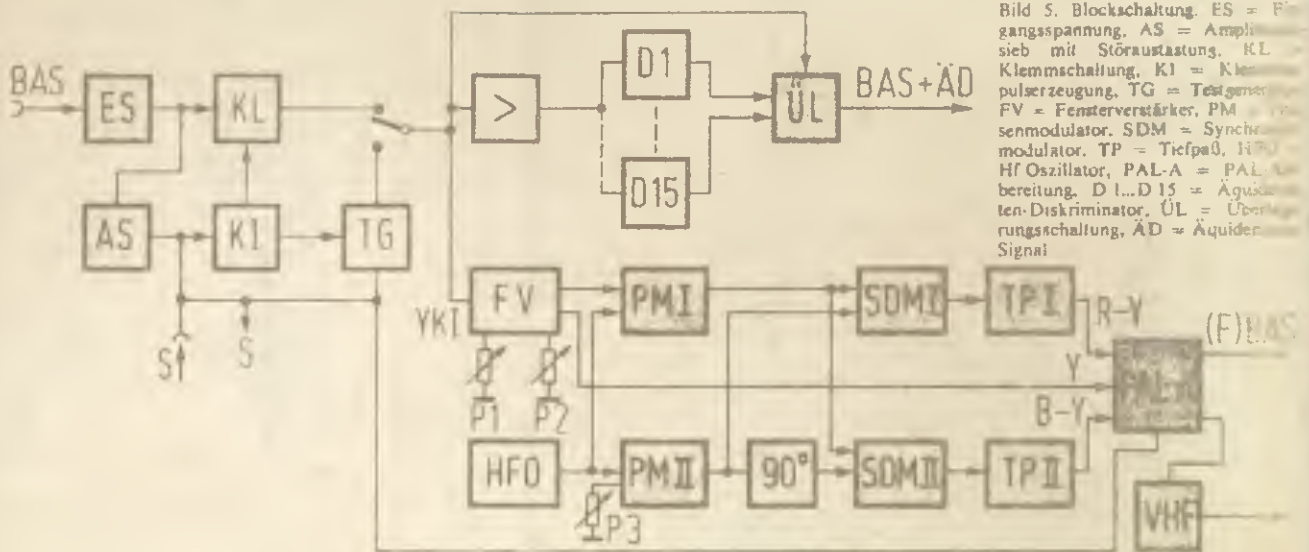


Bild 5. Blockschaltung. ES = Eingangsspannung, AS = Amplitudensieb mit Störaustattung, KL = Klemmschaltung, KI = Klempulserzeugung, TG = Testgenerator, FV = Fensterverstärker, PMI = Fenstermodulator, SDMI = Synchronmodulator, TPI = Tiefpaß, HFO = HF-Oszillator, PAL-A = PAL-Aufbereitung, D1...D15 = Äquidensiten-Diskriminator, ÜL = Überlagerungsschaltung, ÄD = Äquidensiten-Signal

Farbmodulator sind noch eine Klemmschaltung KL mit Amplitudensieb AS und Testgenerator TG sowie ein sogenannter „Fensterverstärker FV“ vorgeschaltet. Aus dem ankommenden Signal wird zur Verarbeitung das Synchronimpulsgemisch S abgetrennt. In der Klemmschaltung KL mit KI wird das Signal auf die hintere Schwarzscherle geklemmt. Die Signalverarbeitung wird damit unabhängig von wechselnden Impulsamplituden bei Verwendung verschiedener Signalquellen (unterschiedliche Kameras, Videoband, Einzelbildspeicher usw.).

Der Fensterverstärker FV dient zur zusätzlichen Kontrastanhebung. Aus dem Bild können besonders interessierende Bildbereiche herausgesucht und nochmals verstärkt werden, in Bild 6 durch die Schraffur gekennzeichnet. Dieser Bereich wird bis zur vollen Signalamplitude verstärkt und kann damit mit dem vollen Farbumfang des Umsetzers auf dem Schirm dargestellt werden. Lage und Breite des Fensters sind stufenlos über den ganzen Signalbereich zwischen schwarz und weiß mit den Potentiometern P 1 und P 2 einzustellen.

