

Mit dem Programm *Ave_EEG.Pro* können digitalisierte EEG-Signale (evoked potentials), deren Daten in einer strukturierten Textdatei vorliegen, in unterschiedlicher Weise gemittelt werden und als PostScript-Grafik [2] ausgegeben werden.

Der Ablauf der Berechnungen kann durch eine Menüsteuerung sowie durch Angabe von Keywords modifiziert werden. Die Ergebnisse werden für eine Weiterverarbeitung (z. B. für Wavelet-Analysen) als Textdatei ausgegeben.

Das Programm steht im Internet zur Verfügung. Diese Beschreibung gibt den Stand des Programms in der Version V 02.16 (= V 2.0 – Edit 16) wieder. Es wurde von der Abt. Wiss. Datenverarbeitung auf der Basis des Programms »plot122.pro;1« (Stand: 3.2.1992) von A. W. Przybyszewski in der „Interactive Data Language“ IDL [1] angefertigt. [Projekt C92 249].

Gegenüber der V 1.0 ist das Programm *Ave_EEG.Pro* erheblich erweitert wor-

den, u. a. um die Berechnung der Mittelwerte aus zufallsausgewählten Stichproben („Random Shuffling“) sowie um die Berechnung der „Grand Averages“. Außerdem wurde eine vollständige Implementation aller Fehler-Berechnungen mit Dateiausgabe in einer verbesserten Struktur und eine Umstrukturierung mit Fehlererkennung vorgenommen sowie die Option des direkten PostScript-Drucks der Plots neu eingeführt.

1. Beschreibung:

Das Programm besteht aus folgenden Teilen, die über das *Hauptmenü* per Mausklick aktiviert werden. Dem Benutzer werden dann vom Programm Fragen bezüglich der in den Berechnungen zu verwendenden Parametern gestellt.

- »*Read EEG data file*« — Die EEG-Daten werden eingelesen (siehe Punkt 5). Zur Kontrolle werden auf dem Bildschirm die Kurznamen der einzelnen Potentiale ausgegeben. Diese werden auch in der bei jeder IDL-Sitzung [3] automatisch erzeugten Protokoll-Datei IDL_SAVE.PRO notiert.
- »*Plot & Print*« — Es wird ein Einzelpotential oder die Differenz zweier Potentiale ausgegeben, wobei die Potentiale durch ihre Ordnungsnummer in der Datei bezeichnet werden. Es besteht die Möglichkeit des Overplots mit weiteren Potentialen. Eine Mittelwertberechnung erfolgt nicht.
- »*Averaging EEG signals by numbers*« — Die zu mittelnden Potentiale oder Potential-Differenzen können durch ihre Ordnungsnummer bzw. einen Ordnungsnummernsprung (jump) angegeben werden.
- »*Averaging potential diff's over persons*« — Es werden automatisch alle möglichen Potential-Differenzen einer Reiz-

art (categorie) über die Versuchspersonen gemittelt und ausgegeben (Abb. 1 sowie Beispiel unter Punkt 2.3).

- »*Perform random shuffling*« — Unter Verwendung der speziell auf der Basis von [4] entwickelten Prozeduren „Lotto“ und „Get_Sample“ werden zufallsausgewählte Stichproben der Potentiale gezogen, gemittelt und – u. a. zur Verwendung im Programm *Wave_EEG* (P 476/60) – ausgegeben.
- »*Set/Reset parameters or keywords*« — In einem Untermenü können verschiedene Parameter oder Keywords (siehe Punkt 3) per Mausklick geändert werden. So läßt sich z. B. auch der Faktor *t* für die Ausgabe der Standardabweichungen bzw. Fehler modifizieren.
- »*Quit – Return to IDL*« — Damit wird das Programm beendet. Danach ist ein interaktives Weiterarbeiten mit IDL möglich. Mit <Ctrl> Y erreicht man dann die VAX/VMS-Betriebssystemebene.

