

- 4 Ekman, P., W.V. Friesen: The repertoire of nonverbal behavior: categories, origins, usage, and coding. *Semiotica* 1 (1969) 49–98
- 5 Ekman, P., W.V. Friesen, T.G. Taussig: VID-R and SCAN: Tools and methods for the automated analysis of visual records. In: G. Gerbner, O.R. Holsti, K. Krippendorff (Eds.): *The Analysis of Communication Content*. J. Wiley & Sons, New York, London 1969 (S. 297–312)
- 6 Freedman, N.: The analysis of movement behavior during the clinical interview. In: A.W. Siegman, B. Pope (Eds.): *Studies in Dyadic Communication*. Pergamon Press, New York 1972 (S. 153–175)
- 7 Grieve, D.W., D.I. Miller, D. Mitchelson, J.P. Paul, A.J. Smith: *Techniques for the Analysis of Human Movement*. Lepus, London 1975
- 8 Harms, K., G. Ulrich: Zur Strukturanalyse psychomotorischer Phänomene bei Depressiven unter Berücksichtigung der Syndromaspekte Hemmung und Agitation. In diesem Buch Seite 54
- 9 Penin, H.: Neuartige Diagnostik- und Forschungsanlagen in der Universitäts-Nervenklinik Bonn. *Acta Medicotechnica* 16 (1968) 76–78
- 10 Penry, J.K., F.E. Dreifuss: Automatism associated with the absence of petit mal epilepsy. *Arch. Neurol.* 21 (1969) 142–149
- 11 Shagass, C.: *Evoked Brain Potentials in Psychiatry*. Plenum Press, New York, London 1972
- 12 Ulrich, G.: Videoanalytische Methoden zur Erfassung averbaler Verhaltensparameter bei depressiven Syndromen. *Pharmakopsychiat.* 10 (1977) 176–182
- 13 Ulrich, G., K. Harms: Formen der Handbewegungen und ihre Lateralisation im Verlauf der antidepressiven Behandlung. In diesem Buch Seite 54
- 14 Wehmeyer, W., R. Dreyer: Praktische Nutzbarkeit einer Fernsch-EEG-Abteilung für Forschung und Klinik. *Z. EEG – EMG* 7 (1976) 34–37
- 15 Woltring, H.J.: New possibilities für human motion studies by real-time light spot position measurement. *Biotelemetry* 1 (1974)

Verfahren zur halbautomatischen Bearbeitung von Videoaufzeichnungen*

A. H. CLARKE und J. H. ELLGRING

Historischer Abriß

Seit einigen Jahrhunderten haben sich vor allem die Künstler für das genaue Studium der Gestik, Mimik und Körperhaltung des Menschen interessiert. Die ersten systematischen Beschreibungen der anatomischen Struktur bzw. Morphologie der menschlichen Ausdrucksweisen findet man z. B. in den Notizbüchern von LEONARDO da Vinci, LEONARDO hat auch die ersten genauen Zeichnungen über die sogenannte „Camera Obscura“ angefertigt.

Die erste fotografische Aufzeichnung des Menschen wurde erst im frühen 19. Jahrhundert durch die Erfindung des Daguerreotyps von DAGUERRE und die „photogenische Aufzeichnung“ von TALBOT ermöglicht. Wegen der damit möglichen naturgetreuen Abbildung wurde das photographische Bild von wesentlicher Bedeutung für die wissenschaftlichen Untersuchungen des menschlichen Verhaltens. Die Arbeit von DUCHENNE (2) über das Ausdrucksvermögen des menschlichen Gesichtes war eine der ersten konsequenten Untersuchungen, die mit Hilfe der Photographie durchgeführt wurden.

* Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Antrag Nr. Cr 39/1) gefördert.

