

System Hand – Diagnostik von Handbewegungen

1 Einführung

Die Objektivierung der Diagnostik von gestörter Handmotorik unabhängig von der pathologischen Ursache, wurde in den letzten Jahren verstärkt vorangetrieben. Eng damit verbunden ist die Koordination der Bewegung von Auge und Hand sowie die Diagnostik und Therapie von Augenbewegungsstörungen.

In diese Aktivitäten ist die Konzipierung und Realisierung des im weiteren beschriebenen Systems AUHA - Erfassung der Motorik von Hand und/oder Auge sowie der visuomotorischen Koordination - einzuordnen.

Das System wurde so gestaltet, daß im interaktiven Dialog eine Vielzahl von Aufgaben zum o.g. Problembereich bearbeitet werden können. Ein breiter Erfahrungsschatz der Entwickler schlägt sich in einem universellen Konzept nieder.

Der oben erwähnten Unterscheidung in die Probleme

- Handmotorik
- Auge/Hand-Koordination und
- Augenmotorik

folgt die Struktur des Systems und die weitere Beschreibung.

Die Systembestandteile

- HAND,
- AUGER/HAND und
- AUGER

sind separat arbeitsfähig. Die Lizenzen können auch einzeln erworben werden.

Zum Schluß der Einführung in das System sind Veröffentlichungen zum System AUGER/HAND aufgeführt.

2 Systemteil HAND

Das Verfahren gestattet die Registrierung der Handmotorik mittels eines Stiftes, dessen Position über einem Digitalisiertablett erfaßt wird. Es wird ein Digitalisiertablett benutzt, wie es für die Zwecke des computer-aided-Designes in Konstruktionsbüros zur Eingabe von Zeichnungskordinaten Verwendung findet.

In diesem Sinne reduziert sich die "Handmotorik" auf eine Motorik, die an den Umgang mit einem Schreibstift, in Größe und Gewicht einem normalen Kugelschreiber ähnlich, gebunden ist.

2.1 Hardware

Als Systemrechner ist ein AT-kompatibler Computer erforderlich. Es wird mindestens ein 386er (besser 486er oder Pentium) mit mathematischem Coprozessor empfohlen, um die vom System geforderte Rechenleistung in "vernünftigen" zeitlichen Dimensionen zu erbringen und eine interaktive Arbeit zu ermöglichen. Weiterhin sind ausreichender Speicher auf der Harddisk (minimal 100 MByte werden empfohlen), VGA-Grafik und ein Farbmonitor erforderlich.

Die Datenerfassung erfolgt mit einem Digitalisiertablett. Zur Zeit unterstützt das System folgende Protokolle für den Datentransfer vom Tablett zum Rechner:

- TDS-LC (Firmen TDS und Quora),
- TDS-LCX (Firmen TDS und Quora, Unterstützung eines Stiftes mit Messung der Aufsetzkraft),
- MM/SummaSketch Format (Tablets Summasketch II/III der Firma Summagraphics),
- UIOF/Microgrid Format
- Jandel Scientific sowie
- WACOM IV.

Es sind auch andere Boards nutzbar. Eine spezielle Einbindung muß dann durch die Entwickler vorgenommen werden.

Folgende Forderungen sind an das Digitalisiertablett zu stellen:

- Auflösung ≥ 20 ppm (points per mm)
- Schreibstift mit Messung der Aufsetzkraft (Z-Pen) oder mit einem Schalter an der Stiftspitze zur Dokumentation des Aufsetzens des Stiftes auf dem Board (abhängig vom Analyseziel)
- serieller Datentransfer im Stream-Mode zum Rechner bei einer Frequenz des Koordinatentransfers zwischen 120 und 200 Hz (d.h. im Abstand von 5-8 ms wird ein Koordinatenwert ermittelt und zum Computer gesendet)

Die meisten Digitalisiertablets liefern keine zeitäquidistanten Stiftkoordinaten. Das heißt, daß z.B. bei einer am Board eingestellten Datenübertragungsrate von 150 Hz ein Transfer im unterschiedlichen zeitlichen Abstand von 7-11 ms erfolgt. Diese Tatsache ist für die Zwecke des computer-aided-Designes in Konstruktionsbüros völlig unkritisch. Für die im vorliegenden Programm vorgesehenen Untersuchungen zur Stiftgeschwindigkeit und -beschleunigung sind zeitäquidistante Daten unabdingbar.

Deshalb wurde mittels des internen Timers des Rechners eine Uhr installiert, die einen 1-ms-Interrupt erzeugt. Auf dieser Basis werden die zeitlichen Transferabstände der Punktkoordinaten ermittelt und bei der Erfassung die Daten in eine zeitäquidistante Form transformiert. Das

System erlaubt die Erfassung von Bewegungskordinaten der Hand mit folgenden Abtastintervallen:

- 5 ms entspricht 200Hz
- 8 ms entspricht 125Hz
- 10ms entspricht 100Hz
- 20ms entspricht 50Hz
- 40ms entspricht 25Hz.

Die Erfassung mit unterschiedlichen Abtastfrequenzen wurde eingeführt, um einen Kompromiß zwischen geforderten Signaleigenschaften (Frequenzbereich) und der Speicherbelastung bzw. der Dauer einer Erfassung zu ermöglichen.

Beispielhaft einige Berechnungen zum Datenanfall:

Bei einer Abtastfrequenz von 200Hz werden in 5 Sekunden

(2 Byte Koordinate Y + 2 Byte Koordinate X + 1 Byte Aufsetzkraft des Stiftes)

* 200Hz

* 5s

= **5000** Byte

und in 60 s entsprechend **60000** Byte erfaßt und gespeichert. Der Nutzer muß auf der Harddisk ausreichend Speicher zur Verfügung stellen. Die Speicherung in verschiedenen Archiven wird vom System unterstützt.

2.2 Systeminstallation

Wenn nicht die Systeminstallation durch den Entwickler selbst erfolgt, erhält der Nutzer eine Diskette, auf dem sich u.a. das Programm

install.exe

befindet. Nach Einstellung des Rechners auf das Diskettenlaufwerk mit der Installationsdiskette (z.B. mittels „A:“) ist dieses Programm zu starten. Das Programm fragt, auf welcher Harddisk die Installation erfolgen soll. Der Buchstabe ist einzugeben. Standardmäßig werden auf dieser Harddisk die Direktory \HAND eingerichtet und alle erforderlichen Dateien in dieses Verzeichnis kopiert. Zum ordnungsgemäßen Abschluß der Installation wird informiert.

Nach dieser Installation sind alle Parameter einzustellen. Informationen dazu sind dem Abschnitt 2.7 zu entnehmen. Die Parameter werden in der Datei INSTALL.HAN abgespeichert. Bei Versionswechsel kann es erforderlich sein, diese Datei zu löschen, HAND zu starten und die Parameter erneut einzustellen.

Während der Arbeit des Programmes HAND werden eine Reihe von Zwischendateien erzeugt, die im Maximalfall bis zu 3 MByte Speicher auf der Harddisk benötigen.

Ab Version 3.0 des Systemteils HAND wird eine patientenorientierte Datenspeicherung realisiert. In vorgebbaren Archiven werden die Rohdaten der Handbewegungen gespeichert. Der Dateiname hat dabei die Form

PATxxxxx.HAN.

Statt xxxxx wird die Patientenummer eingetragen. Die Daten des Patienten Nummer 10 befinden sich somit in der Datei

PAT00010.HAN.

2.3 Systemstart

Nach Start des Programms

hand.exe

erscheint ein Bedienermenü zur grundsätzlichen Funktionswahl:



Abbildung 1. Grundmenü von HAND mit aktivem Scrollbar „Parameter“ zur nutzerspezifischen Anpassung des Systems.

„Info“ liefert allgemeine Informationen zum System HAND sowie einige nützliche Zusatzfunktionen.

Die „Erfassung“ organisiert die gesamte Aufzeichnung und Archivierung von Daten.

Die Auswertung der erfaßten Daten wird über die „Analysen“ vorgenommen.

Die Funktion „Archiv“ gestattet die Verwaltung von Datenarchiven, in denen die HAND-Daten gespeichert werden können.

Schließlich erlaubt der „Systemtest“ die Überprüfung der unterschiedlichen Systemkomponenten und „Parameter“ die Anpassung des Systems an die Hardware und die speziellen Intensionen des Nutzers.

Mit der Taste F1 steht zu jedem beliebigen Zeitpunkt eine kontextsensitive Hilfe zur Verfügung. Immer wenn der Nutzer nicht mehr weiter weiß, sollte die F1-Taste betätigt werden. Gleichfalls kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt mit der Taste Escape (ESC) der aktuelle Programmstatus abgebrochen und zum vorherigen Status zurückgekehrt werden.

Im Sinne einer interaktiven Arbeitsweise dokumentiert sich das Programm weitgehend selbst.

2.4 Datenerfassung

Vor einer Datenerfassung sind eine Reihe von Festlegungen

- zur Steuerung der Datenerfassung
- zum Versuch sowie
- zum Patienten

zu treffen.

Über das Menü Erfassung/Erfassungsparameter werden die Parameter für die Datenerfassung festgelegt (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2. Fenster Erfassungsparameter.

Wie bereits erwähnt kann die **Abtastfrequenz**, d.h. die Frequenz, in die die seriell empfangenen Daten transformiert werden, zu 200Hz, 125Hz, 100Hz, 50Hz oder 25Hz gewählt werden. Die Wahl der Frequenz hängt von den zu erfassenden Signalen ab. Sind schnelle Änderungen der Handbewegung zu analysieren, so sollte die Abtastfrequenz zu 200Hz oder 125Hz gewählt werden. Laut Abtasttheorem muß die Abtastfrequenz mehr als das Doppelte der höchstem im Signal interessierenden Frequenz betragen. Für biologische, nicht periodische Signale sollte die Abtastfrequenz 5 bis 10 Mal höher als die höchste interessierende Signalfrequenz sein. Für sehr langsame Bewegungen, wie zum Beispiel beim Autokinetischen Lichttest, reichen Abtastfrequenzen von 25Hz oder 50Hz. Die Wahl der Abtastfrequenz bestimmt die Menge der zu archivierenden Daten und damit (da alle Daten einer Erfassung im 640kByte-RAM-Bereich zwischengespeichert werden) die maximale Dauer einer Datenerfassung. Diese maximal mögliche Dauer wird mit der **Max. Erfassungszeit** dokumentiert. Sie verändert sich mit der Variation der Abtastfrequenz.

Innerhalb dieser maximalen Dauer der Datenerfassung kann die **Erfassungszeit** festgelegt werden, nach deren Ablauf die Datenerfassung automatisch beendet wird. Bei der Datenerfassung selbst wird dieses Zeitlimit im Instruktionstext angezeigt. Es ist möglich, daß bei maximal eingestellter Erfassungszeit die Zeit während des Versuches etwas niedriger liegt (siehe Information auf dem Bildschirm während der Datenerfassung).

Der **Erfassungsmode** bietet unterschiedliche Möglichkeiten, die Datenerfassung zu organisieren:

- Einzelbewegung,
- Serie,
- Serie nach Fitts Law,
- Kalibrierung Autokinetischer Lichttest (siehe 2.5.6)
- Autokinetischer Lichttest (AKL) (siehe 2.5.5) und
- und Pattern Draw (siehe 2.4.9).

Bei Erfassung von **Einzelbewegungen** wird nach Aktivierung der Datenerfassung lediglich eine Bewegungskurve aufgezeichnet. Soll eine **Serie** von Bewegungen erfaßt werden, so werden die mit **Anzahl bei Serie** festgelegten Bewegungen ohne Unterbrechung, d.h. ohne erneute Eingabe von Versuchs- und Patientendaten, aufgenommen und archiviert. Nach jeder Bewegung wird gefragt, ob die Aufnahme ordnungsgemäß erfolgt ist. Bei Beantwortung der Frage mit F2=repeat wird die Erfassung wiederholt. F10=Save archiviert die Daten. Soll eine Bewegungsserie entsprechend **Fitts Law** aufgenommen werden, so wird die Erfassungsanzahl automatisch entsprechend der Einstellung im Fenster „Versuchsplanung Fitts Law“ vorgegeben (Informationen zu Fitts Law siehe 2.5.4). Die **Kalibrierung** des autokinetischen Lichttests sowie der **Autokinetische Lichttest** selbst werden in den Abschnitten 2.5.5 und 2.5.6 beschrieben. Gleiches trifft auf den Test nach Pattern Draw zu.

Als **Proximity** wird ein Bereich von 15-20mm über dem Digitalisiertablett bezeichnet, in dem (obwohl die Stiftspitze nicht auf dem Board aufsitzt) die Stiftposition noch präzise bestimmt werden kann.

Die Proximity kann aktiv ([X]) bzw. inaktiv ([]) geschaltet werden. Bei aktiver Proximity wird die Datenerfassung beendet, wenn der Stift die Proximity verläßt - also vom Tablett deutlich abgehoben wird. Bei inaktiver Proximity wird die Aufzeichnung durch Verlassen der Proximity nicht beendet. Dies ist besonders wichtig, wenn z.B. mehrere Wörter hintereinander geschrieben werden sollen. Ein vorzeitiger Abbruch der Datenaufzeichnung durch unbeabsichtigtes Verlassen der Proximity beim Abheben des Stiftes vom Board zwischen den zu schreibenden Wörtern wird ausgeschlossen. Je nach Proximity-Mode verändert sich der Instruktionstext im oberen Teil des Displays während der Erfassung. Bei der späteren Auswertung werden die Kurvenabschnitte, die zwischen den Board-Koordinaten des Verlassens und des Wiedereintretens in die Proximity liegen, mit konstanter Geschwindigkeit dargestellt, die sich aus der Entfernung des Aus- und Eintrittspunktes sowie der Aufenthaltsdauer des Stiftes außerhalb der Proximity ergibt.

Bei aktivem akustischen Feedback ([X]) sendet der Computer über seinen Lautsprecher einen Ton, wenn der Stift nicht auf dem Board aufsitzt. Genutzt wird diese Funktion u.a. beim Autokinetischen Lichttest.

Die Eingaben werden mit dem Drücken des OK-Schalters bestätigt.

Jetzt kann die eigentliche Datenerfassung über das Menü Erfassung/Erfassung vorgenommen werden. Es erscheint das Fenster „Auswahl Patient für nächste Erfassung“ (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3. Auswahl eines bereits im Archiv vorhandenen Patienten bzw. Entscheidung zur Eingabe eines neuen Patienten.

Es ist möglich, einen Patienten neu zu spezifizieren oder einen Patienten zu wählen, der bereits zu einem früheren Zeitpunkt in das Archiv aufgenommen wurde.

Soll ein Patient neu in das Archiv aufgenommen werden, muß der Schalter **Neuer Patient** betätigt werden. Es öffnet sich ein Fenster zur Eingabe der Patienten- und Versuchsdaten (siehe Abbildung 4). Im oberen Teil des Fensters wird über die aktuellen Einstellungen der Erfassungsparameter (siehe Abbildung 2) informiert. Darunter können die gewünschten Daten eingegeben werden:

- Patientenummer
- Name, Vorname
- Geschlecht
- die Hand, mit der der Versuch durchgeführt wird,
- Alter in Jahren
- Diagnose 1
- Diagnose 2
- zwei Zeilen freier Kommentar

- Versuchsnummer
- Gruppennummer



Abbildung 4. Eingabe der Patienten- und Versuchsdaten für einen neuen Patienten.

Besonders der Kommentar 1 sowie die Versuchs- und Gruppennummer sollten für die Versuchsplanung verwendet werden. Über einen speziellen Datenfilter besteht die Möglichkeit, sowohl für die Erfassung als auch für die Auswertung Daten im Archiv zu selektieren. Dieser Datenfilter wird weiter unten beschrieben.