In den Plots der gemittelten Potentiale werden die Standardabweichungen, bei gesetztem Keyword /Error die Fehler der Mittelwerte, multipliziert mit einem anzugebenden Faktor *t* – wobei ($1,0 \leq t \leq 10,0$) gilt – ausgegeben (Vertrauensbereich).

Die **Mittelwertberechnung** erfolgt nach den klass. Formeln der einfachen Statistik:

Mittelwert:

$$M = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad (1)$$

Quadratsumme:

$$S = \sum_{i=1}^n (x_i - M)^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot M^2 \quad (2)$$

Standardabweichung:

$$s = \sqrt{\frac{S}{n-1}} \quad (3)$$

Fehler des Mittelwertes:

$$e = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Die Standardabweichung *s* (standard deviation) stellt den mittleren Fehler der Einzelwerte dar. Sie wird häufig auch als „mittlerer (quadratischer) Fehler der Einzelmessung“ bezeichnet. Die Standardabweichung ist ein Maß für die „Zuverlässigkeit“ der Einzelwerte innerhalb einer Versuchsserie (Meßreihe). Der Fehler *e* (standard error) hingegen ist der „mittlere Fehler des Mittelwertes“ *M*.

Averaged EEG Potential: Face_without_eyes_CZ-OZ

Creation-Date: Mon Apr 13 17:36:22 1992

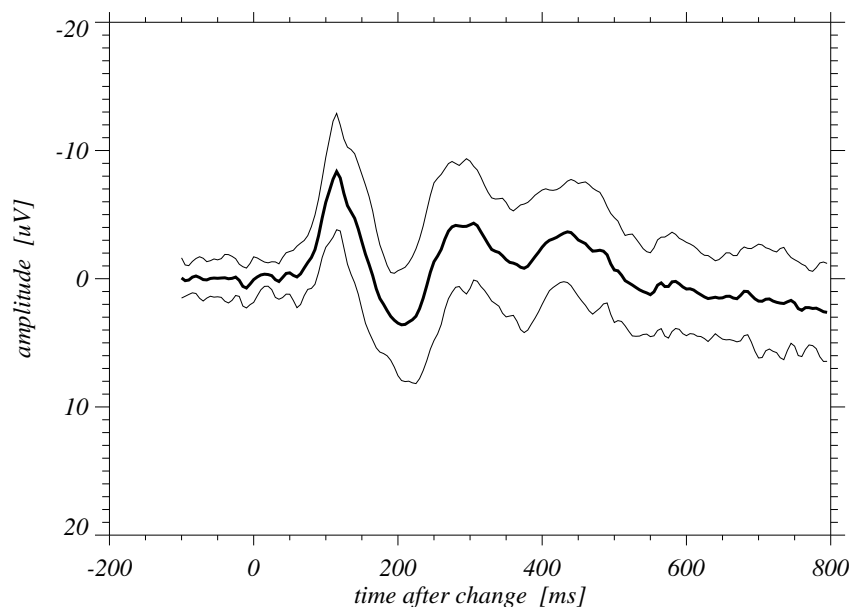


Abb. 1: Beispiel „Face_without_eyes_CZ-OZ“ aus einer Serie von gemittelten EEG Potential-Differenzen mit Standardabweichungen. Die Mittelwertberechnung erfolgte über 16 Versuchspersonen.

2. Aufruf:

Ave_EEG [, ...]

2.1 Variablen (VAR):

Die Prozedur *Ave_EEG* benötigt im Aufruf keine Variablen. Es können aber folgende Keywords verwendet werden.

2.2 Keywords:

Die mit einem * versehenen Keywords können auch im laufenden Programm über das Untermenü »Set/Reset parameters or keywords« per Mausklick verändert werden (siehe Punkt 3).

/BATCH — Der Menü-Zweig »Perform random shuffling« kann inklusive des Einlesens der EEG-Signale auch nicht-interaktiv erfolgen, wenn beim ersten Aufruf von *Ave_EEG* das Keyword */BATCH* angegeben wird (siehe aber den Hinweis unter Punkt 7). Damit ist es auch möglich, diesen Programmteil von einem reinen Text-Terminal oder auch von einem PC oder MAC via IfPnet zu verwenden, so daß man dafür nicht auf den Color-Monitor des Knotens VAXSTA angewiesen ist. Dabei wird das Keyword */NOPRINT* automatisch gesetzt.