Am Ausgang werden die Farbdifferenzsignale U_{R-Y} und U_{B-Y} zusammen mit dem Helligkeitssignal Y und dem Synchronimpulsgemisch S in PAL-A zu einem normgerechten FBAS-PAL-Signal aufbereitet. Dieses Signal kann von Monitoren direkt wiedergegeben oder nach entsprechender Modulation ins VHF-Gebiet transformiert in jedes Farbfernsehgerät eingespeist werden.

Zusätzlich zu den anfangs gestellten Forderungen wurde in das Gerät noch eine ziemlich aufwendige Elektronik D 1...D 15 eingebaut. Damit können aus dem Signal Äquidensiten – Linien gleicher Schwärzung abgeleitet und in das Bild über ÜL eingeblendet werden. Dabei wird das Signal in 16 Bereiche zu je $6\frac{2}{3}\%$ der Gesamtamplitude – entsprechend den 15 Diskriminatoren D 1...D 15 – aufgeteilt. In hellen Bildteilen werden die „Höhenlinien“ dunkel und in dunklen Teilen hell eingeblendet (Bild 7). Bei Verwendung eines Farbmonitors können die Äquidensiten auch in verschiedenen Farben wiedergegeben werden.



4 Ergebnisse

Das Gerät wurde über einen längeren Zeitraum erprobt und arbeitet störungsfrei. Aus der Vielzahl von Untersuchungen in Farbe wurde das Titelbild dieses Heftes herausgegriffen. Mit dem Farbumsetzer ist es möglich, auf vielen Gebieten und bei Bildern der verschiedensten Art interessierende Bereiche und feinste Details herauszuarbeiten und in Farbe darzustellen. So werden Feinheiten, die im Schwarzweißbild kaum zu erkennen sind und bei normaler Betrachtung verloren gehen, in unterschiedlichen Farben gut auswertbar dargestellt.

Der Autor ist bereit, Nachbau-Interessenten durch die Lieferung von Unterlagen zu unterstützen. Anschrift: Dr.-Ing. K. Bauer, Institut für Physikalische Elektronik, Universität Stuttgart, 7 Stuttgart 1, Roblinger Str. 70. Telefon 66 53 75.

Literatur

- [1] Mac Adam, D. L.: Visual sensitivities to color differences in daylight, Journ. Opt. Soc. Amer., Band 32 (1942), S. 247, 274.
- [2] Bergerhoff, H.: Handbuch der Medizinischen Radiologie, Band III, Abschnitt 1, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- [3] Fisher, Greshon Cohen: Television techniques for contrast enhancement in translational Roentgenograms, Journ. of Roentgenol., Band 79, 1958, S. 342, 377.
- [4] Galarezi (Bukarest): Verfahren und Apparat zur Auslösung fertiger Radiogramme und Röntgenbilder, Offenlegungsschrift 2 053 894, Deutsches Patentamt.
- [5] Roth, H.: Full color and three dimensional effect in Radiographic displays, Innovative Radiology, Band 3, 1968, S. 56, 60.
- [6] Davidse, Sanderson: Helligkeitskontrastverstärkung in der Röntgentechnik mit Hilfe des Farbfernsehens, NTZ, Heft 1, 1971, S. 57, 61.

Bild 7. Linien gleicher Schwärzung am Beispiel einer Glühlampe



Bild 6. Wirkungsweise des Fensterverstärkers

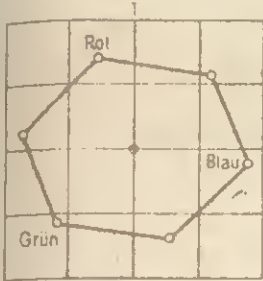

 Bild 1
Darstellung der Farben im Farbschseck

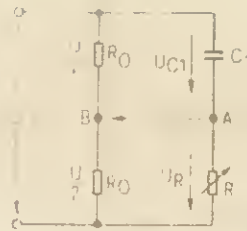
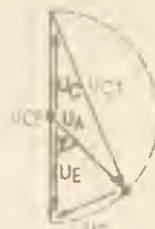
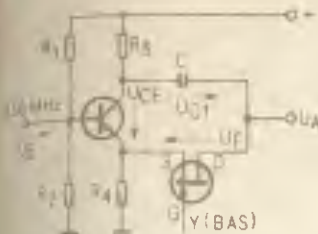
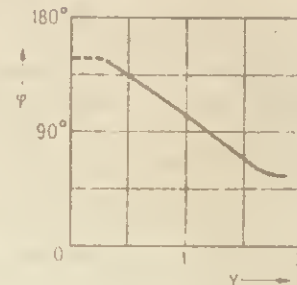
 Bild 2
Phasenschieber mit Zeigerdiagramm