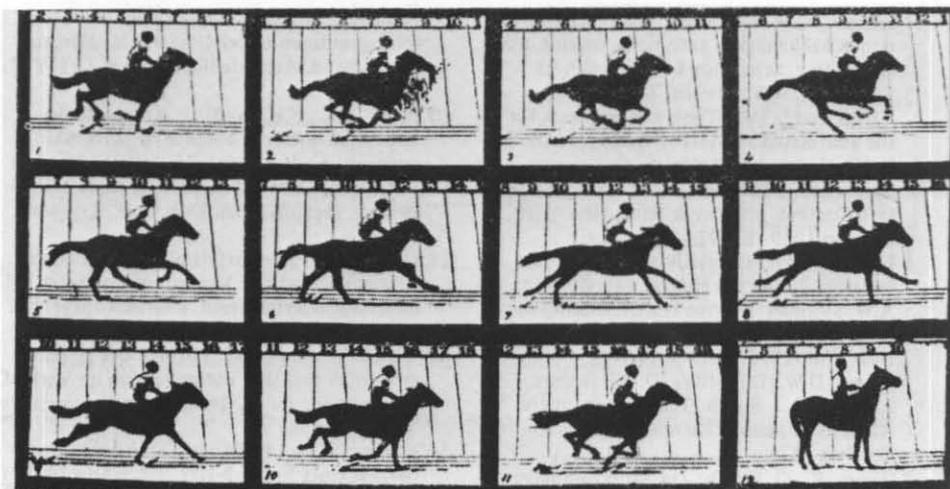


Abb. 1 Bilderreihe von Muybridge (1878) zum Studium der Fortbewegung des Pferdes. (Aus: SCHARF: Art and Photography. Penguin, London 1968)

Im Jahre 1878 wurden von MUYBRIDGE die inzwischen allgemein bekannten Bilder von der Fortbewegung des Pferdes veröffentlicht (Abb. 1). Diese Bilder wurden mit Hilfe einer Aufnahmeapparatur gemacht, die von MUYBRIDGE, ISAACS und STANFORD gebaut wurde (7). Sie bestand aus einer komplizierten Anordnung von Uhrwerken und elektrischen Geräten für die koordinierte Auslösung eines Satzes von Photoapparaten. Die Anregung für diese Arbeit soll eine Wette gewesen sein, wobei MUYBRIDGE die Behauptung widerlegen wollte, daß das galoppierende Pferd immer mindestens einen Fuß in Berührung mit dem Boden hat. Die ausführliche visuelle Dokumentation der Bewegung, die mit Hilfe dieser Apparatur aufgezeichnet wurde, ermöglichte es MUYBRIDGE, die Wette zu gewinnen. Aber es führte ihn und seine Mitarbeiter zu weiteren Untersuchungen der tierischen und später menschlichen Bewegung. In den nächsten Jahren erfand MUYBRIDGE das Zöopraxiscope, mit dem die aufgenommenen Bilder kinematographisch projiziert werden konnten. Die Arbeit von MUYBRIDGE war gleichzeitig die erste wichtige Anwendung von automatischen Geräten für die wissenschaftliche Analyse des Verhaltens.

Kurz danach griff der französische Physiologe MAREY, der verschiedene Methoden zur Untersuchung von tierischer und menschlicher Fortbewegung erprobt hatte, die Methoden von MUYBRIDGE auf und entwickelte eine neue Variation, die er als Chronophotographie bezeichnete (Abb. 2). Diese Bilder wurden hergestellt, indem ein Band von Negativpapier schrittweise bewegt und belichtet wurde. Die Bilderreihen von MUYBRIDGE und MAREY hatten einen wesentlichen Einfluß auf die damaligen Künstler, der sich z. B. in Arbeiten von DUCHAMP und den Futuristen zeigte. Von der damaligen Wissenschaft wurden die neuen Techniken kaum aufgegriffen; z. B. ließ der berühmte Betriebsorganisator TAYLOR trotz seines Strebens nach Effizienz und straffer Organisation am Arbeitsplatz seine Bilder von Arbeitern für Zeit- und Bewegungsstudien von Grafikern zeichnen, statt mit Film zu arbeiten.

Erst nach den Entwicklungen in der Kinematographie in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts fing man an, den Film als Zwischenspeicher in der Verhaltensanalyse auszunutzen. Das kann z. B. an der Methodik von GESELL und HALVERSON illustriert werden. Der Entwicklungspsychologe GESELL interessierte sich in den 20er und 30er