Weiter sei auf die Vorgabe der Patientennummer hingewiesen. Im System ist jeder Patient eindeutig durch eine Patientennummer gekennzeichnet. Diese Patientennummer ist Bestandteil des Dateinamens, unter dem die erfaßten Bewegungsdaten archiviert werden. Das heißt, daß eine Patientennummer in einem Archivierungspfad nicht zweimal vorhanden sein kann. Wird versucht, eine bereits vorhandene Patientennummer über das Fenster „Erstdefinition von Patientendaten“

erneut einzugeben, so wird dies vom System verhindert und darauf hingewiesen.

Soll kein neuer Patient aufgenommen sondern mit einem bereits im Archiv vorhandenen Patienten gearbeitet werden, so muß im Fenster „Auswahl Patient für nächste Erfassung“ (Abbildung 3) der gewünschte Patient markiert werden. Die Bedienung eines Scroll-Fensters kann dem Anhang 1 entnommen werden. Am einfachsten ist der Doppelklick mit der Maus auf den Datensatz. Selektiert ist ein Patient, wenn seine Datensatzbezeichnung im Feld „gewählter Datensatz“ erscheint.

Bei der Selektion wird der Nutzer von einem Datenfilter unterstützt, der über den Schalter „Filter“ aufgerufen wird. Es erscheint das Fenster „Filter“ (Abbildung 5). Das Datenarchiv wird entsprechend der eingestellten Filterbedingungen durchsucht und im Feld „Datensätze“ des Fensters „Auswahl Patient für nächste Erfassung“ (Abbildung 3) werden nur die Datensätze gezeigt, auf die die Filterbedingungen zutreffen. Eine Filterung ist möglich für

- die Gruppennummer
- die Versuchsnummer
- die Patientennummer
- das Datum der Datenerfassung
- den Patientennamen und
- den Kommentar 1.



Abbildung 5. Filter für die Vorselektion von Datensätzen.

Nachdem ein Patient selektiert wurde, wird die Auswahl mit dem Schalter **OK** bestätigt. Es erscheint das Fenster „Aktualisierung Patientendaten“, das im Aufbau dem Fenster in Abbildung 4 entspricht. Nicht mehr veränderbar sind jedoch die Patientennummer, der Patientennamen sowie das Geschlecht.

Nach Bestätigung mit **OK** erscheint auf dem Monitor das Datenerfassungsfenster. Es enthält Informationen zur Versuchssteuerung.

Die Aufzeichnung der Handbewegung beginnt mit Aufsetzen des Stiftes auf das Board. Dabei muß eine minimale Aufsetzkraft überschritten sein.

Auf dem Bildschirm ist die Stiftbewegung direkt verfolgbar. Eine gelbe Linie erscheint, wenn der Stift mit einer Kraft größer als die Minimalkraft des Stiftes auf das Board gepreßt wird. Die Kurve wird blau, wenn diese Minimalkraft unterschritten wird oder der Stift nicht auf dem Board aufsetzt, sich jedoch in der Proximity des Boards befindet.

Die Erfassung wird mit Abheben des Stiftes aus dem Erfassungsbereich (bei aktiver Proximity) oder mit Drücken der Taste F10=Ende oder nach Ablauf der Erfassungszeit (siehe Abbildung 2) beendet.

Nach einer Datenerfassung wird in der unteren Bildschirmzeile mit F10=Save gefragt, ob der Datensatz archiviert werden soll. Soll die Erfassung wiederholt werden, so ist F2=repeat zu betätigen.

2.4.1 Datenauswertung

Die Analyse von Datensätzen im System Hand erfolgt immer in zwei Schritten:

- der Datenselektion und
- der eigentlichen Datenanalyse.

2.4.2 Datenselektion

Die **Datenselektion** wird im Fenster „Auswahl Datensatz für Analyse“ (Abbildung 6) vorgenommen, das über das Menü Analysen/Datenauswahl geöffnet wird. Dieses Fenster ist dem Fenster „Auswahl Patient für nächste Erfassung“ (Abbildung 3) sehr ähnlich. Der Unterschied besteht darin, daß für die Analyse nicht nur ein, sondern beliebig viele Datensätze selektiert werden können, die dann im Scroll-Feld „Selektion“ erscheinen. Die Selektion wird durch den bereits beschriebenen Filter (Abbildung 5) unterstützt. Der Schalter **Löschen** löscht die Selektionsliste und der Schalter **Alle** übernimmt alle Datensätze des Feldes **vorhandene Datensätze** zum Feld **Selektion**.

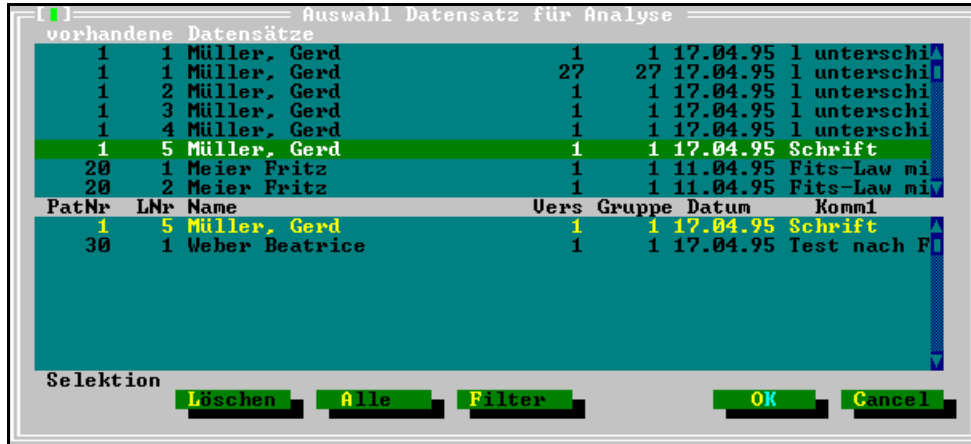


Abbildung 6. Datenauswahl für die Analyse

Neben der bereits beschriebenen Möglichkeit der Datenvorselektion mittels Datenfilter steht eine weitere Funktionalität zur Verfügung, die über das Menü Analysen/Analysemode aufgerufen wird. Je nach Auswahl werden nur Daten, die dem Analysemode

- einzel
- Serie
- Fitts Law
- Kalibrierung AKL oder
- AKL

entsprechen, gezeigt. Voraussetzung für diese Vorselektion ist jedoch die Aktivierung des Schalters **Datenvorselektion** ([X]) im Fenster „Programmparameter“, das über das Menü Parameter/Programmparameter erscheint.

Die Auswahl wird mit dem Schalter **OK** bestätigt.

2.4.3 Interaktive Datenanalyse

Die interaktive Datenanalyse ist die allgemeinste Form der Analyse im Systemteil HAND.

Der Bildschirm zeigt zuerst den originalen Kurvenzug (Abbildung 7). Am oberen Bildschirmrand erscheinen die den Datensatz kennzeichnenden Parameter Patientenummer, Geschlecht (M/W), Hand (L/R), Sitzungsnummer, Versuchsnummer, Experimentnummer, Diagnosen und Erfassungsdatum bzw. Uhrzeit. Mit F2 wird der in der Selektionsliste vorhergehende, mit F3 der folgende Datensatz gezeigt. Mit F10 wird die Analyse des gezeigten Datensatzes veranlaßt.

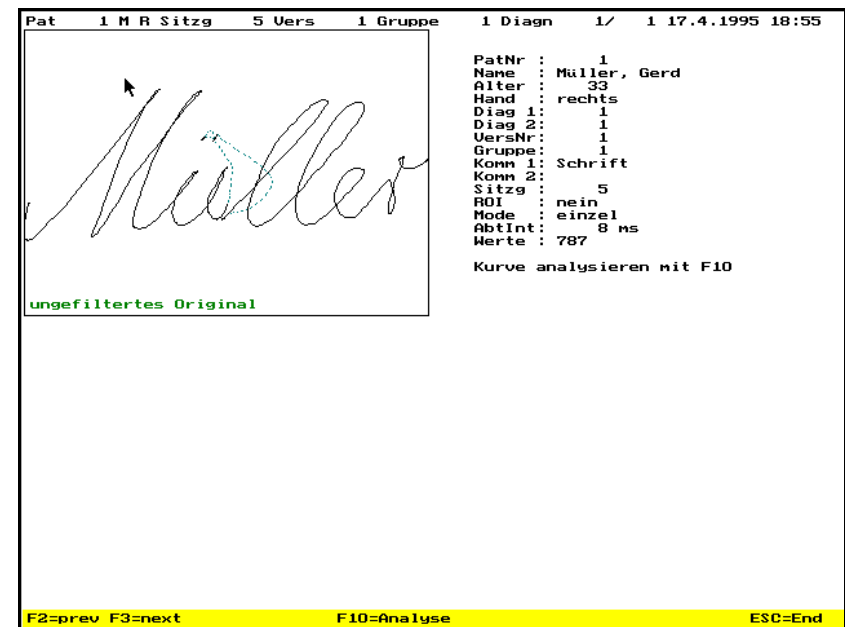


Abbildung 7. Information zum aktuellen Datensatz.

Es folgt eine Berechnung aller Ableitungen der Originalkurve (Geschwindigkeit und Beschleunigung) bei gleichzeitiger Filterung der Kurven. Die Filtercharakteristik kann im Rahmen der vorhandenen Operatoren festgelegt werden (siehe 2.6.1). Die digitale Filterung und die Berechnung der Ableitungen nach der Zeit kann einige Zeit beanspruchen. Zwischeninformationen zum Stand der Berechnungen werden gegeben.

Nach der Berechnung ist die interaktive Betrachtung und Bewertung der Kurven möglich.

Am unteren Bildschirm wird eine Befehlszeile eingeblendet, die mittels Funktionstasten die Anwahl spezieller Auswertalgorithmen erlaubt.

Der Bildschirm wird im weiteren in 4 Quadranten in der Anordnung

Quadrant 1	Quadrant 2
Quadrant 3	Quadrant 4

unterteilt.

Im Quadranten 4 erscheint ein Menü, das die Auswahl von aus der Originalkurve (X-Y-Bild) abgeleiteten Kurven zulässt. Dabei wird zwischen einer Auswertung im Zeitbereich und im Frequenzbereich unterschieden.

Analyse im Zeitbereich

Im Zeitbereich (Abbildung 8) können folgende Kurven gezeigt und analysiert werden:

- (1) Parameter sowie X-Y-Kurve
- (2) Weg in X-Richtung
- (3) Weg in Y-Richtung
- (4) Geschwindigkeit in X-Richtung

- (5) Geschwindigkeit in Y-Richtung
- (6) Geschwindigkeit des Punktes
- (7) Beschleunigung in X-Richtung
- (8) Beschleunigung in Y-Richtung
- (9) Beschleunigung des Punktes
- (f) Umschaltung zur Analyse im Frequenzbereich

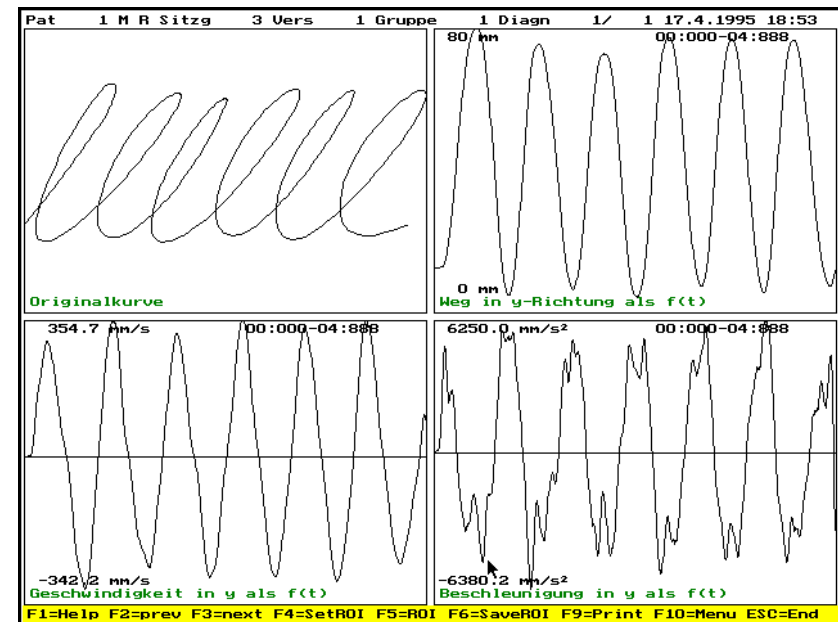


Abbildung 8. Interaktive Analyse im Zeitbereich.

Die Abszisse dient als Zeitachse. Die Richtungen X und Y beziehen sich auf die Bewegung des Stiftes über das Digitalisieretablett. Die X-Richtung betrifft eine Bewegung nach links und rechts und die Y-Richtung nach oben und unten. Als "Punkt" wird die Stiftkoordinate resultierend aus X

und Y-Richtung bezeichnet, wobei ein Punktbezug nur für die Geschwindigkeit und die Beschleunigung möglich ist.

Nach Auswahl einer Kurve mit Tastatur (Eingabe der Zahl) oder mit Maus (Anklicken der Bezeichnung) wird nach dem Quadranten (1-4) gefragt, in dem die Kurve erscheinen soll. Bei Auswahl des Quadranten 4 wird das Auswahlmenü überschrieben, bis mit Esc die Kurvendarstellung in 4. Quadranten abgebrochen wird.

Über die untere Bildschirmzeile stehen spezifische Funktionalitäten zur Verfügung:

F1=Hilfe

Ein kontextsensitiver Hilfetext erscheint. Es sei wieder darauf hingewiesen, daß in fast allen Menüs solche Hilfetexte über die Taste F1 aufgerufen werden können. Der Nutzer erhält Hinweise zur weiteren Arbeit mit dem Programm.

F2=prev F3=next

Zum vorhergehenden bzw. zum nächsten Datensatz entsprechend der Selektionsliste wird geschaltet.

F4=SetROI

Mit Hilfe der Maus bzw. der Kursortasten kann ein ROI (**ROI = Region of interest**) definiert werden. Die Kurven können damit editiert werden.

F5=ROI

Das mit SetROI definierte Kurvenstück wird gezeigt und kann im weiteren analysiert werden. Erneutes Drücken von F5 führt zur ursprünglichen Kurvendarstellung ohne ROI.

F6=SaveROI

Das mit SetROI definierte Kurvenstück wird archiviert. Dabei können die die Kurve kennzeichnenden Parameter Kommentar 1 und 2 sowie die Versuchs- und Gruppennummer (siehe Abbildung 4) verändert werden.

F9=print

Vom Bildschirm wird eine Hardcopy erzeugt. Zuvor muß der **Druckertyp** im Fenster „Druckerparameter“ (Menü Parameter/ Druckerparameter) festgelegt werden.

F10=Menu

Umschaltung zu einer Befehlszeile mit weiteren Funktionalitäten:

Nach Umschaltung der Befehlszeile stehen folgende Algorithmen zur Verfügung:

F4=vPeak

Bis zu 9 Extremwerte der aktuellen Kurve werden für die Geschwindigkeit berechnet. Im Fenster „Analyseparameter Peak“ (Menü Analysen/Analyseparameter Peak) wird ein **Linkintervall** definiert. Treten innerhalb dieses Intervalls mehrere Extrema auf, so wird nur eine Extremwert benutzt. Dieser Parameter hat besonders für motorisch behinderte Patienten mit starken Schwankungen der Geschwindigkeit für die Peak-Analyse Bedeutung.