 Bild 4
Phasendrehung in Abhängigkeit von Y (BAS)

 Bild 5
Schaltung mit Zeigerdiagramm


dieser Gleichung, die aus der Farbtheorie nach entsprechender Normierung abgeleitet ist, sind die spektralen Verteilungen der Zerlegungsfiler in der Kamera und die Eigenschaften der Leuchtstoffe des Wiedergabegeräts berücksichtigt.

Dieses Helligkeitssignal entspricht genau dem Signal einer Schwarzweißkamera und muß aus Kompatibilitätsgründen dem Farbfernsehen übertragen werden. Aus Gleichung (1) sieht man, daß es genügt, zusätzlich noch zwei der drei Farbsignale zu übertragen. Diese werden zunächst noch in die Farbdifferenzsignale transformiert. Aus Gleichung (1) folgt:

$$\begin{aligned} U_R - U_Y &= U_{R-Y} = 0,7 U_R - 0,59 U_G - 0,11 U_B \\ U_B - U_Y &= U_{B-Y} = -0,3 U_R - 0,59 U_G + 0,89 U_B \end{aligned} \quad (2)$$

Diese Farbdifferenzsignale werden einem Hilfsträger, der am oberen Ende des Videofrequenzbandes liegt, in Form einer so genannten Quadraturmodulation aufmoduliert. Dies ist eine spezielle Art von Phasen Amplituden-Modulation, bei der die beiden Farbdifferenzsignale der reellen bzw. imaginären Komponenten des Farbtägers zugeordnet werden. Durch vektorielle Addition der Farbdifferenzsignale entsteht das Farbsignal U_F mit dem Phasenwinkel φ . Die Berechnung liefert

$$U_F = \sqrt{U_{R-Y}^2 + U_{B-Y}^2} \quad \text{tg } \varphi = \frac{U_{B-Y}}{U_{R-Y}} \quad (3)$$

Dabei entspricht die Phasenlage dem Farbton und die Amplitude der Farbsättigung. Die verschiedenen Farben lassen sich im Farbschseck (Bild 1) darstellen.

Diese in der Farbfernsehtechnik üblichen Farbsignale müssen aus dem Helligkeitssignal erzeugt werden. Es ist ein spezieller Phasenmodulator zu entwickeln, dessen Phase in Abhängigkeit von der Größe des Helligkeitssignals gedreht werden kann. Sollen alle im Farbfernsehen darstellbaren Farben erzeugt werden, dann ist eine Drehung um 360° nötig. Dieses Signal entspricht damit der Farbspannung U_F .

Realisierung

In Bild 2 ist das Prinzip eines Phasenschiebers (Brückenschaltung) mit dem zugehörigen Zeigerdiagramm dargestellt. Den Eingangsklemmen wird von außen die Wechselspannung U zugeführt. Beide Brückenarme wirken als Spannungsteiler. U_R und U_C stehen immer senkrecht aufeinander. Ändert

man den Widerstand R , so bleibt die Amplitude der Spannung in der Diagonale U_{AB} konstant, der Winkel φ zwischen Eingangsspannung und U_{AB} ändert sich zwischen den Grenzwerten 0° und 180° .

Als variabler Widerstand in der Phasenbrücke wird ein Feldeffekttransistor eingesetzt, dessen Widerstand R_{DS} sehr schnell verändert werden kann. Es kann allerdings nur ein Teil der Kennlinien ausgenutzt werden. Damit ist eine Änderung von R_{DS} nur in gewissen Grenzen möglich. Außerhalb dieses Bereichs wird die Widerstandsänderung und damit die Drehung nichtlinear.