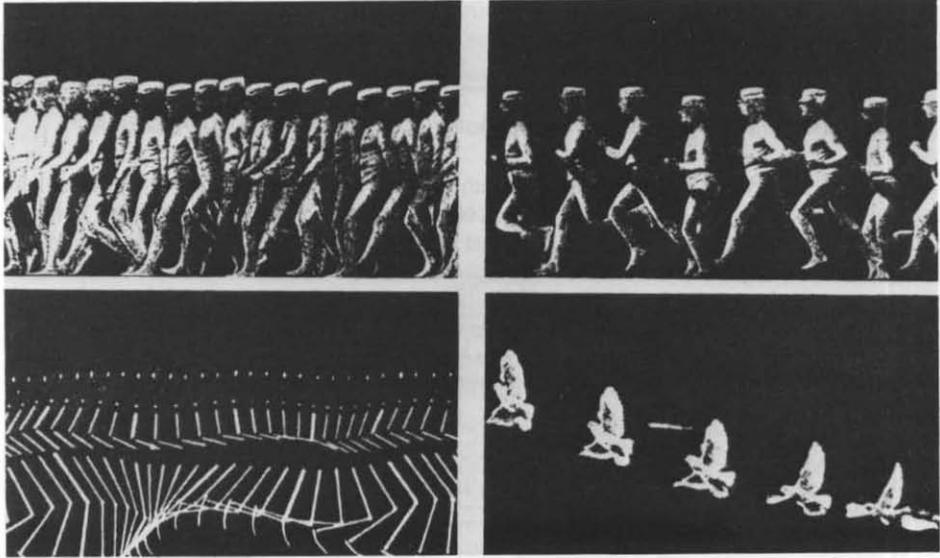


Abb. 2 Beispiele der Chronophotographie von MAREY (1880). (Aus: SCHARF: Art and Photography. Penguin, London 1968)

Jahren für Verlaufsuntersuchungen bei Säuglingen und Kleinkindern. Dazu verwendete er Filmaufzeichnungen und entwickelte zusammen mit HALVERSON dafür eine Methodik der Filmanalyse, die sie „Cinemanalysis“ nannten (4, 6).

GESELLS Konzept der Filmaufnahme als eine Serie diskreter Aufzeichnungen, wobei zeitliche und räumliche Beziehungen erhalten bleiben und seine Beobachtungsmethodik – Einzelbildanalyse, Zeitlupe und Zeitraffer, und Phasenanalyse – gelten immer noch als Grundlage in diesem Bereich. Seine Vorschläge für die Einführung einer klinischen Kinematographie und die Anwendung des Films in der Verhaltensanalyse und Didaktik sind vielfach aufgegriffen worden.

Wenn auch gelegentlich mit einiger Skepsis betrachtet, haben sich Verhaltensforscher gegenüber neuen Entwicklungen in der Kinematographie immer aufgeschlossen gezeigt, so daß der Film und mittlerweile die Videoaufnahme eine zentrale Rolle in diesem Forschungsbereich spielen. Die Entwicklungen in den fünfziger Jahren und die sehr verbesserte Aufnahmetechnik führte zum breiten Einsatz von Bild- und Tonaufzeichnung, besonders im Bereich der Ethologie, aber auch in verschiedenen Gebieten der Psychiatrie und Psychotherapie.

Obwohl das Fernsehen schon in den 20er Jahren erfunden worden war und von dem BBC in London bis zu fünf Stunden in der Woche ausgestrahlt wurde, führte man erst nach der Erfindung des Videorecorders im Jahre 1956 (5) die ersten Versuche mit Video in der Verhaltensanalyse und in der Psychotherapie durch.

Die Vorteile des Videomediums zeigten sich im Laufe der nächsten Jahre, so daß bis Ende der 60er Jahre diese Technik in verschiedenen Bereichen der Psychiatrie und Psychologie etabliert war (1).

Die Schwierigkeiten, die sich durch Sammlung von umfangreichem Material ergaben und das Bedürfnis, dieses schnell und effizient zu bearbeiten und zu editieren, führten im Fernseh-Studiobetrieb zur Entwicklung von verschiedenen elektronischen Verfahren, Videobänder zu indizieren und zu editieren. Auch in der Psychologie wurde von Entwicklung eines sogenannten Video-Retrieval-Systems für die bequeme Bearbeitung

von Videomaterial berichtet (3). Seitdem sind sowohl für den Studiobetrieb als auch für den wissenschaftlichen Bereich verschiedene Anlagen und Systeme entwickelt worden.

Ein System zum Protokollieren und Rückholen audiovisueller Daten (PRAVDA)

In der Verhaltensanalyse dient das Videoband der Zwischenspeicherung von aufgezeichneten Situationen für die endgültige Protokollierung und Auswertung. Es liefert keine fertigen Daten, sondern ermöglicht zunächst zeitlich exakt wiederholbare Beobachtung für genauere Analysen.