F5=abs/rel

Eine Umschaltung zwischen relativer und absoluter Kurvendarstellung ist möglich. Bei relativer Darstellung werden die Kurven in Abszisse und Ordinate in den Bildausschnitt optimiert. Bei absoluter Darstellung werden alle Kurven entsprechend den Einstellungen im Fenster „Analyseparameter absolut“, erreichbar über das Menü Analysen/Analyseparameter absolut, gezeigt. Die relative Darstellung erlaubt die Betrachtung der Kurven mit der größtmöglichen Auflösung. Die absolute Darstellung gestattet den inter- und intraindividuellen Vergleich von Kurvenabschnitten bei definierten Abszissen- und Ordinatenwerten.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß sich das System HAND in ständiger Weiterentwicklung befindet. Geplant ist u.a. die Integration von selbstlernenden Algorithmen zur Analyse von Bewegungsdaten. So soll es möglich werden, z.B. in einer Folge von "I" (kleinen Buchstaben L in

Handschrift analog Abbildung 8) ein einzelnes "l" zu markieren und das Programm zu beauftragen, die übrigen "l" zu trennen und zur weiteren Bearbeitung zu präsentieren.

Analyse im Frequenzbereich

Neben den Berechnungen im Zeitbereich sind Analysen der erfaßten Bewegungsverläufe im Frequenzbereich von Interesse. Es ist zu vermuten, daß der Grundbewegung beim Schreiben überlagerte Komponenten mit pathologischer Genese deutlicher quantifizierbar sind. Es werden zusätzliche Gipfel in der spektralen Darstellung nachweisbar.

Die Analyse im Frequenzbereich wird durch Eingabe von „f“ im Zeitbereich aktiviert.

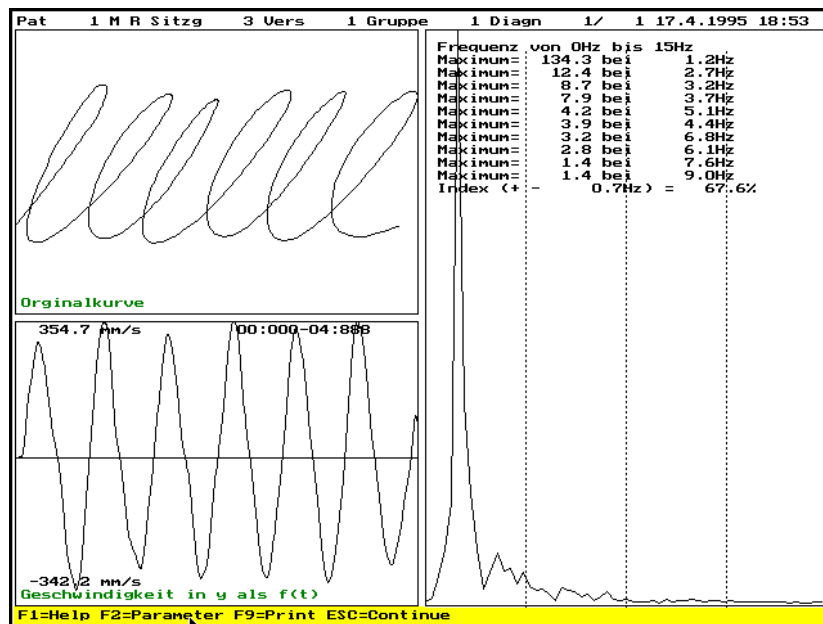


Abbildung 9. Interaktive Analyse im Frequenzbereich für einen gesunden Pobanden. Im Spektrum ist ein deutlicher Peak zu sehen.

Folgende Möglichkeiten zur Kurvenanalyse stehen zur Verfügung:

- (3) Geschwindigkeit in X-Richtung
- (4) Geschwindigkeit in Y-Richtung
- (5) Geschwindigkeit des Punktes
- (6) Beschleunigung in X-Richtung
- (7) Beschleunigung in Y-Richtung
- (8) Beschleunigung des Punktes
- (z) Umschaltung zum Zeitbereich

Durch Eingabe von "z" ist der Rücksprung zur Analyse im Zeitbereich möglich.

Bei Auswahl einer der Geschwindigkeits- bzw. Beschleunigungskurven für die Frequenzanalyse erfolgt die Berechnung des Spektrums mittels Schneller Fourier-Transformation. Dargestellt werden im Quadranten 1 die Originalkurve in X-Y-Darstellung, im Quadranten 3 der Verlauf der zu analysierenden Kurve im Zeitbereich und auf der rechten Bildschirmseite das berechnete Spektrum. Der Frequenzbereich wird im Fenster „Analyseparameter absolut“ (Menü Analysen/Analyseparameter absolut) eingestellt. Als Standard werden 0-15Hz empfohlen. Senkrechte Bildschimmarken teilen den Frequenzbereich in 4 gleiche Teile.

Zusätzlich werden Parameter des Spektrums berechnet. Dazu gehören die Frequenzen und die Amplituden der ersten 10 Maxima und ein Wert, der die Fläche unter dem maximalen Peak $\pm 0.6\text{Hz}$ in Relation zur gesamten Fläche unter der Spektralkurve beschreibt. Dieser Wert gestattet Aussagen zur "Konzentration" der spektralen Leistung um eine Frequenz und damit zur Überlagerung einer Grundbewegung durch Prozesse

anderer Frequenzen. Diese Parameter werden dem Bild mit F2=Parameter überblendet. Mit F2 kann die Darstellung der Parameter wieder abgeschaltet werden.

2.4.4 Automatische Parameterberechnung

Für statistische Analysen der erfaßten Kurven bzw. der aus ihnen mathematisch extrahierten Parameter bietet das Programmsystem besondere Möglichkeiten. Alle interaktiv bestimmbar Parameter einer erfaßten Bewegungskurve und darüber hinaus weitere Werte können im "Stapelbetrieb" berechnet und in einer orthogonalen Struktur als ASCII-File abgespeichert werden. Damit ist eine Auswertung der berechneten Kurvenparameter mit einem Statistikpaket wie z.B. SPSS oder SAS möglich. Ein Arbeiten im "Stapelbetrieb" bedeutet dabei, daß nach der Selektionsphase der zu analysierenden Datensätze (siehe 2.5.1) der Computer über längere Zeit ohne Aufsicht seine Berechnungen durchführt und die Ergebnisse auf die gewünschte Datei ablegt.

Die Struktur dieser orthogonalen Datei ist fest definiert. Sie wird über das Menü Info/ Struktur Exportdatei dokumentiert und kann bei Bedarf mit F9 gedruckt werden.

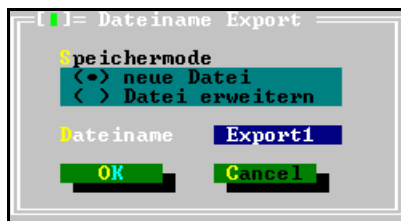


Abbildung 10. Automatische Analyse

Nach Aktivierung der automatischen Parameterberechnung fragt das System nach dem Namen der Datei, auf die die berechneten Kurvenparameter abgespeichert werden sollen (Abbildung 10). Der Name dieser Datei darf maximal 8 Zeichen enthalten und muß den Festlegungen von MS-DOS entsprechen. Die Dateierweiterung wird vom System automatisch vergeben. Ist eine Datei dieses Namens bereits vorhanden, so können weitere Ergebnisdatensätze an diese Datei angehängt werden.

2.4.5 Datenanalyse nach Fitts-Law

Mit Datenerfassung nach Fitts-Law wird auf eine ganz spezielle Diagnostikmethode Bezug genommen (siehe Halsband, 1985). Der Patient hat die Aufgabe, so schnell wie möglich von einem Startgebiet ausgehend einen Strich zu einem in der Entfernung vom Startgebiet variierenden Zielgebiet unterschiedlicher Breite zu ziehen und den Stift exakt im Zielgebiet vom Board abzuheben. Genauere Angaben u.a. zur diagnostischen Wertigkeit sind /1/ zu entnehmen. Bei nach /1/ empfohlenen 4 Entfernungen und 3 unterschiedlich breiten Zielgebieten mit n Wiederholungen einer Aufgabe mit gleicher Entfernung und Zielbreite aus statistischen Gründen sind

$$a = 4 * 3 * n$$

"Striche" vom Patienten zu ziehen und diese vom Programm zu erfassen. a wird automatisch als *Anzahl bei Serie* (siehe Abbildung 1) vom Programm eingetragen, wenn im *Erfassungsmode* die Analyse nach Fitts-Law gewählt worden ist.

Während der Erfassung wird der Versuchsleiter informiert, welche Bewegungsart als nächste durchzuführen ist. Nach jeder Bewegung muß er entscheiden, ob die Ausführung des "Striches" den Versuchsbedingungen nach Fitts-Law entsprochen hat. Nach a erfaßten Strichen wird die Erfassung beendet.

Die Reihenfolge von Entfernungen und Zielbreiten bei der Datenerfassung wird im Fenster „Versuchsplanung Fitts“ (Menü Parameter/Versuchsplanung Fitts) definiert (Abbildung 11).

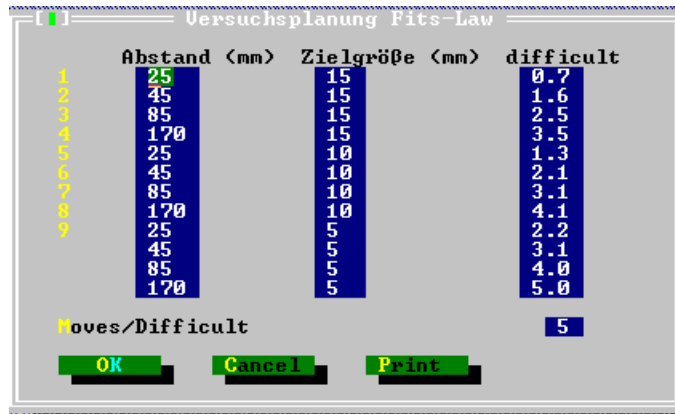


Abbildung 11. Versuchsplan nach Fitts Law

Bei Bedarf kann der Versuchsplan gedruckt werden. Der Versuchsleiter ist verantwortlich, daß dieser Plan bei der Datenerfassung eingehalten wird.

Die Analyse nach Fitts Law wird über das Menü Analysen/Fitts Law aktiviert. Benutzt werden die mit der Datenauswahl selektierten Datensätze. Entspricht der Datensatz den Bedingungen nach Fitts-Law, so beginnt die Auswertung. Das System vermisst jeden einzelnen Datensatz in Länge, Breite, Dauer und maximaler Geschwindigkeit, wobei Beginn und Ende der Bewegung durch den Parameter **Bewegung ab Geschwindigkeit** > im Fenster „Analyseparameter Fitts Law“ (Menü Analysen/ Analyseparameter Fitts Law) bestimmt werden. Empfohlen werden Werte von 5-20mm/s.

Die Ergebnisse werden auf dem Bildschirm gezeigt (Abbildung 12). Die Tabelle enthält den ID (Index of difficult), die Dauer der Bewegung (Time), die Breite (maximale X- minus minimale X-Koordinate) sowie die absolute Länge des Kurvenzuges. Dabei handelt es sich um Mittelwerte, bestimmt durch den Parameter *movements/difficult*. Weiter erscheint ein Koordinatensystem mit der Zeit als Ordinate und dem ID auf der Abszisse. Eingezeichnet sind die laut Tabelle in der Spalte Time ermittelten mittleren Zeiten der Bewegungen in den unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden. Die Regressionsgerade und deren Gleichung werden gezeigt. Die diagnostische Information liegt in der Steigung (Achronie) und in der Y-Verschiebung der Geraden (Verlangsamung der Bewegung).

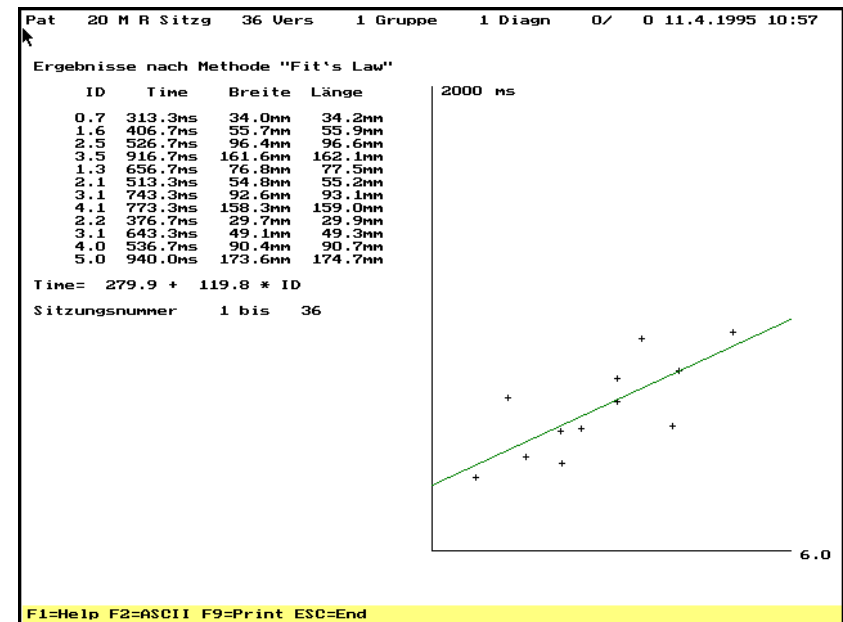


Abbildung 12. Analyse nach Fitts Law

Mit F2 werden die Analyseergebnisse gemeinsam mit Patienten- und Versuchsdaten auf eine ASCII-kompatible Datei gespeichert, die für die Auswertung z.B. mit Standard-Statistik-Software geeignet ist. Der Dateiname wird durch den Nutzer analog Abbildung 10 vorgegeben.

2.4.6 Analyse Autokinetischer Lichttest

Der Autokinetische Lichttest wird als spezielle Analyseverfahren bei Ammon (1982) beschrieben. Er wird in einem völlig abgedunkelten Raum durchgeführt. Vor dem Patienten befindet sich das Digitalisiertablett, in dessen Mitte eine fühlbare Marke angebracht wurde und auf dem eine Schablone liegt, die fühlbar die äußeren Grenzen des Digitalisiertabletts markiert. Weiter ist vor dem Patienten im definierten Abstand eine sehr kleine Lichtquelle (wenige mm Durchmesser) positioniert.

Der Patient hat die Aufgabe, Bewegungen, die diese Lichtquelle ausführt, mit dem Stift auf dem Pult nachzuvollziehen (Punkt nach links - Stift nach links usw.). Dem Patienten wird jedoch nicht mitgeteilt, daß in Wirklichkeit dieser Lichtpunkt fixiert ist und sich nicht bewegen kann. Die scheinbare Bewegung (Autokinese), die vom Patienten wahrgenommen und mit dem Stift auf dem Digitalisiertablett aufgezeichnet wird, enthält diagnostische Informationen.

Im allgemeinen handelt es sich um langsame Bewegungen, d.h. **Abtastfrequenzen** von 50Hz bzw. 25Hz sind ausreichend. Der autokinetische Lichttest dauert meist länger als 10 Minuten. Es sei beispielhaft der Datenanfall berechnet:

Bei 10 Minuten Erfassungszeit und 25Hz Abtastfrequenz sind

$$5\text{Byte} * 25\text{Hz} * 60\text{s} * 10 = 75000 \text{ Byte}$$

bei 50Hz **150000** Byte Daten zu erfassen und zu archivieren.

Die Datenerfassung unterscheidet sich nicht von der Erfassung einer Einzelkurve. Die **Abtastfrequenz** sollte wie bereits erwähnt 25Hz bzw. 50Hz betragen, die **Proximity** ist zu inaktivieren, die **akustische Rückmeldung** wird aktiviert und die **Erfassungsdauer** auf mindestens 10 Minuten gesetzt. Als **Erfassungsmode** wird AKL gewählt.

Es ist möglich, den Lichtpunkt für den Autokinetischen Lichttest über einen Monitor zu erzeugen, der sich vor dem Patienten befindet. Auf diese Verfahrensweise wird bei der Kalibrierung des Autokinetischen Lichttestes (siehe 2.5.6) näher eingegangen.