Als Träger, der in der Phase gedreht werden soll, wird eine Quarzfrequenz von 13,56 MHz verwendet. Damit die Phasenbrücke im gesamten Frequenzbereich des Video-Signals (5 MHz) einwandfrei arbeitet, muß dieser Träger entsprechend hoch gewählt werden. Bild 3 zeigt die Prinzipschaltung mit Zeigerdiagramm und Bild 4 die Phasendrehung als Funktion der Amplitude des Eingangssignals.

Die benötigte Phasendrehung kann demnach mit einer Stufe allein nicht erreicht werden. Man wählt die Drehung wegen der Nichtlinearität (Bild 4) zu 72° und schaltet fünf solcher Stufen hintereinander.

In der Blockschaltung (Bild 5) sind diese Stufen in PM I zusammengefaßt: das Ausgangssignal dieses Phasenmodulators entspricht dem Farbvektor U_F (Gleichung 4) der Farbfernsehtechnik.

Ein zweiter Phasenmodulator PM II, der genau gleich aufgebaut ist, wird von einer einstellbaren Gleichspannung angesteuert (P_3) und bewirkt eine signalunabhängige Phasenverschiebung des Ausgangssignals. Damit können Anfangs- und Endpunkt im Farbkreis ebenfalls um 360° gedreht werden, d. h. für bestimmte interessante Bildbereiche kann die Farbe immer so gewählt werden, daß diese im Gebiet der maximalen Farbpmpfindlichkeit des Auges liegt.

Das Farbsignal U_F wird in SDM I und SDM II synchron demoduliert. Zur Gewinnung der Farbdifferenzsignale U_{R-Y} und U_{B-Y} muß den Demodulatoren die Trägerfrequenz HFO (über PM II) einmal direkt und einmal zusätzlich um 90° gedreht, zugeführt werden.

Mit den Tiefpässen TP 1 bzw. TP 2 werden noch verbliebene Reste des Farbtägers HFO ausgesiebt. Dem eigentlichen

Elektronischer Umsetzer für Grauwerte in Farbtöne

Die Umwandlung eines Schwarzweißbildes in ein Farbbild ist überall dort von besonderem Vorteil, wo Bilder mit dem Auge ausgewertet werden. Es ist zu beachten, daß das Auge wesentlich mehr Farbabstufungen als Graustufen unterscheiden kann. Aus dem Helligkeitssignal wird auf analoge Weise eine Farbinformation nach Methoden der Farbfernsehtechnik abgeleitet. Die drei primär gemessenen Grauwerte im Farbdreieck kann freigelegte Farbinformation zusammen mit dem Helligkeitssignal zu einem kompletten FBAS-Signal aufbereitet. Damit kann jeder Farbmonitor angesteuert werden. Nach entsprechender Modulation (VHF) kann das Signal auch in Fernsehgeräten über die Antennenbuchse zugeführt werden. Röntgenaufnahmen, Thermografien (Infrarotbilder) in Medizin und Industrie sowie Satellitenbilder sind wichtige Einsatzbereiche dieser interessanten Technik.

1 Aufgabenstellung und bisherige Lösungsansätze

Die Umwandlung von Schwarzweißbildern in Farbbilder zur besseren Erkennbarkeit von Graununterschieden wird schon seit langer Zeit vor allem in der Röntgentechnik gefordert. Dort besteht häufig die Notwendigkeit, in kleinen Bildbereichen den Kontrast so zu steigern, daß die Erkennbarkeit größer wird. Bei einer solchen Kontrastanhebung gehen häufig die hellen und/oder dunklen Bildstellen und damit oft der Gesamteindruck des Bildes verloren. Diese nichtlineare Kontrasterhöhung führt dazu, daß Bildteile mit verschiedenen Kontrastgebieten nacheinander für die Wiedergabe eingestellt werden müssen.

Diese zunächst von der Röntgentechnik aufgestellten Forderungen gelten selbstverständlich auch für alle anderen Anwendungsgebiete, bei denen eine Auswertung eines Bildes vorgenommen werden soll, z. B. Satellitenbilder, Luftaufnahmen, Thermografien, Schlußbilder, Bilder vom Elektronen- oder Rasterelektronenmikroskop usw.