/EPS * — Die PostScript-Ausgabe erfolgt als Encapsulated PostScript-Datei (EPS-File) unter dem Namen *DateiName.EPS*. Es erfolgt keine Ausgabe auf dem PostScript-Drucker. EPS-Dateien werden ausschließlich für den Transport zu anderen Applikationen verwendet; z. B. zum Import (Positionieren) bei den Programmen „FreeHand“ oder „PageMaker“ auf einem Macintosh Computer oder „DECwrite“ auf einer Workstation.

/ERROR * — In den Plots werden die Fehler der Mittelwerte *e* als dünne \pm -Kurven ausgegeben. In der Standardeinstellung hingegen werden die Standardabweichungen *s* (mittlere Fehler der Einzelwerte) als dünne \pm -Kurven ausgegeben.

/LINE * — Bei der Verwendung des Menüziugs »Plot & Print« kann durch Angabe von *LINE = Index* der Linientyp (line style) für die Ausgabe der Standardabweichungen bzw. der Fehler der Mittelwerte interaktiv ausgewählt werden. Folgende Linienarten können verwendet werden:

Index	Linientyp (line style)
0	—————
1
2	-----
3	-----
4	-----
5	-----

/NODELTA * — In den Plots werden weder die Standardabweichungen *s* noch die Fehler der Mittelwerte *e* eingezeichnet.

/NOPRINT * — Die erzeugte PostScript-Datei wird nicht sofort gedruckt. Sie wird unter dem Namen *DateiName.PS* im aktuellen Verzeichnis auf der Platte abgelegt und kann zu einem späteren Zeitpunkt mit einem Druckbefehl gedruckt werden. Auch beim sofortigen Druck werden die *.PS-Dateien nicht gelöscht, so daß diese später vom Anwender archiviert werden können.

/NOLOG — Durch Angabe dieses Keywords kann die Ausgabe von Zwischeninfos, z. B. bei der Mittelung im Menüpunkt »Averaging potential diff's over persons«, unterdrückt werden.

/TEST * — Nur zum Testen und Debuggen des Programms.

2.3 Beispiel(e):

Die in den Abb. 1 und 2 dargestellten Beispiele wurden auf dem Knoten VAXSTA des HAIRclusters als EPS-Dateien mit folgenden Befehlsfolgen angefertigt und über das IfPnet zum WDVMAC transportiert [8]. Dort wurden diese Dateien direkt im „PageMaker“ in dieses Merkblatt importiert und positioniert.

```
> SET DEFAULT TOP:           ! Verzeichnis auswählen.
> IDL                         ! Interactive Data Language starten.
> .SIZE 22000 4000           ! Platz für Ave_EEG reservieren.
> Ave_EEG, /eps              ! Programm starten.
...                           ! Programm wird kompiliert.
- Menü »Read EEG data file« ✓ ! Per Maus anklicken.
* How many sample points has each potential? > 200
* Enter type of data file (EVP,AVE,ORI) [EVP]> EVP
* Enter factor for plotting stdev/error > 1.0
* Enter data file name (program adds .TXT)>
  DEMO:AUALAS
...
- Menü »Averaging potential diff's over persons« ✓
* How many persons do you want to average? > 16
* Which kind of stimulus/categorie? > N
...
- Alle Ergebnisdateien (*.TXT, *.PS oder *.EPS) stehen nun im vorher (!)
  ausgewählten Verzeichnis TOP.
- Menü »Quit - Return to IDL« ✓
```