Die AKL-Analyse wird über das Menü Analysen/AKL aktiviert. Zuvor müssen mit der Datenauswahl die Datensätze selektiert werden. Die Auswahl der interessierenden Bewegungskurve erfolgt wie bei der interaktiven Datenanalyse. Die Daten werden gefiltert und differenziert.

Beim autokinetischen Lichttest wird das Digitalisiertablett in vier Quadranten

1	2
3	4

aufgeteilt. Von Interesse ist u.a. in welchem Bereich des Digitalisiertabletts die Versuchsperson bevorzugt Bewegungen mit dem Stift ausführt.

Weiter spielen **Haltepunkte** eine besondere Rolle. Haltepunkte sind Bewegungen, bei denen sich der Stift über eine minimale Zeit in einem Radius definierter Größe bewegt. Über das Fenster „Analyseparameter AKL“ (Menü Analyse/Analyseparameter AKL) ist es möglich, Dauer und Radius für bis zu fünf Haltepunktkriterien festzulegen. Um einen Haltepunkt zu definieren sind sowohl die Dauer als auch der Radius größer als Null zu setzen. Haltepunkte, bei denen Dauer oder/und Radius mit Null angegeben werden, werden nicht bei der Berechnung

berücksichtigt. Die definierten Haltepunkte werden in der Installationsdatei des Systems HAND archiviert.

Die Bewegungskurve wird anders als bei der interaktiven Analyse nicht nur im linken oberen Quadranten sondern auf dem gesamten Bildschirm gezeigt (Abbildung 13).

Die obere Zeile enthält Informationen wie bei der interaktiven Datenanalyse. Die untere Zeile bietet spezifische Analysemöglichkeiten.

F4=HP Berechnung der Haltepunkte

Dabei wird ein Algorithmus genutzt, bei dem ein Fenster über die Kurve "geschoben" wird, bis Kurvenabschnitte erkannt sind, die das Kriterium erfüllen. Wird ein solcher Kurvenabschnitt erkannt, wird versucht, diesen Abschnitt unter Beibehaltung des Haltepunktkriteriums zu erweitern, bis das Kriterium nicht mehr erfüllt wird. Auf die Kurve werden Kreise gesetzt, wobei der Kreismittelpunkt das Zentrum des Haltepunktes zeigt. Der Kreisradius ist ein Äquivalent zur detektierten Dauer des Haltepunktes, d.h. je größer der Kreis um so länger war das Haltepunktkriterium erfüllt.

F5=Res (Results) Parameterberechnung für quadrantenbezogene Analysen.

U.a. werden berechnet:

- die Aufenthaltsdauer,
- die Länge der Bewegungskurve,
- die Breite, Höhe und Spannweite der Kurve sowie
- der Abstand des am weitesten vom Mittelpunkt des Tablett entferntesten Kurvenabschnitts

F6=abs/rel Absolute/relative Darstellung der Bewegungskurve

Es kann zwischen absoluter und relativer Darstellung der Bewegungskurve umgeschaltet werden. Bei der absoluten Darstellung wird die Kurve in exakter Relation zu ihrer Entstehung auf dem Tablett gezeigt. Zusätzlich werden mit Hilfslinien die Quadranten auf dem

Tablett gekennzeichnet. Bei relativer Darstellung wird die Bewegungskurve in den Bildschirmausschnitt optimiert.

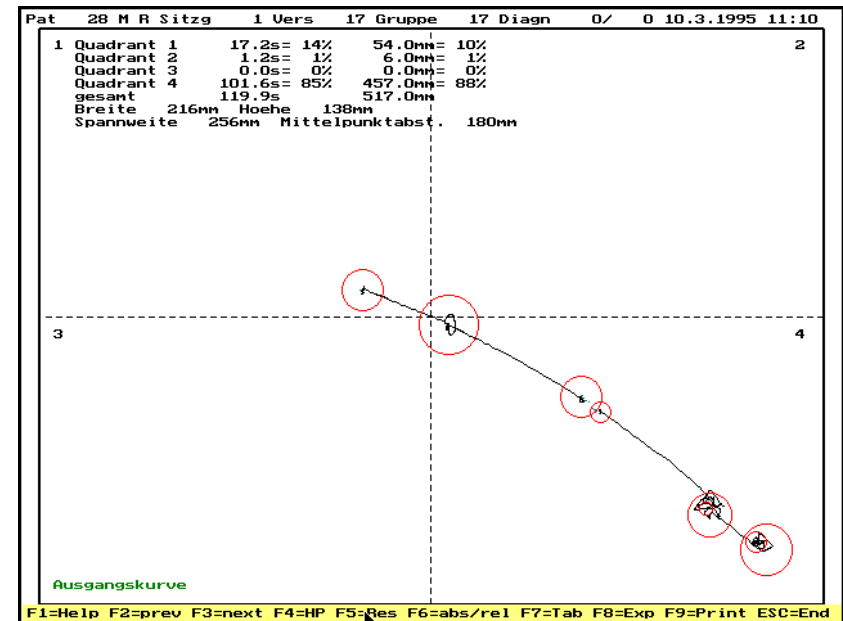


Abbildung 13. Analyse für den Autokinetischen Lichttest. Die Kreise zeigen die Haltepunkte. Im oberen Bildteil erscheinen quadrantenspezifische Informationen.

F8=Exp Export der berechneten Ergebnisse

Die Ergebnisparameter werden auf eine ASCII-kompatible Datei geschrieben. Die Datei trägt den Standardnamen LKT.HAN. Sie besitzt eine orthogonale Struktur und kann für weiterreichende statistische Berechnungen genutzt werden. Im ASCII-File erscheinen alle Ergebnisparameter, wie sie auch in der Druckliste enthalten sind mit

Ausnahme der Tabelle "Analyse Haltepunkte". Da die Anzahl der Haltepunkte nicht konstant ist, würde durch diese Tabelle die Orthogonalität der Datei gestört werden.

F7=Tab Tabelle

Eine Tabelle (Tabelle 1) erscheint und kann über F9 gedruckt werden.

Tabelle 1. Ergebnisliste Autokinetischer Lichttest

Pat.-Nr.	28	Fritz Müller	männlich
Alter	43 Jahre	Testhand	rechts
Testzeit:	10.3.1995	11:10	Uhr
Versuchsnr.	17	Gruppennr.	17 Sitzungsnr.
1			
Diagnose 1	0	Diagnose 2	0
Kommentar 1	AKL-Erfassung		
Kommentar 2			
Kriterium Haltepunkt 1: min. Dauer = 5s max. Radius = 10mm			

Analyse Haltepunkte			
Quadrant	Zentrum	Dauer	v max v mittel
vor HP			
1	8.2s	16.2s	2.5mm/s
2.1mm/s			
4	29.0s	23.6s	72.9mm/s
34.4mm/s			
4	49.8s	16.0s	160.4mm/s
68.8mm/s			

4	62.3s	8.8s	16.0mm/s
10.0mm/s			
4	69.9s	5.4s	204.0mm/s
118.1mm/s			
4	81.3s	17.2s	0.0mm/s
0.0mm/s			
4	100.5s	20.8s	103.1mm/s
77.7mm/s			
4	115.4s	8.8s	0.0mm/s
0.0mm/s			
Analyse Gesamtbewegung			
Grafische Parameter		Dynamische Parameter	
Länge:		51.7cm	
Ableitungszeit:		2min 0s	
Spannweite:		25.6cm	
204.0mm/s		v max:	
Max. Abstand Zentrum:		18.0cm	
ohne HP: 58.5mm/s		v mittel	
Höhe:		13.8cm	
incl HP: 4.4mm/s		v mittel	
Breite:		21.6cm	
gesamt 117.0s		HP-Dauer	
HP-Anzahl:		8	
mittel 14.6s		HP-Dauer	
Voth kurz (k):		121.3	
Voth lang (K):		1627.0	
Analyse Quadranten			

Quadrant 1		Quadrant 2	
Aufenthalt:	17.2s = 14%	Aufenthalt:	
1.2s = 1%			
Länge:	5.4cm= 10%	Länge:	
0.6cm= 1%			
HP-Anzahl	1	HP-Anzahl	
0			
HP-Dauer gesamt:	16.2s	HP-Dauer gesamt:	
0.0s			
HP-Dauer mittel:	16.2s	HP-Dauer mittel:	
0.0s			
Quadrant 3		Quadrant 4	
Aufenthalt:	0.0s = 0%	Aufenthalt:	
101.6s = 85%			
Länge:	0.0cm= 0%	Länge:	
45.7cm= 88%			
HP-Anzahl	0	HP-Anzahl	
7			
HP-Dauer gesamt:	0.0s	HP-Dauer gesamt:	
100.7s			
HP-Dauer mittel:	0.0s	HP-Dauer mittel:	
14.4s			

2.4.7 Analyse Kalibrierung Autokinetischer Lichttest

Neben der Durchführung und Analyse von AKL-Versuchen wurde das System HAND um eine Kalibrierfunktion für diesen Test erweitert. Dabei befindet sich vor dem Patienten im abgedunkeltem Raum keine fixe Lichtquelle sondern ein Computermonitor. Die Versuchsperson hat

die Aufgabe, die Bewegung eines Punktes, der auf dem Monitor gezeigt wird, auf dem Digitalisiertablett nachzuvollziehen.

Der Computermonitor wird von einem zweiten Rechner (Slave) angesteuert. Dieser Slave-Rechner ist mit dem Master-Rechner, an dem sich das Digitalisiertablett befindet, über den seriellen Kanal verbunden. Auf dem Slave-Rechner wird das Programm aklslave.exe gestartet, das nach Vorgabe der benutzten seriellen Schnittstelle (COM 1 oder 2) dem Patienten-Monitor dunkel schaltet und auf Befehle vom Master wartet. Während der AKL-Kalibrierung sendet der Master Befehle, welche Bilder bzw. Punkte und deren Bewegungen dem Patienten zu welchem Zeitpunkt gezeigt werden sollen.

Die Befehle befinden sich auf einer Steuerdatei, die nach bestimmten Regeln vom Nutzer erstellt wird (siehe Anlage 2). Der Namen dieser Steuerdatei wird getrennt für den AKL-Versuch und die AKL-Kalibrierung im Fenster „AKL-Parameter“ (Menü Parameter/AKL-Parameter) vorgegeben. Wird eine Datenerfassung von einer Steuerdatei kontrolliert, so sind die Festlegungen im Fenster Erfassungsparameter teilweise unwirksam. Der Nutzer muß sicher stellen, daß die maximal zur Verfügung stehende Erfassungszeit nicht überschritten wird. Ansonsten wird die Kalibrierung mit Fehlerhinweis abgebrochen. Weiter ist darauf zu achten, daß bei der Generierung einer Steuerdatei der absolute Stillstand des Punktes verhindert werden muß. Die Korrelationsanalyse würde hier ein undefiniertes Ergebnis liefern (Division durch 0). Tritt eine solche Situation auf, so wird der Korrelationsfaktor durch das System auf 0.0 gesetzt.

Die Bewegungskurven des Stiftes auf dem Tablett sowie des Punktes auf dem Monitor werden erfaßt, archiviert und analysiert. Berechnet werden unter anderen Korrelationsfaktoren zwischen der vorgegebenen Kurve auf dem Monitor und der vom Patienten erfaßten Kurve. Die Tabelle 2 zeigt einen Ergebnisausdruck. Die Sollkurve bestand dabei aus 3 Teilen, die einzeln analysiert werden.

Tabelle 2. Ergebnisliste Kalibrierung des Autokinetischen Lichttests

Kalibrierung Autokinetischer Lichttest		
Pat.-Nr.	28	Fritz Müller männlich
Alter	43 Jahre	Testhand rechts
Testzeit:	10.3.1995	11:29 Uhr
Versuchsnr.	17	Gruppennr. 17 Sitzungsnr. 3
Diagnose 1	0	Diagnose 2 0
Kommentar 1	AKL-Kalibrierung	
Kommentar 2		
Teil 1		
	Probandenkurve	
Vorgabekurve		
Gesamtlänge (mm)	357.0	356.0
v max	100.8	19.6
Korrelation in x	0.997	
Korrelation in y	0.993	
HP-Parameter: Dauer 5s Radius 10mm		
Anzahl HP	0	0
Gesamtdauer HP (s)	0.0	0.0
V mittel ohne HP	0.0	0.0
Teil 2		
	Probandenkurve	
Vorgabekurve		
Gesamtlänge (mm)	764.0	509.0

v max	139.4	2039.0
Korrelation in x	0.998	
Korrelation in y	0.941	
HP-Parameter: Dauer 5s Radius 10mm		
Anzahl HP	3	1
Gesamtdauer HP (s)	15.9	11.0
V mittel ohne HP	32.1	35.0
Teil 3		
	Probandenkurve	
Vorgabekurve		
Gesamtlänge (mm)	219.0	81.0
v max	137.9	2041.0
Korrelation in x	0.104	
Korrelation in y	0.111	
HP-Parameter: Dauer 5s Radius 10mm		
Anzahl HP	0	1
Gesamtdauer HP (s)	0.0	9.8
V mittel ohne HP	0.0	816.0

2.4.8 Analyse von Bewegungs- und Ruhephasen

HAND erlaubt spezifische Analysen, in denen die Ruhe- und Bewegungsphasen des Stiftes in einer Kurve vermessen werden. Solche Analysen sind für die parallele Beurteilung von motorischen und kognitiven Prozessen erforderlich. Vor einer Analyse muß die Stiftgeschwindigkeit festgelegt werden, bei deren Überschreiten die Bewegung als „nicht in Ruhe“ definiert wird. Empfohlen werden Geschwindigkeiten >20mm/s.

Im Ergebnis entsteht die Tabelle 3, die in jeder Zeile eine Ruhe- und eine Bewegungsphase dokumentiert. Am Anfang der Zeile steht eine laufende Nummer. Die letzte Zeile der Tabelle summiert die Ruhe- und Bewegungsphasen. Parallel werden die Ergebnisse auf ein ASCII-kompatibles File exportiert. Der Name dieser Datei muß vor der Analyse eingegeben werden. Der Tabellenkopf des Exportfiles entspricht dem bei der Automatischen Parameterberechnung (siehe 2.10). Die Summierung der Phasen entfällt. Jeder Ergebnissatz wird mit einer Leerzeile abgeschlossen. Es ist zu beachten, daß die Datensätze durch die unterschiedliche Anzahl von Ruhe- und Bewegungsphasen in einer Kurve nur bedingt orthogonal sind.

Tabelle 3. Ergebnisliste bei der Analyse von Bewegungs- und Ruhephasen

Analyse Ruhe und Bewegung			
Pat.Nr.=	1	VersNr.=	1
Gruppe =	1	LaufNr.=	5
17.4.1995			
LNr	Ruhe	Bewegung	
1	0.36	0.06	
2	0.63	0.05	
3	3.55	0.05	
4	1.57	0.00	
Summ	6.11	0.15	= 6.26 2.4% Ruhe

2.4.9 Analyse Pattern Draw

Bei einer Reihe von motorischen Tests hat der Proband/Patient die Aufgabe, mit einem Schreibstift eine vorgegebene Kurve nachzuzeichnen. Zumeist werden standardisierte Vorlagen benutzt. Anschließend erfolgt eine subjektive Auswertung, bei der geschätzt wird, wie oft und mit welcher Ausprägung vorgegebene Toleranzschläuche um die Kurve beim Zeichnen eingehalten bzw. überschritten wurden. Das System HAND objektiviert solche Untersuchungen durch eine exakte Vermessung der vom Probanden gezeichneten Kurve und den Vergleich mit der Vorlage.

Vor einem Versuch nach Pattern Draw muß die nachzuzeichnende Kurve in das System HAND importiert werden. Die Vorgehensweise wird im Abschnitt 2.7.5 beschrieben.