Für unsere Analyse kommunikativen Verhaltens ist die systematische Beobachtung unabdingbare Voraussetzung. Das bedeutet für die konkrete Arbeit, daß audiovisuelle Aufzeichnungen interaktiven Verhaltens in systematischer Weise bearbeitet werden müssen. Folgende Arbeitsschritte sind für die Analyse des Video-Softwares¹ erforderlich.

1. Bestimmte Zeitpunkte, in denen kritische Verhaltensweisen auftreten, müssen zusammen mit inhaltlichen Codierungen gespeichert werden können.
2. Anhand gespeicherter Inhaltsangaben sollen entsprechende Stellen auf einem Videoband gefunden werden.
3. Teile der Aufzeichnung müssen zeitgenau reproduzierbar sein.
4. Ausgewählte Zeitintervalle müssen auf einem zweiten Videoband editiert bzw. elektronisch kopiert werden können.
5. Das Aufnahme- und Bearbeitungssystem ist so zu gestalten, daß eine optimale Aufnahme-, Wiedergabe- und Überspielqualität von Bild und Ton gewährleistet ist.

Obwohl es bei dem konzipierten System darum ging, eine effiziente Methodik und Apparatur für die Bearbeitung von Videomaterial zu entwickeln, wurde dabei vorausgesetzt, daß eine sorgfältige Aufnahmetechnik bei der Produktion des Originalbandmaterials notwendig ist. Infolgedessen müssen bei einer Aufnahme u. a. Raumbeleuchtung, Sitzanordnung, Kamera- und Mikrofoneinstellung und Signalvorbereitung berücksichtigt werden.

Die Videoaufzeichnung erfolgt nach dem Schrägspurverfahren; an den beiden Rändern des Videobandes wird je eine Längsspur geschrieben (Abb. 3). In unserem Fall wird ein gemischtes Mikrofonsignal auf der oberen Längsspur und ein Zeitcodesignal auf der unteren Längsspur aufgezeichnet.

Halbautomatische Bearbeitung von Video-Software

Eine Vorbedingung für eine automatische Bearbeitung ist die synchrone Aufzeichnung des Zeit- und Steuercodes². Durch eine solche Codierung kann der Inhalt des Videobandes bildgenau indiziert werden und die Videomaschine elektronisch gesteuert werden. Mit der weiteren Entwicklung von Zeitcodierung und elektronischer Steuerung lassen sich routinemäßige Bearbeitungsvorgänge voll programmieren. Im System PRAVDA können sowohl die normalen Videorecorderfunktionen als auch weitere festprogrammierte Routinen angesteuert werden. Das gesamte System ist in dem Blockdiagramm der Abbildung 4 dargestellt. Im halbautomatischen Betrieb werden sowohl die

¹ Der Begriff Video-Software umfaßt sowohl das Videoband als auch den darauf aufgezeichneten Inhalt.

² Der verwendete Code entspricht der in 1974 vom International Electrical Commission vereinbarten Norm. Das Codesystem enthält sowohl die Zeitangabe als auch die Möglichkeit einer Inhaltscodierung, wobei jedem einzelnen Videobild ein 80-bit digitales Codewort zugeordnet wird.

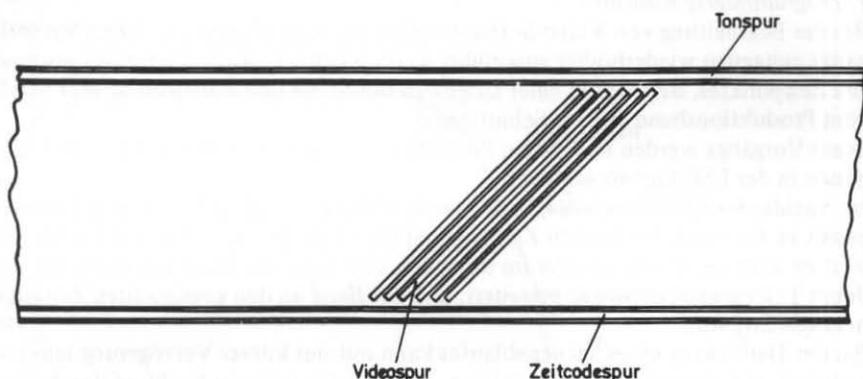


Abb. 3 Das Spurschema des aufgezeichneten Bandes. Das Videosignal wird nach dem Schrägspurverfahren aufgezeichnet. Das Tonsignal wird auf der oberen Längsspur aufgezeichnet. Auf der unteren Längsspur wird der Zeitcode zur Steuerung und Indizierung des Bandes aufgezeichnet