Das Muster des „Random Shufflings“ von Potentialen in der Abb. 2 wurde mit der folgenden Befehlsfolge angefertigt.

```
> SET DEFAULT TOP:           ! Verzeichnis auswählen.
> IDL                         ! Interactive Data Language starten.
> .SIZE 22000 4000           ! Platz für Ave_EEG reservieren.
> Ave_EEG, /eps              ! Programm starten.
...                           ! Programm wird kompiliert.
- Menü »Read EEG data file« ✓ ! Per Maus anklicken.
* How many sample points has each potential? > 200
* Enter type of data file (EVP,AVE,ORI) [EVP]> EVP
* Enter factor for plotting stdev/error > 2.0
* Enter data file name (program adds .TXT)>
  DEMO:AUALAS
...
- Menü »Perform random shuffling« ✓
* Enter number of moves [1..60] > 8
* Do you want averaging of potential diffs? > Y
...                           ! Einzelpotentiale werden gemittelt.
- Alle Ergebnisdateien (*.TXT, *.PS oder *.EPS) stehen nun im aktuellen
  Verzeichnis.
- Menü »Quit - Return to IDL« ✓
```

3. Ändern von Parametern (Untermenü):

Durch Anklicken des Hauptmenü-Punkts »Set/Reset parameters or keywords« wird ein (dynamisches) Untermenü geöffnet. In diesem lassen sich per Mausklick bestimmte Parameter ändern. Unmittelbar nach dem Start von *Ave_EEG* (ohne Angabe von Keywords) hat das Untermenü folgendes Aussehen.

Plot with stdev
Plot with error
Change stdev/error factor ...
Change X-axis range ...
Change Y-axis range ...
Print plots
No printing of plots
EPS output
PS output
Keyword /NODELTA
Keyword /LINE
Keyword /TEST
Return to Main Menu

Mit der Statusanzeige # vor den Untermenü-Punkten wird angezeigt, ob ein bestimmter Parameter (Keyword) zur Zeit aktiv ist. Zum Beispiel bedeutet das # vor dem Menü-Punkt »PS output«, daß alle Plots auch sofort dem Queue-System des HAIRclusters als PostScript Grafikdateien zum Drucken übergeben werden, denn »Print plots« ist auch markiert.

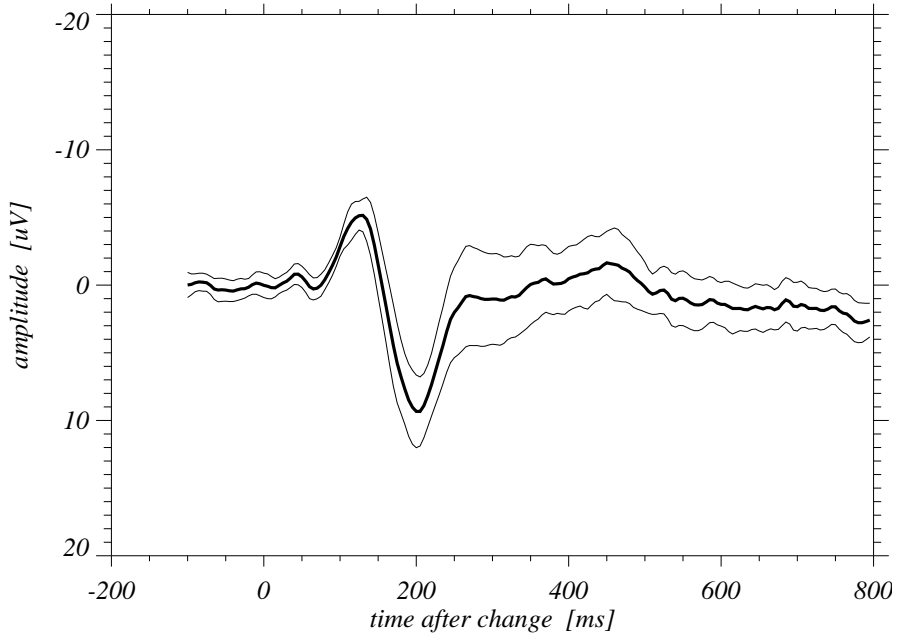
4. Erforderliche Programme:

Dieses Programm verwendet folgende IDL-Programme der Abt. Wiss. Datenverarbeitung, die in der IDL-Bibliothek des Instituts zur Verfügung stehen und beim Aufruf des Programms automatisch aktiviert werden. Die mit einem * versehenen Prozeduren sind bereits im Programm *Ave_EEG.Pro* integriert.