Wurde eine Datenerfassung nach Pattern Draw über den Menüpunkt Erfassung/Erfassungsparameter eingestellt, wird nach Eingabe der Patientendaten (siehe Abbildung 4) dazu aufgefordert die Vorlage auf dem Digitalisiertablett z.B. mit Klebestreifen zu fixieren. Jetzt muß das System HAND informiert werden, wo sich die Vorlage befindet. Dazu werden die im Abschnitt 2.7.5 beschriebenen beiden Marken nacheinander mit dem Stift des Digitalisiertabletts berührt. Gemessen wird in dem Augenblick, in dem der Stift vom Tablett abgehoben wird. Die Vorgabe muß exakt erfolgen und hat naturgemäß Einfluß auf die spätere Datenanalyse. Die Vorlage kann dabei beliebig auf das Pult gelegt werden. Sie kann sogar gedreht werden, solange sich die Marke 2 immer über und rechts von der Marke 1 befindet. Die Vorlage kann auch verkleinert oder vergrößert werden. Voraussetzung ist jedoch, daß die exakte lineare Beziehung zwischen den Punkten der Vorlagekurve und den Marken 1 und 2 nicht verändert wird. Wird eine Vorlage mehrfach verwendet, ohne daß sich ihre Position auf dem Digitalisiertablett verändert, so kann mit F10 auf die Vorgabe verzichtet werden. Die letzte Vorgabe wird dann verwendet.

Nachdem die Marken 1 und 2 definiert sind wird die Vorlage auf dem Bildschirm als grüne Linie gezeigt. Der Proband wird jetzt die Kurve nachzeichnen. Für die Erfassung gelten die Festlegungen entsprechend der Erfassung von **Einzelbewegungen** im Abschnitt 2.4. Hingewiesen sei auf die Einstellung des akustischen Feedbacks, die Wahl des Parameters Proximity und der Dauer der Datenerfassung. Im allgemeinen werden Abtastfrequenzen von 50 oder 100 Hz für das Pattern Draw ausreichend sein.

Der Wechsel einer Vorlage erfolgt über den Menüpunkt Parameter/import Pattern Draw (siehe 2.7.5) durch Eingabe des Dateinamens und Bestätigung mit OK. Mit dieser Bestätigung wird zugleich geprüft, ob der eingegebene Dateinamen zu einer Kurve nach Pattern Draw gehört.

Nach einer Datenerfassung wird mit F10 die erfaßte Kurve abgespeichert. Dabei gelten die Festlegungen für Dateinamen im System HAND (siehe 2.6). Zusätzlich werden jedoch weitere Dateien mit der Erweiterung .PDI (Pattern Draw Information) erzeugt, die u.a. Informationen enthalten, welche Vorlagen benutzt wurden und wo sich die Marken 1 und 2 bei der Datenerfassung befanden. Diese Informationen sind Voraussetzung für die spätere Analyse. Weiter ist auch das Datum der importierten Kurve vermerkt und wird überprüft. Damit wird zusätzlich ein eindeutiger Bezug von Bewegungsdaten und Vorlage sicher gestellt. Das bedeutet jedoch, daß eine importierte Vorlage nicht ein zweites Mal importiert und damit überschrieben werden darf! Ansonsten sind Analysen von Bewegungsdaten mit der zuvor benutzten Importdatei nicht mehr möglich!!! Die mittels Parameter/Pattern Draw importierten Kurven müssen sich immer in dem Verzeichnis befinden, in dem das Programm HAND.EXE liegt. Die Dateien *.PDI gehören immer in das Verzeichnis mit den Bewegungsdaten. Dies ist unbedingt zu beachten!

Für die Analyse nach Pattern Draw stehen spezielle Algorithmen zur Verfügung. Bestimmt wird, wie weit die Bewegungskurve von der Vorgabe abweicht. Dazu werden über das Menü Analyseparameter

Pattern Draw (siehe 2.5.6) Toleranzschläuche als Klassen für die Abweichung definiert. Variationen der Analyse werden gleichfalls in 2.5.6 beschrieben. Abbildung 14 zeigt beispielhaft die analysierte Kurve. Werden die vorgegebenen Toleranzbereiche überschritten, so sind diese Kurvenabschnitte farblich gekennzeichnet (grün, blau, rot).

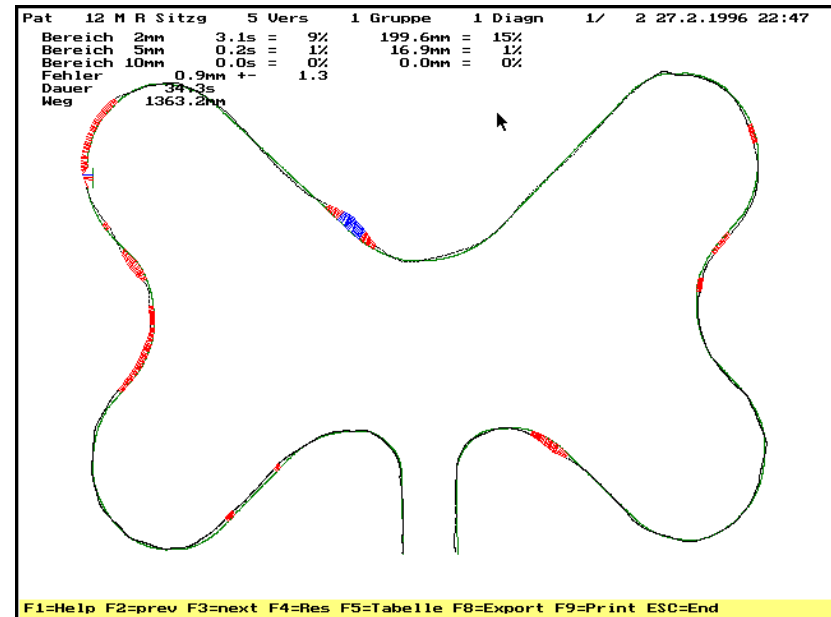


Abbildung 14. Analyse nach Pattern Draw.

Die Befehlszeile unten bietet spezifische Analysemöglichkeiten:

F4=Res Berechnungen

Die Kurve wird analysiert und die Ergebnisse werden auf dem Bildschirm gezeigt. Der Verlauf der Analyse kann auf dem Bildschirm verfolgt werden. Es sei hier auf die Variation von Analyseparametern hingewiesen (siehe 2.5.6).

F5=Tabelle Drucken einer Tabelle

Die Berechnungen werden als Tabelle gezeigt, die mit F9 ausgedruckt werden kann (siehe Tabelle 4).

F8=Export Ergebnisexport

Die Ergebnisse werden in ein orthogonales ASCII-kompatibles Datenfile exportiert.

F9=Print grafischer Ausdruck

Es wird eine hardcopy des Bildschirms erzeugt. Der Drucker muß zuvor eingestellt werden (siehe 2.7.7).

Tabelle 4. Ergebnisausdruck für Pattern Draw.

System HAND/ Pattern Draw

Weber Pat.-Nr. 12
Alter 43 Diagnosen 1/ 2
Vers.-Nr. 1 Gruppe 1 Kons. 5
Erfassung am 27.2.1996/22:47 Uhr
entgegen Uhrzeiger

Bereich 2mm	3.1s = 9.0%	199.6mm = 14.6%
Bereich 5mm	0.2s = 0.7%	16.9mm = 1.2%
Bereich 10mm	0.0s = 0.0%	0.0mm = 0.0%
Fehler 5.1mm +- 0.3		
Dauer 34.3s		
Weg 1363.2mm		

2.4.10 Export der Bewegungsdaten

Der Export der Bewegungsdaten erlaubt es, über die Analysemöglichkeiten des Systems HAND hinaus nutzerspezifische Auswertungen durchzuführen.

Zu Beginn fordert das System die Eingabe des Namens der Datei, auf die die Bewegungsdaten exportiert werden sollen. Zu entscheiden ist weiter, ob eine bereits vorhandene Datei überschrieben oder ergänzt werden soll. Danach werden die in der Datenselektion (siehe 2.5.1) definierten Datensätze exportiert. Zuvor werden die Daten entsprechend der Einstellungen in Analyse/Analyseparameter Filter (siehe 2.6.1) bearbeitet. Im Ergebnis entstehen Tabellen, deren Kopf den Festlegungen bei der Automatischen Parameterberechnung entspricht. Die nächste Zeile informiert, aus wieviel Koordinaten der Bewegungssatz besteht (Zeilen der Tabelle). Die Tabelle enthält

- in Spalte 1 die absolute x-Koordinate in mm,
- in Spalte 2 die absolute y-Koordinate in mm und
- in Spalte 3 die z-Koordinate (0..127 bei drucksensitivem Stift bzw. 0..1 bei Stiften mit einem Schalter)

Tabelle 5. Exportdatei Bewegungsdaten

1	1	1	1	0	1995	4	17	18
52	1 unterschiedlicher Größe							
Kommentar 2								
R	M	33	1	1				
8	(Abtastintervall in ms)							
759	(Anzahl der Koordinaten)							
232.5	171.8	72						
232.4	171.8	89						
232.4	171.8	105						
232.6	172.0	105						
233.0	172.2	127						
usw. (hier weitere 754 Zeilen)								

2.5 Analyseparameter

Die Datenanalyse wird über eine Reihe von Parametern gesteuert.

2.5.1 Analyseparameter Filter

Das Programm erlaubt die Nutzung verschiedener Routinen zur Glättung der erfaßten Bewegungsdaten. Diese Routinen benötigen je nach Komplexität unterschiedliche Bearbeitungszeiten.

Zur Verfügung stehen neben der Möglichkeit auf eine Filterung zu verzichten zwei Verfahren, die eine gleitende Mittelwertbildung über 3 bzw. 5 Werte benutzen. Diese Verfahren sollten verwendet werden, um im interaktiven Auswertemodus die Daten visuell zu begutachten bzw. zu editieren.

Für die exakte Parameterberechnung und die automatische Analyse sollte der transversale Filter mit sehr guten Filtereigenschaften genutzt werden.

Die Filterung verlängert sich zeitlich in folgender Reihenfolge der Verfahren:

- ohne Filter
- gleitender Mittelwert über 3 Werte
- gleitender Mittelwert über 5 Werte
- Filter mit definierter Frequenzcharakteristik (transversaler Filter)

Die Filter sind den Abtastfrequenzen zugeordnet.

2.5.2 Analyseparameter absolut

Bei der interaktiven Analyse (siehe 2.5.2) besteht die Möglichkeit, die graphische Darstellung relativ bzw. absolut zu gestalten. Die absolute Darstellung bietet Vorteile beim intra- und interindividuellen Vergleich der Kurven.

Die Endwerte für Abszisse und Ordinate für die Analyse im Zeit- und im Frequenzbereich werden definiert.

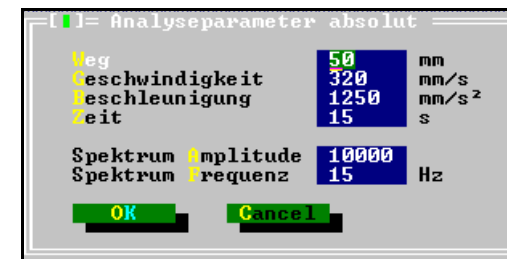


Abbildung 15. Analyseparameter absolut

2.5.3 Analyseparameter Peak

Auf die Berechnung von Peaks (Extremwerten) wurde bereits bei der interaktiven Analyse eingegangen (siehe 2.5.2.1). Dort wurde die Wirkung des *Linkintervalls* beschrieben. Die *Peakanzahl* legt fest, wieviele Extremwerte bei der Automatischen Analyse in die Exportdatei geschrieben werden sollen. Maximal sind 9 Extremas möglich. Wurden weniger Extremwerte erkannt, so werden die fehlenden Werte mit 0.0 aufgefüllt. Damit wird die Orthogonalität des Exportfiles gewährleistet.

2.5.4 Analyseparameter AKL

Die Haltepunktkriterien werden definiert. Bei der Beschreibung der AKL-Analyse (siehe 2.5.5) wurde bereits auf diese Parameter eingegangen.

2.5.5 Analyseparameter Fitts Law

Es wird die Geschwindigkeit definiert, bei deren Überschreiten eine Stiftbewegung als „Bewegung“ im Sinne der Analyse nach Fitts Law definiert ist (siehe 2.4.5).

2.5.6 Analyseparameter Pattern Draw

Für die Analyse nach Pattern Draw (siehe 2.4.9) werden „Toleranzschläuche“ um die Sollkurve gelegt. Die Abweichung der Bewegungskurve von der Sollkurve wird in 3 Klassen berechnet.

Wird der Parameter globale Suche inaktiviert ([]), dann erfolgt der Vergleich zwischen Ist- und Sollkurve kontinuierlich, gleitend und immer in Bezug auf einen kleinen Abschnitt der Sollkurve. Wird der Parameter aktiviert ([X]), dann wird in regelmäßigen Abständen die Istkurve mit der *gesamten Sollkurve* verglichen und die minimale

Entfernung für die weitere Analyse verwendet. Bei sehr großen Abweichungen der beiden Kurven wird eine erneute Eintaktung des Suchvorgangs ermöglicht.

Wird der Parameter „aufgesetzter Stift“ eingeschaltet ([X]), dann werden nur die Kurvenabschnitte analysiert, bei denen der Stift auf dem Board aufsitzt. Bewegungsabschnitte, in denen der Stift nicht aufsitzt, werden bei der Analyse nicht berücksichtigt. Dieser Parameter wird in der vorliegenden Version noch nicht benutzt.

2.6 Datenarchiv

Das System HAND unterstützt eine effektive Archivverwaltung durch die Definition von Datenarchiven. Es handelt sich dabei um Directories, in denen die Bewegungsdaten archiviert werden.

Ein Datenarchiv wird über das Menü *Archiv/Datenarchiv* gewählt. Es erscheint das Fenster „Archivverzeichnis“ (Abbildung 16).

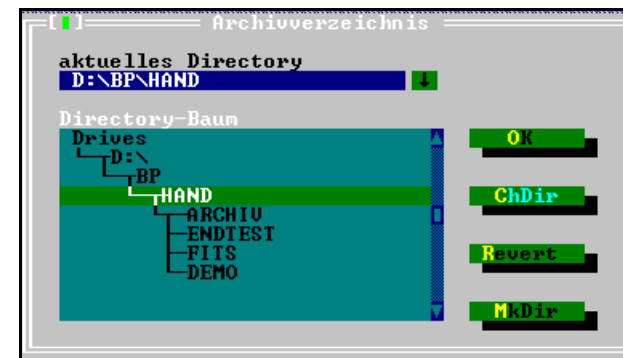


Abbildung 16. Einstellung eines Datenarchivs

Mittels *ChDir* (change Direktoary) kann zu einem beliebigen Direktoary gewechselt werden. *MkDir* (make Direktoary) erstellt ein neues Verzeichnis, das zuvor im Feld *Aktuelles Direktoary* eingegeben werden muß. Die Vorschriften von MS-DOS müssen dabei berücksichtigt werden. Mit *Ok* wird die Auswahl bestätigt. Alle weiteren Datenzugriffe bei der Erfassung und Analyse beziehen sich jetzt auf das im Feld *Aktuelles Direktoary* angegebene Verzeichnis. Das Datenarchiv erscheint zur Kontrolle in den Fenstern „Erfassungsparameter“ (Abbildung 2), „Auswahl Patient für nächste Erfassung“ (Abbildung 3) und „Erstdefinition von Patientendaten“ (Abbildung 4).

Es wurde bereits drauf hingewiesen, daß jede Datei PATxxxxx.HAN ein konsistenter, in sich geschlossener Datensatz ist, der Versuchsparameter, Versuchs- und Patientendaten sowie die Bewegungsdaten enthält. Somit kann eine solche Datei in ein anderes Archiv verschoben werden. Der Dateiname darf dabei nicht verändert werden. Neben den Archivdaten befindet sich in jedem Archiv eine sogenannte Indexdatei. Diese Indexdatei ist ein Inhaltsverzeichnis für alle in einem Archiv vorhandenen Bewegungsdaten. Bei einer Datenerfassung oder bei der Archivierung eines ROI (siehe 2.5.2.1) wird dieses Inhaltsverzeichnis automatisch ergänzt. Nach dem Umkopieren von Datensätzen muß diese Ergänzung vom Nutzer über eine *Neuindexierung* (Menü *Archiv/Neuindexierung*) veranlaßt werden.