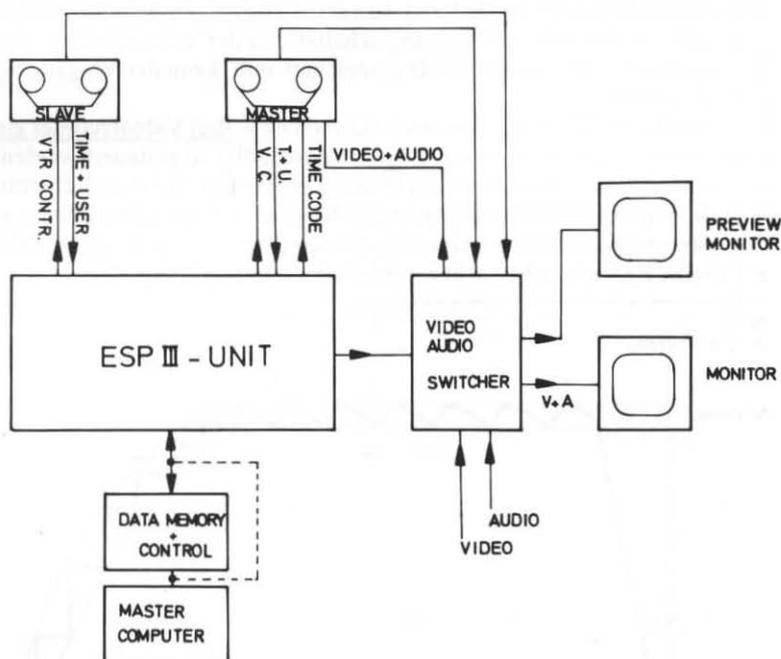


Abb. 4 Gesamte Anordnung für halbautomatischen Betrieb. Von der ESP-III-Einheit (Edit Search Processor) werden sowohl zwei Videorecorder als auch der Video-Audio Schalter gesteuert. Nach Funktionsauswahl an der ESP-Einheit werden die Videorecorder ferngesteuert und die entsprechende Video-, Audio- und Zeitcodesignale geschaltet. Über die Schnittstelle (Data Memory & Control) können Zeitcode und Steuerfunktionen vom Rechner gesetzt bzw. gelesen werden

oben erwähnten Steuerfunktionen als auch die dazugehörigen Video- und Audiosignale von der ESP-III Unit (dem „Edit-Search-Processor“) kontrolliert.

1. Programmierbare Routinen

Bei der Bearbeitung von Video-Software sollen im wesentlichen die folgenden drei Vorgänge zeitgenau wiederholbar ausgeführt werden können; *Aufsuchen* eines gewünschten Zeitpunktes, *Betrachten* einer ausgewählten Szene und *Editieren* solcher Szenen vom Produktionsband auf ein Schnittband.

Diese Vorgänge werden im System PRAVDA von einem festprogrammierten Mikroprozessor in der ESP-Einheit gesteuert.

Im Suchlauf wird auf ein Videoband von 110 Minuten Spieldauer ein angegebener Zeitpunkt in der möglichst kurzen Zeit angesteuert (Abb. 5). Nach Anwahl der Suchlauf-routine wird der Videorecorder im schnellen Vor- bzw. Rücklauf innerhalb des abgebildeten Toleranzschlauches so gesteuert, daß das Band an den gewünschten Zeitpunkt herangeführt wird.

Bei der Darbietung eines Szenenablaufes kann mit nur kurzer Verzögerung eine ausgewählte Szene abgespielt werden (Abb. 6 a). Zunächst wird ein Suchlauf durchgeführt. Der Videorecorder wird an einem Zeitpunkt kurz vor dem Anfangszeitpunkt der Szene angehalten und wieder auf normale Abspielgeschwindigkeit geschaltet. Die kurze Hochlaufzeit ermöglicht die Stabilisierung des Bandlaufsystems, so daß bei dem Anfangszeitpunkt der Szene Bild und Ton ohne Störung am Monitor erscheinen. Am Endzeitpunkt werden Bild und Ton abgeschaltet und der Videorecorder angehalten. Da die Zeitangaben für Anfang und Ende gespeichert sind, kann der Vorgang beliebig oft wiederholt werden.