- **Ask** (P 476/10): Befragung des Benutzers mit logischer Ja/Nein-Verzweigung.
- **Ask_LineStyle** *: Erfragen der Nummer des Linientyps.
- **Common_EEGS** (P 476/49): Definition eines gemeinsamen Datenbereichs für die EEG-Signale.
- **Create_Legend** *: Zusammenstellen der Legende für einen Plot.
- **Display_Potential** *: Bildschirmausgabe eines Potentials (Signals) auf dem Grafik-Terminal (X-Windows).
- **F_Element** (P 476/33): Extrahieren einer Teil-Zeichenkette aus einer Zeichenkette (string) [6].
- **Get_EEG_Data** (P 476/34): Einlesen einer strukturierten Datei vom Typ ».TXT« mit den digitalisierten EEG-Signalen (siehe Punkt 5 und [5]).
- **Get_From_VMS** *: Lesen von Parameter-Definitionen aus der LNMS\$PROCESS_TABLE des aktuellen Benutzers.
- **Get_Number** (P 476/50): Eingabe einer Zahl mit Prüfung, ob diese innerhalb der erlaubten Wertegrenzen liegt.
- **Get_PlotRange** (P 476/56): Eingabe der Grenzwerte für die gewünschten Plotbereiche.
- **Get_Project** *: Ermitteln der Kurzbezeichnung des aktuellen Teil-Projekts (z. B. „AU10N3“).
- **Get_Reply** (P 476/51): Eingabe einer Antwort auf eine gestellte Frage mit Prüfung der Gültigkeit.
- **Get_Sample** (P 476/39): Ziehen einer Stichprobe mit zwei Parametern, wobei ein Parameter gleichverteilt sein soll [10].
- **Lotto** (P 476/35): Erzeugen einer Zufallszahlenfolge „n aus m“, die dann vom Programm „Get_Sample“ zu einer Stichprobe weiterverarbeitet werden kann [9].
- **Ord** *: Ermitteln der Ordnungsnummer eines Elements in einem Feld (array).
- **Print_Close** *: Abschliessen der PostScript-Grafikdatei (PS oder EPS).
- **Print_Plot** (P 476/2): PostScript-Ausgabe einer Grafikdatei über das Queue-System des HAIRclusters.
- **Print_Pot** (P 476/52): Ausgabe eines (mittleren) EEG-Potentials als PostScript-Plot (PS oder EPS) mit Legenden und Zusatztexten (Potentialnamen).
- **Read_FileName** (P 476/30): Eingabe einer Dateibezeichnung mit Prüfung.
- **Simp_Stat** (P 476/40): Einfache Statistikberechnungen.
- **Write_Data** *: Schreiben einer strukturierten Datei des gemittelten EEG-Signals mit Standardabweichungen vom Typ ».TXT« (siehe Punkt 6).

Averaged EEG Potential: Random_1_AUALAS_CZ-T6

Creation-Date: Tue May 12 18:58:47 1992



Random mean of 16 persons.
Plot with 2.00000 * standard error.
Max. amplitude: 14.4898 uV

Random sample used:

AU32P AU33N AU37Q AU10P AU31P AU10Q AU33O AU27Q
AU25P AU30N AU29Q AU36N AU22O AU27N AU29O AU31O

Abb. 2: Beispiel aus einer Serie von gemittelten EEG Differenz-Potentialen, die aufgrund einer zufallsausgewählten Stichprobe („Random Shuffling“) berechnet wurden. Hier mit Fehlern der Mittelwerte dargestellt.