Schließlich kann der *Druckerserver* aufgerufen werden (Menü *Archiv/Druckerserver*). Wurde im Fenster „Druckerparameter“ (siehe 2.8.5) der Druckerserver aktiviert, so werden alle zu druckenden grafischen Bilder auf eine Datei ausgelagert und können zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt (z.B. in der Nacht) ausgedruckt werden. Diesen Ausdruck veranlaßt der Druckerserver. Der Ausdruck von Textlisten wird nicht über den Druckerserver koordiniert.

2.7 Parameter

Im Rahmen der Installation des Systems sind eine Reihe von Anpassungen des Systems an die Hardware oder spezifische Intensionen des Nutzers vorzunehmen.

2.7.1 Programmparameter

Die allgemeinen *Programmparameter* organisieren die Wahl der Hintergrundfarbe im Grafikmode (schwarz, grau oder braun), der Systemsprache (im Moment wird nur die deutschsprachige Version ausgeliefert) sowie die Datenvorselektion. Die Wirkung der Datenvorselektion wurde bereits im Zusammenhang mit der Datenauswahl für die Analyse (siehe 2.5.1) beschrieben.

2.7.2 Boardtyp

Besonders sorgfältig muß das System an das vorhandene Digitalisiertablett angepaßt werden. Über das Menü *Parameter/Boardtyp* öffnet sich ein Fenster „Boardtyp“ (Abbildung 17), das die Einstellung des *Typs des Digitalisiertabletts* gestattet. Eine Reihe von Tablett werden direkt unterstützt. Die *Com-Nr.* legt fest, an welchem seriellen Port des Rechners das Digitalisiertablett angeschlossen ist.

Trotzdem kann es bei der Vielzahl vorhandener Digitalisiertabletts erforderlich werden, noch spezifischere Einstellungen vorzunehmen. Nach Betätigung des Schalters *Boardparameter* öffnet sich das Fenster „Boardparameter“ (Abbildung 17).

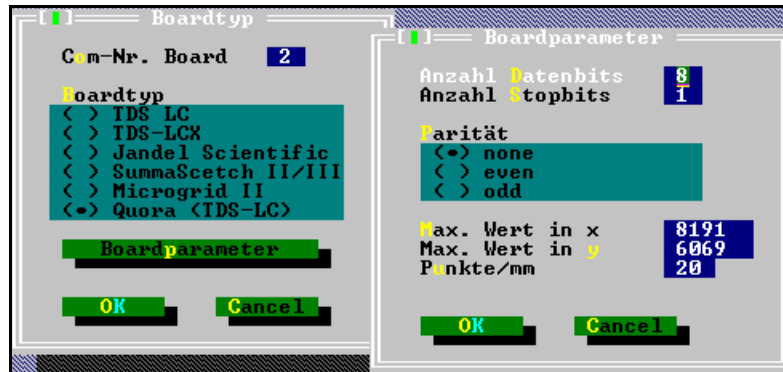


Abbildung 17. Die Fenster „Boardtyp“ und „Boardparameter“ stehen über das Menü Parameter/ Boardtyp zur Verfügung.

Die Parameter *Anzahl Datenbits*, *Anzahl Stopbits* und *Parität* betreffen das Format, mit dem das Digitalisiertablett und der Rechner Daten austauschen. Die *Punkte/mm* müssen der am Digitalisiertablett eingestellten Auflösung unbedingt entsprechen, um eine exakte Vermessung der erfaßten Kurven vornehmen zu können. Über das Menü Systemtest/ Datentransfer (siehe 2.9.1) können die *maximal möglichen Werte für x und y* ermittelt werden. Sie sollten mit den Angaben verglichen und gegebenenfalls korrigiert werden.

Es ist möglich, das Digitalisiertablett über eine Befehlsfolge, die vom Rechner mit dem Start des Systems HAND zum Digitalisiertablett gesendet wird, einzustellen. Soll diese Option genutzt werden, dann muß die Befehlsfolge in die Datei BOARDCON.HAN im Verzeichnis HAND eingetragen werden. Ist dies nicht erforderlich, dann ist die oben genannte Datei nicht vorhanden.

Spezifische Informationen zu den Datenprotokollen und zu Einstellungen der unterschiedlichen Digitalisiertabletts werden über die

kontextsensitive Hilfe F1 in den Fenstern „Boardtyp“ und „Boardparameter“ geliefert.

2.7.3 AKL-Parameter

Für die Datenerfassung entsprechend *AKL* bzw. *Kalibrierung AKL* kann ein zweiter Rechner verwendet werden, der sich vor dem Patienten befindet (Slave-PC). Zu diesem Rechner sendet der Master-PC (Rechner, an dem sich das Digitalisiertablett befindet) über den seriellen Kanal Daten. Nach dem Empfang dieser Daten veranlaßt der Slave-PC entsprechend einer Befehlsbeschreibung die Ausgabe von grafischen Elementen auf dem Bildschirm des Slave-PC (Patienten-Bildschirm).

Welche grafischen Elemente zu welcher Zeit erscheinen, wird in Steuerdateien festgelegt. Der *Name* dieser Steuerdatei für den AKL-Versuch bzw. für die AKL-Kalibrierung kann vorgegeben werden. Wird kein Dateiname angegeben, so ist der Transfer mit dem Slave-PC inaktiv. Zugleich wird über die *Com-Nr* bestimmt, an welchem seriellen Port des Masters der Slave-PC angeschlossen ist (weitere Informationen siehe 2.9.4).

2.7.4 Versuchsplanung Fitts Law

Auf den Versuchsplanen nach Fitts Law wurde bereits bei der Analyse Fitts Law eingegangen (siehe 2.4.5 und Abbildung 11).

2.7.5 Import Pattern Draw

Der Import von Vorlagen in das System HAND ist auf zweierlei Art und Weise möglich:

- über ein gescanntes bzw. gezeichnetes Bild (BMP-Format) oder
- durch Eingabe von Punktfolgen auf dem Digitalisiertablett.

Bei einem Import von Vorlagen in das System HAND wird die nachzuzeichnende Kurve in eine Punktfolge umgewandelt. HAND benutzt dazu ein internes Format. Die Qualität des Importes hat entscheidenden Anteil an der Genauigkeit der späteren Bewegungsmessung. Der Import muß deshalb sehr sorgfältig erfolgen. Es wird empfohlen, diese Aufgabe den Systementwicklern von HAND zu übertragen.

Besteht eine Vorlage aus einer „geschwungenen kontinuierlichen Kurve“, sollte der Import über eine Bitmap erfolgen. Dazu wird die Kurve mit einem Scanner abgetastet. Beim Scannen sollte eine möglichst hohe Auflösung gewählt werden. Die Anzahl der Punkte in x und y darf jedoch 2000 nicht überschreiten! Der Scanner muß auf „schwarz-weiß-Zeichnung“ eingestellt sein. Die Vorlage muß exakt rechtwinklig im Scanner liegen. Der Abstand zwischen Kurve und dem Rand des Bildes muß mindestens 4 Pixel breit sein. Der Beginn der Kurve muß speziell hervorgehoben werden. Das Bild wird im Windows-üblichem BMP-Format abgespeichert.

Nach dem Scannen sollte das Bild mit dem Programm Paintbrush (Windows) begutachtet werden. Bei Bedarf können manuelle Korrekturen vorgenommen werden. Das Bild muß in die Position gedreht werden, wie es später auch auf dem Pult benutzt werden soll. Der Hintergrund muß schwarz und die Kurve weiß sein. Das Bild wird unter einem definierten Dateinamen im BMP-Format gespeichert. Dieser Name wird beim Import der Kurve benötigt.

Der Import der Kurve in HAND erfolgt über den Menüpunkt Parameter/Pattern Draw Import. Der Name der Bitmap-Datei der Kurve ist einzugeben. Als Importmode muß „Bitmap“ gewählt werden. Nach Betätigung des Schalters „Import“ wird das Bild der Kurve aufgebaut. Danach ist zu entscheiden, von welcher Seite (von links, von rechts, von oben oder von unten) der Suchalgorithmus seine Arbeit beginnen soll. Die entsprechende Funktionstaste ist zu betätigen. Jetzt sucht das Programm den Anfang der Kurve. Er ist definiert als eine Linie, die mindestens 3 Pixel breit sein muß. Wurde eine solche Linie erkannt,

beginnt der Suchalgorithmus, sich in der Linie „vorwärts zu tasten“. Der Analysefortschritt kann durch den Aufbau einer grünen Linie in der vorgegebenen Kurve beobachtet werden. Der Prozeß ist beendet, wenn das Ende der Kurve erreicht ist oder wenn aus irgendeinem Grund eine Abbruchbedingung erfüllt ist. Wird die Kurve nicht bis zum Schluß erkannt, muß sie mit Paintbrush so verändert werden, daß der Suchalgorithmus sicher seinen Weg findet. Nachdem die Analyse mit F10 bestätigt wurde, wird zur Kontrolle die importierte Kurve gezeigt. Wird das Analyseergebnis erneut mit F10 bestätigt, wird die Kurve archiviert und kann im weiteren für den Pattern-Draw-Versuch benutzt werden.

Als nächsten muß die Vorlage aufbereitet werden. Dazu sind auf der Vorlage zwei Marken einzuzeichnen. Die Marke 1 befindet sich links unten und ist der Schnittpunkt von zwei rechtwinkligen Geraden, die die maximale Auslenkung der Kurve nach unten und nach links tangieren. Die Marke 2 befindet sich rechts oben und definiert die maximale Auslenkung der Kurve nach oben und rechts. Diese beiden Marken werden später im Versuch verwendet, um dem System zu übermitteln, wo sich die Vorlage befindet. Diese Vorlage ist jetzt der Standard für den Versuch. Das Urbild sollte sorgfältig aufbewahrt und nur zum Kopieren verwendet werden.

Erneut sei darauf hingewiesen, daß dieser Prozeß des Imports sehr sorgfältig durchgeführt werden muß. Es ist eine einmalige Tätigkeit, die wesentlich die Präzision der späteren Datenerfassung nach Pattern Draw bestimmt.

Die zweite Möglichkeit des Imports von Vorlagen wird empfohlen, wenn das zu zeichnende Bild aus mehreren Geraden besteht, die aufeinanderfolgend nachgezeichnet werden müssen. Dazu ist der Importmode „Points“ zu wählen. Dieser Mode ist zur Zeit im System noch nicht integriert. Trotzdem sei die Verfahrensweise bereits beschrieben.

Die Vorlage wird auf dem Digitalisieretablett fixiert und nacheinander werden in der Reihenfolge des geplanten Nachzeichnens die Punkte berührt. Das Ende der Erfassung wird mit der Taste F10 bestimmt. Zur

Kontrolle wird die importierte Kurve gezeigt. Erneut ist die Taste F10 zu drücken, damit die Kurve zukünftig unter dem vorgegebenem Namen benutzt werden kann.

Auch hier sind die Marken 1 und 2 entsprechend der oben geschilderten Verfahrensweise in die Vorlage einzuzeichnen. Das Urbild ist gut aufzubewahren.

Im Zusammenhang mit dem Import von Standard-Vorlagen in das System HAND sei darauf hingewiesen, daß der jeweilige Systemnutzer für die lizenzrechtliche Absicherung der Vorlagenverwendung selbst verantwortlich zeichnet. Mit dem Erwerb des Systems HAND ist nicht der Kauf von Vorlagen verbunden.

2.7.6 Auswahl/ Erstellung von Kollektionen nach Pattern Draw

Im allgemeinen sind bei einer Datenerfassung nach Pattern Draw mehrere Vorlagen auf einem Arbeitsblatt untergebracht. Eine solche Vorlage wird **Kollektion** genannt.

Nachdem die einzelnen Muster wie in 2.7.5 beschrieben importiert wurden, können sie jetzt zu einer Kollektion zusammengestellt werden. Zuerst muß die Kollektion vorbereitet werden. Die gewünschte Anzahl und Art von Mustern wird dazu auf ein Arbeitsblatt geklebt oder kopiert. Die Muster erhalten wie im Beispiel nach Abbildung 18 eine laufende Nummer. Maximal **10 Muster** können für **eine** Kollektion verwendet werden. Zum Schluß erhält die Kollektion zwei **globale Marken** (im Beispiel mit A und B bezeichnet) links unten und rechts oben. Diese Marken müssen am Rand des Arbeitsblattes soweit wie möglich außen

gesetzt werden. Hingewiesen sei auf weitere Marken (im Beispiel der Kreis mit den Marken C und D, siehe auch 2.7.5), die bei der Erstellung der Kollektion verwendet werden.

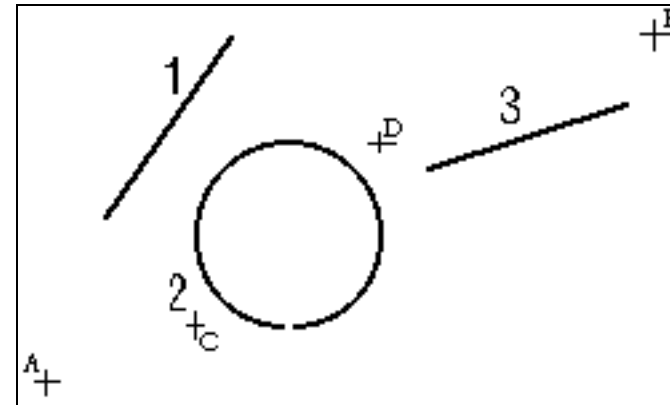


Abbildung 18. Beispiel für eine Kollektion nach Pattern Draw

Nachdem das Arbeitsblatt vorbereitet wurde, kann es jetzt über den Menüpunkt Parameter/ Pattern Draw Kollektion in das System HAND importiert werden.

Es erscheint ein Fenster „Pattern Draw Kollektion“, in das der Name der Kollektion (maximal 8 Zeichen) eingegeben wird. Die Kollektion wird später unter diesem Dateinamen mit der Erweiterung *.KOL gespeichert. Der Schalter „Kollektion erstellen“ ist zu betätigen. Es erscheint das Fenster „Kollektion definieren“.

Jetzt müssen die Dateinamen für die in der Kollektion verwendeten Muster eingegeben werden. Soll die Kollektion, wie im Beispiel, 3 Muster enthalten, so sind 3 Dateinamen einzugeben. Dann ist der Schalter „Kollektion erstellen“ zu betätigen. Im unteren Fensterteil erscheinen jetzt Hinweise zur weiteren Verfahrensweise. **Die folgenden Arbeiten müssen sehr exakt durchgeführt werden. Mit der Genauigkeit**

der Stiftpositionierung auf die Marken wird die Genauigkeit der Datenanalyse nach Pattern Draw bestimmt. Zuerst fordert das System dazu auf, das Arbeitsblatt auf dem Digitalisiertablett zu befestigen. Dann wird nach der Lage der **globalen Marken** (in Abbildung 18 die marken A und B) gefragt. Sie sind mit dem Stift des Digitalisiertabletts zu berühren. Beim Aufsetzen des Stiftes wird die Lage erfaßt. Dann wird die Position der einzelnen Muster der Kollektion erfragt. Bei den Mustern „Strich“ sind die Marken mit dem Beginn (links unten) und dem Ende (rechts oben) des Striches identisch. Für das Muster „Kreis“ werden im Beispiel die Marken C und D benutzt. Nachdem für alle Muster die Lage eingegeben wurde, informiert das System mit „fertig“ zur beendeten Erfassung einer Kollektion. Die Cancel Taste muß betätigt werden.