Diese Forderungen können durch eine Umwandlung des Bildes in ein Farbbild weitgehend erfüllt werden. Die grundlegenden Untersuchungen über die Wahrnehmung von Farbabweichungen wurden von Mac Adam [1] an einer Vielzahl von Versuchspersonen vorgenommen. Die Ergebnisse zeigen, daß das Auge eine viel größere Anzahl von Farbabstufungen als Grautöne unterscheiden kann. Wird das Schwarzweißbild in geeigneter Form in ein Farbbild umgewandelt, so kann diese größere Erkennbarkeit von Farhnterschieden zur visuellen Betrachtung und Auswertung von Bildern ausgenutzt werden.

Die bisher bekannten Möglichkeiten und Methoden zur Umsetzung eines Schwarzweißbildes in Farbe beschreibt Bergerhoff [2]. Bereits in den Anfängen der Röntgentechnik wurde versucht, die Kontrastverhältnisse durch Einfärben des Bildes zu verbessern. Spätere Verfahren arbeiteten mit Zusätzen im Aufnahmestoff oder mit mehreren Aufnahmen des gleichen Objekts bei verschiedener Strahlenhärte. Die einzelnen Aufnahmen werden verschieden eingefärbt und zur Deckung gebracht. Durch „subtraktive Farbmischung“ entsteht eine Abstufung der Farben.

Von den modernen Verfahren ist die Umwandlung in Farbe mit dem Äquidensitenfilm zu erwähnen. In mehreren Belich-

tungs- und Entwicklungsprozessen werden jeweils bestimmten Grauwerten bestimmte Farben zugeordnet. Die einzelnen Farbkopien werden übereinandergelegt, und als Ergebnis erhält man ein Farbbild mit relativ geringem Farbumfang und hohem Kontrast.

Die Durchführung aller dieser fotochemischen Verfahren ist jedoch sehr umständlich; sie erfordern bis zum fertigen Bild mehrere Stunden und sind damit auch sehr teuer. Routinemäßige Anwendungen haben diese Verfahren daher kaum gefunden. Es war deshalb naheliegend, mit der Entwicklung des Farbfernsehens auch Untersuchungen zur Umwandlung des Schwarzweißbildes auf elektrischem Wege durchzuführen. Bereits 1952 wird von Fisher und Gershon-Cohen [3] über ein Gerät berichtet, mit dem den Grauwerten feste Farbtöne zugeordnet werden. Eine Farbbänderung ist nachher nicht möglich und die Leuchtdichte des Farbbildes stimmt nicht mehr mit dem Original überein. Weitere Verfahren wurden von Galaresi [4], Roth [5] sowie Davidse und Sanderson [6] beschrieben. In [5] und [6] wird versucht, Helligkeit, Farbtöne und Farbsättigung getrennt einzustellen. Der elektronische Aufwand ist sehr groß, die Bedienung und Einstellung oft kompliziert. Zur Wiedergabe wird meist ein spezieller Farbmonitor benötigt.

2 Ziel und Wirkungsweise der elektronischen Umsetzung

Die Zielsetzung bei der elektronischen Umsetzung eines Schwarzweißbildes in ein Farbbild bestand darin, ein Gerät zu entwickeln, das aus dem Schwarzweiß-Fernsehsignal (Basis) eine zusätzliche Farbinformation ableitet. Helligkeit, Farbtöne und Farbsättigung sollen getrennt einstellbar sein. Die Farbinformation soll den in der Farbfernsehtechnik üblichen Signalen entsprechen (NTSC- bzw. PAL-System), damit für die Wiedergabe ein normaler Farbmonitor bzw. ein handelsübliches Farbfernsehgerät verwendet werden kann. Das Zusatzgerät soll einfach zu bedienen, klein und handlich sowie preiswert herzustellen sein.

Beim Farbfernsehen liefert die Kamera die drei Farbsignale Rot U_R , Grün U_G und Blau U_B . Aus diesen wird auf analogem Wege das Helligkeitssignal U_Y nach folgender Gleichung abgeleitet:

$$U_Y = 0,30 U_R + 0,59 U_G + 0,11 U_B$$

Der Autor ist Abteilungsleiter und Lehrbeauftragter am Institut für Physikalische Elektronik der Universität Stuttgart.