5. Struktur der Eingabe-Datei:

Die Daten der äquidistant abgetasteten EEG-Signale (Originaldaten) müssen in einer Textdatei mit folgender Struktur vorliegen. Diese kann z. B. auf einem HP-1000 Computer produziert und via IfPnet zum HAIRcluster (VAX) transferiert werden [7].

```

EVP-Daten File      : AU10N0
Datei-Kennung      : GESOAUG  F3
TVOR (ms)          : 100
TNACH (ms)         : 900
Anzahl der Werte   : 200
Sample Taktzeit (ms) : 5.000
[Leerzeile]
-.063 -.164 .031 ... [8 Werte/Zeile]
[Insgesamt 200 Werte auf 25 Zeilen (records)]
[Leerzeile]
EVP-Daten File      : AU10N1
Datei-Kennung      : GESOAUG  T5
...
[Beliebige Anzahl weiterer Potentiale sortiert nach Versuchspersonen, Reizarten (categories), Ableitungsorten (locations)]
    
```

Eine solche Datei wird von *Ave_EEG* mit der speziellen (externen) Lese-Routine „Get_EEG_Data“ [5] eingelesen.

6. Struktur der Ausgabe-Dateien:

Die von *Ave_EEG* produzierten Grafikdateien *.PS bzw. *.EPS sind (editierbare) Textdateien in der genormten Post-Script-Sprache (Literaturangaben dazu findet man in [2]).

Für die Weiterverarbeitung mit anderen Programmen stellt *Ave_EEG* die Ergebnisse in der folgenden Struktur zur Verfügung. Diese Textdatei enthält den Titel (Dateiname), die Anzahl der Potentiale, über die gemittelt wurde, sowie die Mittelwerte und Standardabweichungen in Abhängigkeit von der Zeit.

Die Namen dieser Dateien werden aus den aktuellen Parametern wie folgt gebildet: *categorie_location[-location].TXT*.

```
[Leerzeile]
Face_without_eyes_CZ-OZ
    16                                [Anzahl]
mean
-0.06044    0.14900    0.10431 ... [6 Werte/Zeile]
[Insgesamt 200 Werte auf 34 Zeilen (records)]
[Leerzeile]
std-dev
1.56913    1.21969    1.12642 ... [6 Werte/Zeile]
[Insgesamt 200 Werte auf 34 Zeilen (records)]

[usw.]
```

Von dieser Struktur weicht die Ausgabe-Datei beim „Random Shuffling“ etwas ab. In der ersten Zeile werden hier von *Ave_EEG* statt der Leerzeile die Werte eingetragen von: *points*, *tvor*, *tnach*, *tsamp*. Zum Beispiel:

```
200.000    100    900    5.00000
Random_1_AUALAS_F3
    16                                [Anzahl]
mean
0.47656    -0.02500    0.01331 ... [6 Werte/Zeile]
[Insgesamt 200 Werte auf 34 Zeilen (records)]
[Leerzeile]
std-dev
1.41129    1.30868    1.31151 ... [6 Werte/Zeile]
[Insgesamt 200 Werte auf 34 Zeilen (records)]
[Leerzeile]

[usw.]
```

Der Name der Datei, die zur Eingabe der Referenz-Daten für das künftige Programm *Wave_EEG.Pro* (P 476/60) benötigt wird, ist »RANDOM_moves_X_job.TXT«, wobei mit *moves* die Anzahl der verwendeten zufallsausgewählten Stichproben (z. B. 30) und mit *job* die aktuelle Job-Bezeichnung (z. B. AUALAS) verwendet wird.

Die Gesamtergebnisse des „Grand Averages“ werden in der Datei »GRANDAVE_RANDOM_moves_X_job.TXT« im aktuellen Verzeichnis gespeichert.

7. Sonstige Hinweise:

■ Das Programm *Ave_EEG* erzeugt etliche Ausgabe-Dateien (Grafik und Daten) sehr unterschiedlicher Größe. Jeder Anwender von *Ave_EEG* muß deshalb vor dem Lauf prüfen, ob für diese Dateien auf den Platten noch ausreichend Platz vorhanden ist. Sonst bricht IDL beim Erreichen der persönlichen Diskquota den Lauf von *Ave_EEG* mit einem I/O-Fehler ab.