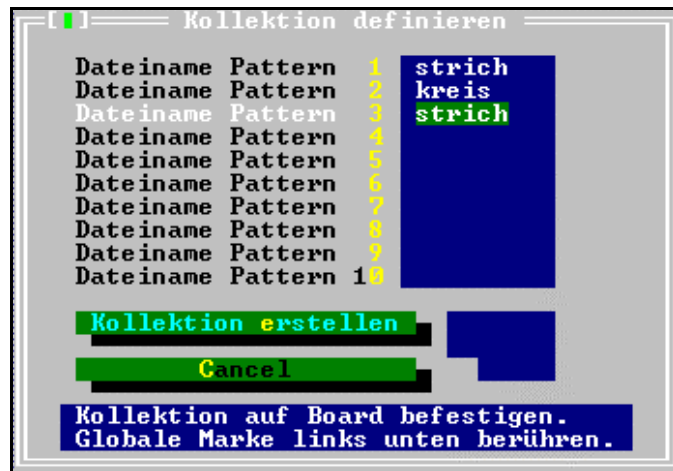


Abbildung 19. Definition einer Kollektion.

Es erscheint wieder das Fenster Pattern Draw Kollektion. Um die Kollektion für die Datenerfassung zu aktivieren, muß jetzt der Schalter „Kollektion benutzen“ gedrückt werden. Auf diesem Wege können auch mehrere Kollektionen unter verschiedenem Namen erstellt werden. Der

Dateiname der für die Erfassung gewünschter Kollektion ist einzugeben und der Schalter „Kollektion benutzen“ zu betätigen.

Der Name der aktuellen Kollektion erscheint zur Kontrolle im Fenster Erfassungsparameter (Abbildung 2) hinter der Option „Pattern Draw“.

Bei der Datenerfassung nach Pattern Draw fordert das System nach Eingabe der Patienten- und Versuchsdaten dazu auf, das Arbeitsblatt/ die Kollektion auf dem Digitalisiertablett zu befestigen. Danach wird nach den beiden globalen Marken gefragt. Sie sind exakt mit dem Stift des Digitalisiertablettes zu berühren. Beim Abheben des Stiftes wird die Lage erfaßt. Danach beginnt die Datenerfassung. Nacheinander wird zum Nachzeichnen der Muster auf dem Arbeitsblatt aufgefordert. Mit F10 wird die Erfassung bestätigt (die Daten werden gespeichert) und mit F2 kann ein Muster wiederholt werden. Nachdem alle Muster gezeichnet wurden, ist die Datenerfassung beendet.

2.7.7 Druckerparameter

Das System ist für eine Reihe von 9-Nadel-, 24-Nadel-, Tintenstrahler- und Laserdrucker vorbereitet wobei sich diese Einstellungen im wesentlichen auf die Ausgabe von grafischen Informationen beziehen. Die Druckerwahl erfolgt durch Anklicken des grünen Pfeiles neben dem Druckertyp. Es öffnet sich ein Scrollfenster. Der relevante Drucker wird mit Doppelklick selektiert. Falls der beim Nutzer vorhandene Drucker nicht in der Liste erscheint, sollte versucht werden, ob einer der angegebenen Drucker verwendet werden kann. Ist dies nicht möglich, so ist eine Rücksprache mit den Entwicklern erforderlich. Es können auch farbige Ausdrücke erzeugt werden.



Abbildung 20. Druckerparameter

Mit **Breite** und **Höhe** werden Faktoren gewählt, die die Anpassung des zu druckenden Bildes an die Möglichkeiten der Drucker erlauben. Im allgemeinen wird mit 1 ein kleines und mit 2 ein größeres Bild erzeugt. Nach der eingestellten Anzahl **Bilder/Seite** wird ein automatischer Seitenvorschub durchgeführt.

Da der Druck von grafischen Bildern erhebliche Zeit in Anspruch nehmen kann, wurde im System ein **Druckerserver** integriert. Bei Aktivierung dieses Servers werden bei der interaktiven Analyse die Bilder auf eine Datei abgelegt. Die Bilder werden dabei komprimiert. Zu einem späteren Zeitpunkt können die Bilder ausgedruckt werden (siehe 2.7). Weiter können anstatt eines Ausdruckes Dateien im TIFF-Format (**TIFF-Export**) erzeugt werden, die mit einer geeigneten Textverarbeitung direkt in Texte eingefügt werden können. Ist der **Ausdruck** aktiv, dann werden die Bilder sofort gedruckt.

2.7.8 Externe Triggerung

Für spezielle Diagnoseaufgaben besteht die Möglichkeit, die Datenerfassung mit externen medizintechnischen Geräten zu synchronisieren. Diesbezügliche Einstellungen werden im Fenster „Externe Triggerung“ vorgenommen.

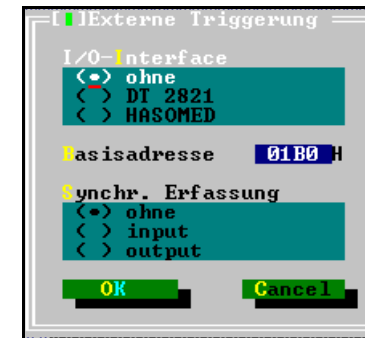


Abbildung 21. Externe Triggerung

Zwei **Synchronisationsarten** sind möglich:

- Im Mode **Output** wird der Beginn und das Ende einer Bewegung einem externen medizintechnischen Gerät übermittelt. Während der Datenerfassung liegt der TTL-Ausgang auf high.
- Im Mode **Input** wird der Beginn einer Datenerfassung durch das externe Gerät bestimmt. Die Datenerfassung beginnt, wenn high an den TTL-Eingang gelegt wird.

Voraussetzung ist, daß sich im Rechner ein Interface befindet, daß die Ein- bzw. Ausgabe von digitalen Signalen erlaubt. Das System HAND unterstützt zwei Interfacetypen:

- das ADC-Board DT2821 von DATA TRANSLATION (Digitalausgang 1/1, Digitaleingang 0/1) und
- ein spezielles Interface (Digitaleingang Port 1 Tor A/ Bit 0, Digitalausgang Port 1 Tor B/ Bit 0)

Neben der Wahl des Modes für die Synchronisation der Erfassung sind der benutzte Interfacetyp und die Basis-Adresse des Interfaces einzugeben. Beim Board DT2821 liegt die Standardadresse bei 240H. Beim speziellen Interface wird zumeist mit 1B0H gearbeitet.

Der Mode für die Synchronisation muß auf *ohne* gestellt werden, wenn keine Synchronisation der Datenerfassung mit externer Medizintechnik vorgesehen ist.

Die Wirksamkeit der digitalen Ein- bzw. Ausgänge kann mittels eines Funktionstestes überprüft werden (siehe 2.9.3).

ACHTUNG!!! Beim Einschalten des Rechners sowie beim ersten Programmstart des Systemteils HAND ist es möglich, daß der Digitalausgang undefinierte Zustände annehmen kann. Dies muß in jedem Fall bei der Versuchsanordnung berücksichtigt werden. Weiter sind die Forderungen für den Einsatz von Medizintechnik am Patienten und im speziellen der Kopplung von Geräten mit Medizintechnik zu beachten.

2.8 Systemtest

2.8.1 Test des Datentransfers

Die Testung der seriellen Schnittstelle erfolgt, indem der vom Digitalisiertablett gesendete Datenstrom in einzelnen Bytes und in der Koordinatenumrechnung gezeigt wird. Damit kann zugleich die Funktion des Digitalisiertabletts überprüft werden.

Der Datenstrom erscheint nach Aktivierung der Funktion zunächst unsynchronisiert. Der Stift muß sich dabei in der Proximity des Digitalisiertabletts befinden. Mit dem Drücken des Schalters **Synchronisation** wird der Datenstrom einmalig synchronisiert und die bei x-, y- und z-Koordinaten angegebenen Werte zeigen (bei

ordnungsgemäßer Einstellung und Funktion des Digitalisiertabletts) die reale Position des Stiftes auf dem Pult in Pixeln.

Falls keine Informationen auf dem Rechnerdisplay erscheinen, ist der serielle Transfer gestört. Die Verbindungsleitungen zwischen dem Digitalisiertablett und dem Rechner sind zu überprüfen. Es ist sicher zu stellen, daß das Digitalisiertablett an die Versorgungsspannung angeschlossen und eingeschaltet ist. Störungen können weiter auftreten, wenn das Digitalisiertablett nicht am richtigen seriellen Eingang des Computers (COM1 oder COM2 - siehe 2.8.2) angeschlossen ist. Die Übertragungsparameter der seriellen Schnittstelle (siehe Fenster „Boardparameter“) müssen mit denen des Digitalisiertabletts übereinstimmen. Wichtig ist weiter die richtige Wahl des Transferprotokolls, das mit dem *Typ des Digitalisiertabletts* eingestellt wird.

Weiterhin gestattet dieser Test die Bestimmung der maximalen Pixeldimension in x- und y-Richtung. Diese Werte müssen mit den Angaben *Max. Wert in x* bzw. *Max. Wert in y* im Fenster „Boardparameter“ übereinstimmen. Dazu wird der Stift langsam auf dem Tablett nach links bzw. nach oben bewegt, bis sich der Pixelwert nicht mehr vergrößert.

Sollten Probleme auftreten, so wird eine Konsultation mit den Entwicklern empfohlen.

2.8.2 Boardvermessung

Die Funktion Boardvermessung gestattet die Prüfung der Erfassungsgrenzen und die Bestimmung der Mitte des Digitalisiertabletts.

Weiter kann geprüft werden, ob die Umrechnung einer Bewegung in mm richtig erfolgt. Die Ergebnisse sollten mit einem Maßstab kontrolliert werden. Fehler sind möglich, wenn der bei den Boardparametern (siehe

2.8.2) eingegebene Wert *Punkte/mm* nicht der Einstellung am Digitalisiertablett entspricht.

2.8.3 Test externe Triggerung

Das Zusammenspiel von System HAND und externen medizintechnischen Geräten kann getestet werden. Wird im Fenster „Status Ext. Trigger“ der Schalter *Setze Output* betätigt, so wird der zugeordnete Ausgang auf high gesetzt. Erneutes Drücken setzt zurück auf low usw. Wird der Schalter *Setze Input* gedrückt, so wird mit high oder low der Status des digitalen Eingangs im Moment der Schalterbetätigung dokumentiert.

Voraussetzung für den erfolgreichen Test ist die korrekte Einstellung der Parameter im Fenster „Parameter Ext. Triggerung“ und natürlich das Vorhandensein einer die Triggerung unterstützenden Hardware.

2.8.4 Test Steuerdatei AKL

Nach Eingabe des Namens einer Steuerdatei wird der Inhalt dieser Datei zum Slave-PC geschickt. Dabei werden die zeitlichen Vorgaben eingehalten. Voraussetzung ist die exakte Einstellung der *Com-Nr Slave PC* im Fenster „AKL-Parameter“, der korrekte Anschluß des Slave-PC sowie die Installation und der vorherige Start des Programmes akslave.exe auf dem Slave-PC.

2.8.5 Struktur der Exportdatei

Die Struktur der Ergebnisdaten, die bei automatischer Analyse erzeugt werden, kann eingesehen bzw. ausgedruckt werden (Menü *Info/Struktur Exportdatei*). Sie ist die Basis für die Definition der Eingangsparameter in Statistikprogrammen wie SPSS oder SAS.

3 Schlußbetrachtungen

Die Entwicklung des Programmsystems AUGE/HAND begann 1988 und erfolgte unter dem speziellen Aspekt, ein Mittel für die Objektivierung der Diagnostik von Hand- und Augenbewegungen zur Verfügung zu stellen. Ursprünglich war es für den Einsatz in der Forschung vorgesehen. Darauf ist die per Konzept angestrebte interaktive Arbeitsweise mit dem Programm zurückzuführen.

Der Nutzer muß sich intensiv mit allen berechneten Daten auseinandersetzen und deren Bedeutung kennen. Er muß für eine effiziente Anwendung die verwendeten Algorithmen in ihrer Wirkung verstehen und bewußt einsetzen.

In der Zwischenzeit wird das System über den Forschungsansatz hinaus bereits für die Diagnostik und den Nachweis von Therapieeffekten eingesetzt. Es wird aktuell daran gearbeitet, Normwerte zu involvieren und das System zu vereinfachen, so daß es zukünftig für den Routineinsatz noch besser geeignet ist.

Hinweise zur weiteren Systemgestaltung bitten die Entwickler an folgende Adressen zu richten:

Matthias Weber
Wahlitzer Weg 1a
D-39291 Nedlitz
Tel.: 039224-449

Priv.Doz. Dr. Volker Hömberg
Neurologisches Therapiezentrum gemGmbH
Institut an der Universität Düsseldorf
Hohensandweg 37
40591 Düsseldorf
Tel. 0211 (Düsseldorf) 7816-0

Weiter sei darauf verwiesen, daß die Lizenzen für die Funktionalitäten des AKL vom Neurologischen Therapiezentrum Burgau, Dr.Friedl Straße 1, 89331 Burgau, Tel. 08222-404-0 verwaltet werden. Ansprechpartner ist Herr Dipl. Psychologe Peschke.

4 Literatur

Die folgende Übersicht enthält u.a. Arbeiten, in denen das System HAND als Basismethode zum Einsatz kommt.

Ammon,G. (1982): *Handbuch der Dynamischen Psychiatrie*. Ernst Reinhardt Verlag, München Basel, Untersuchungen mit dem autokinetischen Phänomen, S.613-631

Ammon,G., Burbiel,I., Peschke,V. (1988): Autokinese und Hemisphärität - eine Pilot-Studie mit Patienten der Dynamisch-Psychiatrischen Klinik Mengerschwaike. *Dyn. Psychiat.* (21) S.43-71

Halsband,U., Hömberg,V. & Lange,H.J. (1989): Slowing of different types of voluntary movements in extrapyramidal disease: Fitt's law and ideographic writing. in Berardelli A. (ed.): *Motor Disturbances II*, Plenum Press.

Hoffmann,H. (1994). Der Einfluß eines multimodalen Imagery Trainings auf einen feinmotorischen Lernprozeß, unveröffentlichte *Diplomarbeit* an der Heinrich Heine Universität Düsseldorf

Nagel,D. (1993). Der Einfluß eines aufgabenrelevanten Imagery Trainings auf das Erlernen des Schreibens von Ideogrammen. unveröffentlichte *Diplomarbeit* an der Heinrich Heine Universität Düsseldorf

Peschke,V., Weber,P. (1992): Die computergestützte Durchführung und Auswertung des autokinetischen Lichttests - Vorstellung des AKL-PC. *Dyn.Psychiat.* (25), S.288-305

Seitz,R.J., Canavan,A.G.M., Yágüez, L., Herzog,H., Tellmann, L.,Knorr,U., Huang,Y. & Hömberg,V. (1994). Successive roles of the

cerebellum and premotor cortices in trajektorial learning. *Neuro Report* 5, 2541-2544.

Stephan,K.M., Weber,P., Hömberg,V. (1991): Feinmotorische Störungen bei latenter Hemiparese. in Mauritz & Hömberg,V. (Hrsg), *Neurologische Rehabilitation I*, Verlag Hans Huber, Bern Göttingen Toronto, S. 90-94

Stephan,K.M., Behmenburg,C., Hömberg,V.: Assesment of fine motor control in patients with extrapyramidal and pyramidal lesions. in *Movement Disorder*, Vol. 7, Supl. 1, S.114.

Suchan,B., Weber.P., Hömberg,V. (in Vorbereitung). Der Trailmaking Test: Unterscheidung von motorischen und kognitiven Komponenten

Suchan,B., Vanavan,A.G.M., Wist,E.R., Hömberg,V. (1995). Trajektoriell lernen: Interferenz motorischer Programme. 7. Jahrestagung der DGNR in München (Poster).