Der geschilderte Vorgang kann auch für zwei bzw. drei Videorecorder gleichzeitig durchgeführt werden (Abb. 6 b), wobei die Videorecorder so gesteuert werden, daß die Szenen unmittelbar nacheinander am Monitor erscheinen. Bei dem Editierungsvorgang wird diese in Abbildung 6 b dargestellte Routine durchgeführt, wobei nach dem Ablauf der ersten Szene der erste Videorecorder auf ‚Edit‘ geschaltet und die folgende Szene auf diesen Recorder editiert bzw. elektronisch kopiert wird.

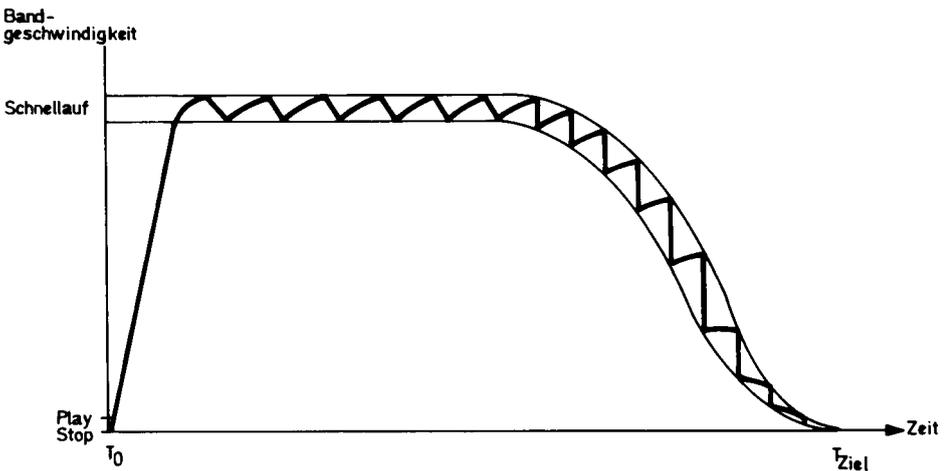


Abb. 5 Nach Definition einer Zielzeit wird der Videorecorder im dargestellten Toleranzschlauch zum vorgegebenen Zeitpunkt gesteuert. Das Verfahren wird von einem festprogrammierten Mikroprozessor durchgeführt

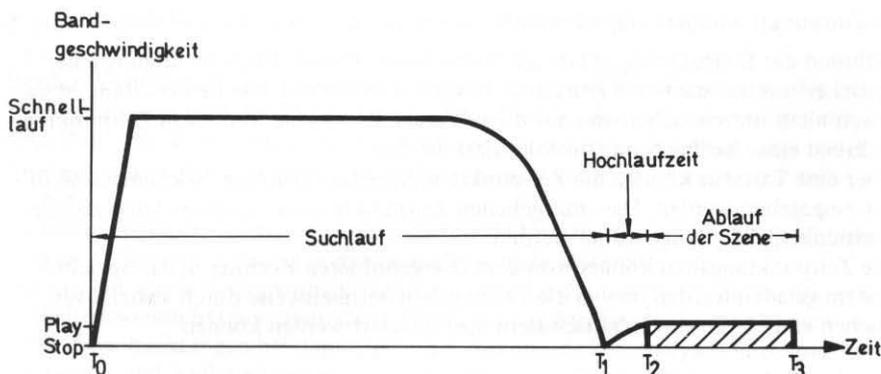


Abb. 6 a Die Darbietung einer Szene wird nach der Wahl von Anfangs- (T_2) und Endzeitpunkt (T_3) durchgeführt. Das Band wird durch einen Suchlauf auf den Zeitpunkt T_1 gesteuert und nach der Hochlaufzeit (zur Stabilisierung des Bandlaufsystems) von z. B. 5 Sekunden erscheinen Bild und Ton für die Dauer der Szene auf dem Monitor