■ Das Prüfen des vorhandenen Plattenplatzes auf der UDISK (DISK1) des HAIRclusters erfolgt mit:

```
> Q1 UserName <Return>
```

Zum Prüfen der EDISK (DISK3) heißt der Befehl:

```
> Q3 UserName <Return>
```

Ein Projekt-Account (z. B. GRU_PRO) wird geprüft mit:

```
> Q3 ProjAccName <Return>
```

Eine Übersicht der aktuellen Belegung aller Platten des HAIRclusters erhält man mit:

```
> SHOW DEVICE D <Return>
```

Alle Platzangaben erfolgen dabei in Blöcken (1 Block = 512 Byte).

■ Die hier verwendete Codierung der Kurznamen der EEG-Potentiale (z. B. „AU10N0“) ist abhängig vom jeweiligen Teil-

Projekt. Eine vollständige algorithmische Berücksichtigung in allgemeiner Form konnte nicht erfolgen, da dazu nicht *alle* Projekte bekannt sind.

■ Für das Programm *Ave_EEG* sind zur Zeit die folgenden Projekte zugelassen (es sind die Kurzbezeichnungen angegeben): AF, AG, AN, AU, BF, CF, EF, FF, FM, HL, HR, IA, IL, KI. Einzelheiten der aktuellen Definitionen sind dem Programm-Code unter Punkt 5 zu entnehmen. Weiterhin besteht dort die Möglichkeit benutzerspezifische Parameter (*cats*, *locs*, *xplotr*, *yplotr*) zu vereinbaren, wovon bisher in einem Fall (Fuhry) Gebrauch gemacht worden ist.

■ Für einen (echten) VAX/VMS Batchbetrieb ist *Ave_EEG* zur Zeit immer noch zu groß. Erst nach dem Abspalten weiterer Routinen wird eine Automatisierung der Berechnung des „Random Shufflings“ möglich sein. *Ave_EEG* selbst ist dafür bereits vorbereitet, z. B. mit der Routine „Get_From_VMS“.

8. Literatur:

- [1] Research Systems, Inc.: IDL – Interactive Data Language. Version 2.1. Boulder (USA): RSI 1991 (Edition vom 2.4.1991). E-Mail: idl@boulder.colorado.edu.
- [2] Dittberner, K.-H.: PostScript – Ein Sprachstandard für die Beschreibung von (Druck-) Seiten. FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 84, 1989–1990.
- [3] Dittberner, K.-H.: Interactive Data Language IDL – Eine Einführung. FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 85, 1988–1992.
- [4] Park and Miller: Random Number Generators: Good ones are hard to find. Comm. ACM, Vol. 31, No. 10, 1192 (Oct. 1988).
- [5] Dittberner, K.-H.: IDL-Programm: Get_EEG_Data.PRO (P 476/34). FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 104, 1991–1992.
- [6] Dittberner, K.-H.: IDL-Programm: F_Element.PRO (P 476/33). FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 105, 1990–1992.
- [7] Dittberner, K.-H.: Das IfPnet: Transfer von Dateien. FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 113, 1989–1992.
- [8] Dittberner, K.-H.: Das IfPnet: Datei-Transfer von/zu einem MAC (NetCopy). FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 54, 1991–1992.
- [9] Dittberner, K.-H.: IDL-Programm: Lotto.PRO (P 476/35). FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 107, 1992–1993.
- [10] Dittberner, K.-H.: IDL-Programm: Get_Sample.PRO (P 476/39). FU Berlin (IfP): wdv-notes Nr. 108, 1992–1993.

9. Copyright-Notiz:

© 1992-1993 – K.-H. Dittberner c/o Freie Universität Berlin. All rights reserved. No part of this software package may be reproduced, transmitted, transcribed, stored in a retrieval system, or translated into any form by any means without the written permission of Karl-Heinz Dittberner. Permission will be granted for non-profit redistribution.

Notizen:

Wichtiger Hinweis

Anlässlich der Revitalisierung in PDF im Dezember 2004

Zwar ist dieses Programm der Mittelwertbildung von EVPs sehr auf die Situation des damaligen Projekts an der FUB zugeschnitten, dennoch kann diese Publikation für ähnliche Situationen hilfreich sein. – khd