Weber,P., Hömberg,V. (1991): HAND - Programm zur quantitativen Erfassung von Parametern der Schreibmotorik. in Mauritz & Hömberg,V. (Hrsg), *Neurologische Rehabilitation I*, Verlag Hans Huber, Bern Göttingen Toronto, S. 86-89

Weber,P., Hömberg,V. (1991): HAND - ein Programm zur quantitativen Erfassung der Schreibmotorik. *Software Kurier* (1991) 4; S. 122-129

Weber,P., Hofmann,H., Hömberg,V., Canavan,T. (1992): Objektivierung der Diagnostik von Augen- und Handbewegungen mit dem System AUGe/HAND. in Mauritz & Hömberg,V. (Hrsg), *Neurologische Rehabilitation 2*, Verlag Hans Huber Bern Göttingen Toronto, S. 1-13

Yágüez, L., Nagel,D., Canavan,A.G.M. & Hömberg,V. (1994). Trajektoriell lernen durch mentales Training. in Scholte,H.-Ch., Strupler,A., Freund,H.J., Hefter,H., Schumann,N.P. (ed.) *Motodiagnostik Motherapie II*

HAND

Am Neurologischen Therapiezentrum an der Heinrich Heine Universität
Düsseldorf (Ärztlicher Direktor PD Dr.V.Hömberg) wird das System
HAND zur Zeit (September 1995) bei 3 *Dissertationen* benutzt.

Anlage 1

Bedienung der Eingabefenster

Allgemeines

Das Programm wurde in Fenstertechnik erstellt. Alle Ein- und Ausgaben erfolgen in diesen Fenstern. Die Oberfläche folgt den Festlegungen des SAA-Standards, die vielen Nutzern durch MS-Windows bekannt sein wird. Die Bedienung ist sowohl mit der Tastatur als auch mit der Maus möglich.

An jeder Stelle des Programms steht mittels Funktionstaste F1 eine kontextsensitive Hilfe zur Verfügung. Hilfefenster sind in Ihrer Größe veränderbar. F5 (Zoom) vergrößert das Hilfe-Fenster. Erneutes F5 führt zur Ursprungsgröße zurück. Ein Klick mit der Maus auf das Symbol „Pfeil nach oben“ im Titel-Balken erfüllt den selben Zweck.

Ein Fenster kann verschoben werden, indem der Mauscursor auf den oberen Fensterrand positioniert und die rechte Maustaste gedrückt wird.

Alle Menüfunktionen, Schalter und Felder sind per „Hotkey“ aktivierbar bzw. selektierbar. Dazu wird ein Buchstabe der Bezeichnung andersfarbig (zumeist gelb) gezeigt. Wird die Alt-Taste und zugleich die entsprechende Buchstabentaste gedrückt, wird das zugeordnete Feld aktiviert.

Eingaben

In einem Fenster befinden sich zumeist Eingabefelder.

Es werden 5 verschiedene Feldarten unterschieden

- alphanumerisches Eingabefeld,
- Radio-Button,
- Push-Button,
- Scroll-Feld und
- Schalter.

Jedes Feld besteht aus einer Beschriftung (Bezeichnung) und dem eigentlichen Eingabefeld. Von Eingabefeld zu Eingabefeld wird mit der TAB- (vorwärts) oder SHIFT-TAB-Taste (rückwärts) geschaltet. Eine andere Möglichkeit, zu einem gewünschten Eingabefeld zu gelangen, ist wieder die Benutzung der ALT-Taste in Verbindung mit dem Buchstaben, der in der Beschriftung des Feldes hervorgehoben ist. Am elegantesten ist das Anklicken der Feldbeschriftung oder des Eingabefeldes mit der Maus (linke Maustaste).

Die Eingabe in einem Eingabefeld wird **nicht mit ENTER abgeschlossen**, sondern durch das **Schalten von Feld zu Feld mit der TAB-Taste**.

Alphanumerisches Eingabefeld

Alphanumerische Eingabefelder für Zahlen bzw. Buchstaben sind blau gekennzeichnet. Ein Eingabefeld ist aktiv, wenn in ihm ein blinkender Cursor zu sehen ist.

Wenn mit TAB oder durch Anklicken der Feldbezeichnung mit der Maus zu einem Eingabefeld geschaltet wird, ist eine eventuell schon vorhandene Eingabe mit grünem Hintergrund zu sehen. Die Vorgabe bleibt bestehen und kann geändert werden, wenn als erste Taste eine Cursor-Taste benutzt wird. Wird zuerst eine andere Taste gedrückt, wird die Vorgabe gelöscht und die Daten sind neu einzugeben.

Das Eingabefeld kann mit der INSERT-Taste (Einf.) zwischen den Modi "einfügen" (Cursor ist blinkender Unterstrich) und "überschreiben" (Cursor ist blinkendes Kästchen) umgeschaltet werden.

Eingabefelder sind in ihrer Länge beschränkt. Ist das Eingabefeld voll, sind im Modus "einfügen" keine Eingaben mehr möglich. Dann muß ein Zeichen mit DELETE oder BACKSPACE gelöscht werden. Einfacher ist es in einem solchen Fall, mit der INSERT-Taste auf den Eingabemodus "überschreiben" umzuschalten.

Zumeist erfolgt bereits bei der Eingabe eine Sinnfähigkeitskontrolle.

Radio-Buttons

Radio Buttons erlauben die Aktivierung **einer** Eigenschaft **aus einer Menge** von Eigenschaften. Die Auswahl erfolgt durch Verschieben der blauene Markierung der aktuellen Eigenschaft mit den Kursortasten oder durch Anklicken mit der Maus. Die aktivierte Eigenschaft ist mit einem Punkt zwischen den runden Klammern gekennzeichnet.

Push-Buttons

Push-Buttons gestatten die Aktivierung einer Eigenschaft ohne die Auswahlmöglichkeit des Radio-Buttons. Die Aktivierung erfolgt durch Betätigen der LEERTASTE oder durch Anklicken mit der Maus. Die Aktivierung wird mit [X] signalisiert. Inaktivierung wird durch ein fehlendes Kreuz zwischen den eckige Klammern verdeutlicht.

Scroll-Feld

Scroll- oder Auswahlfelder bestehen aus drei Teilen: einer Bezeichnung, dem eigentlichen Feld mit den Einträgen und einem Scroll-Balken.

Enthält das Scroll-Feld Einträge, wird der aktuelle Eintrag mit einer blauen Hintergrundfarbe markiert. Diese Markierung kann mit den Cursor-Tasten von Eintrag zu Eintrag bewegt werden.

Die Liste der Einträge kann größer sein, als der zur Verfügung stehende Raum im Fenster. Das heißt, daß nicht alle Einträge sichtbar sein müssen. In diesem Fall zeigt der Punkt im vertikalen Scroll-Balken die Position des aktuellen Eintrags in der Liste an. Wird die Maus benutzt, kann durch „ziehen“ des Punktes im Scroll-Balken der Inhalt des Auswahlfensters gescrollt werden.

Die eigentliche Auswahl eines Eintrages aus der Liste erfolgt durch Drücken der LEERTASTE für den markierten Eintrag oder durch Mausclick auf einen Eintrag.

Schalter und Bestätigung von Eingaben

Wurden alle in einem Fenster erforderlichen Eingaben vorgenommen oder wurde eine Information in einem Fenster zur Kenntnis genommen, kann es geschlossen werden. Dazu befinden sich im Fenster Schalter (grüne, beschriftete Felder mit schwarzem Schatten).

Die Aktivierung einer Schalterfunktion erfolgt mit der ENTER-Taste. Bei Fenstern mit mehreren Schaltern, ist der mit ENTER verbundene Schalter mit hellblauer Schrift gekennzeichnet. Alle anderen Schalter sind schwarz beschriftet. Ein Schalter wird selektiert, indem die TAB- oder SHIFT-TAB-Taste so oft gedrückt wird, bis die Beschriftung des gewünschten Schalters weiß erscheint. Der Schalter kann auch durch Drücken der Tastenkombination ALT-Buchstabe betätigt werden. Mit der Maus ist der gewünschte Schalter lediglich anzuklicken.

Wird der OK-Schalter betätigt, werden die Eingaben in einem Fenster abgeschlossen. Die eingegebenen Werte werden bestätigt und in das Programm übernommen.

Wird der Cancel-Schalter benutzt, werden alle Eingaben in einem Fenster rückgängig gemacht und das Fenster wird geschlossen. Es werden die Werte belassen, die beim Öffnen des Fensters aktiv waren. Die gleiche Wirkung hat die Escape-Taste oder Alt-F3 sowie ein Mausklick auf das Symbol „Kasten“ am oberen linken Fensterrand.

Anlage 2

Steuerdatei für die AKL-Kalibrierung

Bei der Kalibrierung des Autokinetischen Lichttestes und bei Bedarf auch für den Autokinetischen Lichttest selbst wird eine Steuerdatei verwendet, die vom Master-PC gelesen und schrittweise seriell zum Slave-PC transferiert wird. Der Slave-PC wird veranlaßt, bestimmte Zeichen und Bewegungsabläufe auf seinem Monitor, der vor dem Patienten positioniert ist, zu erzeugen. Zugleich entnimmt der Master-PC aus der Datei Informationen, die die Datenerfassung steuern.

Die Steuerdatei enthält Befehle, die zumeist auf mehrere Zeilen verteilt sind, und zwischengeschalteten Kommentaren, die den Nutzer helfen sollen, die Übersicht in der Steuerdatei zu behalten. Zeilen, die Kommentare enthalten, beginnen immer mit dem Zeichen ";". Sie sind für die Kommunikation ohne Bedeutung, Kommentarzeilen dürfen jedoch nur vor oder nach einem Befehl stehen. Der Befehl mit seinen Befehlsparametern darf nicht durch Kommentarseiten oder andere Informationen unterbrochen werden!

Der Befehl besteht immer aus einem Befehlswort und zumeist aus diesem Wort folgenden Parametern, die den Befehl spezifizieren. Jeder Befehl sowie die Parameter befinden sich auf einer separaten Zeile.

Zur Generierung der Steuerdatei kann der DOS-Editor edit oder ein anderer Editor verwendet werden, der keine Steuerzeichen generiert. Bei edit lautet der Aufruf bei Nutzung der mitgelieferten Beispieldatei AKLKAL1.TXT unter DOS wie folgt:

```
edit akllal1.txt
```

Vor dem Verlassen des Editors muß der geänderte Text abgespeichert werden!

Beschreibung der Befehle

Allgemeines:

- alle Zeiten werden in Sekunden angegeben
- alle Koordinaten x und y werden in Prozent (0..100) vorgegeben. Die maximale Bildschirmdimension in x und y ist dabei 100:
Es bedeuten
in x 0 = linker Bildschirmrand
in x 100 = rechter Bildschirmrand
in y 0 = oberer Bildschirmrand
in y 100 = unterer Bildschirmrand

Gruppe A) Voreinstellungen

Diese Befehlsgruppe erzeugt keine Aktionen auf dem Display des Slave-PC, sondern setzt Voreinstellungen, die durch die folgenden Befehle genutzt werden.

- size: Festlegung der Größe des sich bewegenden Punktes in Pixel. Der Punkt erscheint als Quadrat
- color: Farbe des Punktes. 16 Farben sind möglich (Parameter 0 bis 15). Die Farbe 0 entspricht der Farbe des Hintergrundes (der Punkt verschwindet vom Display). Die Farbe 15 entspricht weiß.
- background: Helligkeit des Hintergrundes. 0 entspricht schwarz. Mit steigendem Wert wird der Hintergrund heller
- setcomment: Es wird definiert, an welcher Stelle (x und y) und in welcher Schriftgröße ein mit dem Befehl comment spezifizierter Befehl erscheint. Die Schriftgröße 1 stellt die kleinste Schrift.
- setline: Die Dicke aller gezeigten Linien wird definiert. Es sind lediglich die Parameter 1 (dünn) und 2 (dick) möglich. Die Festlegung der Linienstärke beeinflußt die Darstellung der Befehle square, line und circle

Gruppe B) Punktbewegungen

- **pospoint:** Der Punkt wird an der Position x, y auf dem Bildschirm gezeigt und verharrt dort bewegungslos. Punktfarbe und Punktgröße werden durch vorhergehende Befehle color und size festgelegt.
- **move:** Der Punkt wird von seiner bisherigen Position (bestimmt durch pospoint oder einem vorhergehenden move) in time Sekunden zur neuen Position x, y mit konstanter Geschwindigkeit bewegt.

Gruppe C) Zusatzfunktionen

- **delay:** Es wird time Sekunden gewartet
- **sound:** Für time Sekunden wird ein Ton mit der angegebenen Frequenz über den Computerlautsprecher des Slave-PC erzeugt (Frequenz zwischen 500 und 4000Hz wird empfohlen)
- **clear:** Löschen des Bildschirms.
- **square:** Auf dem Bildschirm erscheint mit dem Mittelpunkt (Kreuzung der Diagonalen) bei x und y ein Quadrat mit der Seitenlänge size (size wird in Prozent auf die X-Dimension des Bildschirms normiert). Die Farbe des Quadrates wird durch den letzten vorhergehenden Befehl color bestimmt.
- **comment:** An der mit setcomment definierten Position erscheint der vorgegebene Text. Der Text darf maximal 80 Zeichen lang sein. Sind mehrere Textzeilen erforderlich, so muß mehrmals hintereinander setcomment und comment folgen. Die Farbe des Textes wird durch den letzten vorhergehenden Befehl color bestimmt.
- **line:** Eine Linie von x1, y1 nach x2, y2 wird gezogen
- **circle:** Ein Kreis mit dem Mittelpunkt x, y und dem Radius r wird erzeugt.

Gruppe D) Steuerung der Datenerfassung

- **start:** Die Datenerfassung (Erfassung der Bewegungskordinaten des Stiftes) beginnt.

- **stop:** Die Datenerfassung wird beendet. Es können in einer Steuerdatei start und stop mehrfach erscheinen. Damit werden die Bereiche definiert, die später einer separaten Auswertung in Bezug auf das Bewegungsmuster des Displays unterzogen werden sollen.

Gruppe E) Ende der Kommunikation

- **eocomm:** Der Slave-PC beendet seine Arbeit. Der Befehl ist nicht unbedingt erforderlich. Der Abbruch des Steuerprogramms auf dem Slave-PC kann an definierten Stellen auch mittels der Esc-Taste am Slave-PC erfolgen.
- **eokalib:** Ende einer Kalibration zur Steuerung der Datenerfassung. Der Slave-PC verbleibt weiter im Bereitschaftsmodus, um die nächsten Steuerzeichen zu empfangen und zu interpretieren.

Befehlsübersicht:

Steuerung des Displays

Befehlsname	Param.-Anzahl	Parameter 1	Par 2	Par 3	Par 4
size	1	size			
color	1	color			
background	1	color			
setcomment	3	x		y	size
pospoint	2	x		y	
move	3	x			time
delay	1	time			
sound	2	Frequ		time	
clear	0				
square	3	x		y	size in x
comment	1	Text(80 Zeichen lang!)			
setline	1	Dicke			
line	4	x1		y1	x2 y2

circle 3 x y Radius

Steuerung der Datenerfassung

start registrierenden	0	muß vor der ersten zu Bewegung eines Bewegungsteils
gesetzt werden stop interessierenden	0	muß nach der letzten Bewegung eines Bewegungsteils
gesetzt werden eokalib	0	End of Kalibration
eoco	0	End of Communication

Zwischen den Befehlen start und stop sind alle Befehle erlaubt mit Ausnahme der Befehle sound, eokali und eocomm.

ACHTUNG! Die Erstellung der Steuerdatei muß sehr sorgfältig erfolgen. Das Steuerprogramm führt nur bedingt eine Fehleranalyse durch.

Als Beispiel für eine Steuerdatei dient die mit dem System HAND ausgelieferte Datei AKLKAL1.TXT.