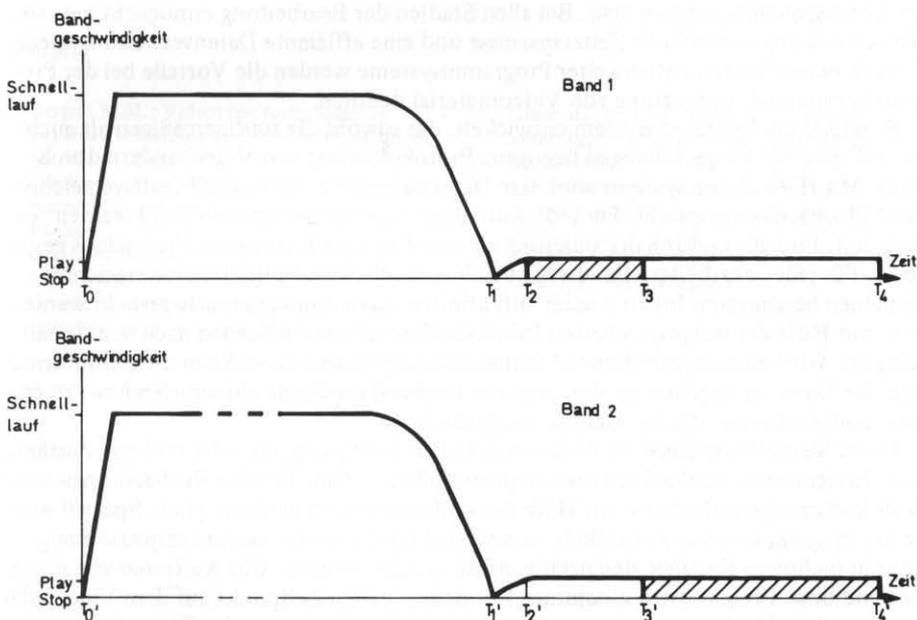


Abb. 6 b Zwei Videorecorder werden so gesteuert, daß die zwei ausgewählten Szenen nacheinander abgespielt werden. Dieses Verfahren wird auch dazu verwendet, um eine ausgewählte Szene von Band 2 auf Band 1 zu editieren. Es erfolgt ein bildgenauer ungestörter Übergang zwischen den editierten Szenen

2. Speicherung der Zeitpunkte

Für die oben beschriebenen Vorgänge müssen die entsprechenden Zeitpunkte angegeben werden – im Falle des Suchlaufes der gewünschte Zielzeitpunkt und für die anderen Vorgänge die Anfangs- und Endzeitpunkte der Szenen.

Diese Zeitpunkte können folgendermaßen bestimmt und gespeichert werden:

1. Während der Beobachtungsphase am Videomonitor kann durch Betätigung einer Speicherfunktionstaste ein Zeitpunkt festgehalten werden. Die Beobachtung ist dadurch nicht unterbrochen und auf diese Weise können eine Reihe von Zeitpunkten während einer Beobachtung protokolliert werden.
2. Über eine Tastatur können die Zeitpunkte in Stunden, Minuten, Sekunden und Bilder eingegeben werden. Die eingegebenen Zeitpunkte können einem Anfangs- oder Endpunktspeicher zugeordnet werden.
3. Die Zeitpunktangaben können von dem übergeordneten Rechner in das Speichersystem geladen werden, wobei die Zeitangaben beispielsweise durch assoziatives Suchen einer Liste von Inhaltscodierungen selektiert werden können.

Computerunterstützter Betrieb

Die ESP-Einheit ist durch eine Schnittstelle mit einem übergeordneten Rechner verbunden. Damit können sämtliche Funktionen und gespeicherten Zeitangaben der ESP-Einheit vom Rechner gelesen bzw. gesetzt werden. Auf diese Weise werden die Möglichkeiten für den Benutzer wesentlich erweitert, wobei auf der einen Seite eine automatische Steuerung der Recorder vorhanden ist und auf der anderen die Vorteile eines maschinellen Datenspeichers gegeben sind. Bei allen Stadien der Bearbeitung ermöglicht eine solche Anordnung wesentliche Zeitersparnisse und eine effiziente Datenverwaltung. Beim Einsatz zweier bereits entwickelter Programmsysteme werden die Vorteile bei der Protokollierung und Auswertung von Videomaterial deutlich.

1. Es wurde ein Programmsystem entwickelt, das sowohl die routinemäßigen als auch die auf spezielle Fragestellungen bezogene Protokollierung von Videobändern durchführt. Mit Hilfe dieses Systems wird eine Datei aufgestellt, die einem Inhaltsverzeichnis des Videobandes entspricht. Für jede Aufnahme bzw. Szene auf dem Band werden Anfangszeit, Endzeit und Inhaltscodierung als eine Eintragung in einem Verzeichnis gespeichert. Für jedes bearbeitete Band ergibt sich schließlich ein volles Inhaltsverzeichnis. Um einen bestimmten Inhalt wieder aufzufinden, kann dann assoziativ gesucht werden, d. h. mit Hilfe der mitgespeicherten Inhaltscodierung werden Szenen nach dem Inhalt selektiert. Wird eine entsprechende Inhaltscodierung gefunden, so kann die Zeitinformation der Szene ausgegeben werden, um anschließend die Szene abzuspielen bzw. zu editieren oder eine statistische Analyse durchzuführen.
2. In der Verhaltensanalyse ist es in vielen Fällen notwendig, ein oder mehrere Zustände bzw. Ereignisse zu beobachten und zu protokollieren. Eine flexible Beobachtungs- und Protokollierungsmethode ist mit Hilfe des vorhandenen Systems möglich. Speziell wurde ein Programmsystem entwickelt, in dem während einer Beobachtungsphase Ereignisse in mehreren Kanälen gleichzeitig erfaßt werden können. Das Auftreten von jedem Zustand bzw. Ereignis wird zusammen mit dem genauen Zeitpunkt auf dem Videoband erfaßt und im Rechner gespeichert. Diese gleichzeitige Erfassung des Zeitcodes ermöglicht z. B. die wiederholte Darbietung desselben Materials zu einem späteren Zeitpunkt und damit auch eine genaue Kontrollmöglichkeit z. B. zur Untersuchung von Beobachtungsübereinstimmung. Wesentlich ist, daß die Synchronizität der Beobachtungsdaten gewährleistet ist. Angepaßt an dieses Erfassungsprogramm sind verschiedene Programmsysteme für die quantitative Auswertung, die u. a. eine deskripte Statistik für die erfaßten Daten liefern.

Schlußwort

Bei der Bearbeitung von Videomaterial bietet das System PRAVDA zwei wesentliche Vorteile. Einmal wird die Bedienung mehrerer Videogeräte durch die Aufzeichnung eines Zeit- und Steuercode und durch mikroprogrammierte Fernsteuerung ergonomisch günstig gestaltet. Dabei wird die Beobachtungs- und Auswertungsarbeit erheblich rationalisiert.

Weiterhin erhält der Benutzer durch maschinelle Verarbeitung seiner Beobachtungsdaten eine verbesserte Einsicht in das zu analysierende Material.

Das System wurde bisher vornehmlich eingesetzt für die Untersuchung kommunikativer Verhaltensweisen bei psychiatrischen Patienten und Stotterern. Es ging dabei u. a. um Verlaufsbeobachtungen bei depressiven Erkrankungen, Feinanalysen einzelner Verhaltensweisen und Aufbereitung von av-Aufzeichnungen diagnostischer und therapeutischer Gespräche.

Die Verknüpfung von Video- und Computertechnologien hat sich bei diesem System bewährt. Das zeigt sich beim praktischen Einsatz nicht nur in den erreichten Zeitersparnissen, sondern auch darin, daß Einsichten über Zusammenhänge verschiedener Verhaltensweisen deutlich sichtbar gemacht werden können.

Literatur

- 1 Berger, M.M.: Videotape techniques in psychiatric training and treatment. Brunner/Mazel Inc., New York 1970
- 2 Duchenne, G.B.: Mechanisme de la physiologie humaine. Baillière, Paris 1876
- 3 Ekman, P., W.V. Friesen: A tool for the analysis of motion picture film or videotape. Amer. Psychologist 24, No. 3 (1969)
- 4 Gesell, A.: Cinemanalysis: A method of behavior study. J. Genet. Psychol. 47 (1935)
- 5 Ginsburg, P., C.E. Anderson, J. Dolby: Video tape recorder design. ISMPTE 66, No. 4 (1957)
- 6 Halverson, H.M.: A projection desk for studying motion film. Amer. J. Psychol. 43 (1931)
- 7 Muybridge, E.: Animals in motion. Dover Publ. Inc., New York 1957