

UIP. Q
B 64(2)

TNO-rapport

**EEG-PROFIEL III
HET BRAINFO SYSTEEM**

Referentiewaarden van het Kwantitatieve EEG

IBISSTAMBOEKNUMMER

10761

NIPG-publicatienummer
92.032

Mei 1992

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten aan TNO', dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

BIBLIOTHEEK NEDERLANDS INSTITUUT VOOR
PRAEVENTIEVE GEZONDHEIDSZORG TNO

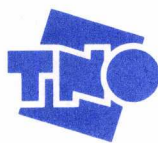
27 OKT 1993

POSTBUS 124, 2300 AC LEIDEN

J.L. Blom

Nederlandse organisatie voor
toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek

TNO-Gezondheidsonderzoek stelt zich ten doel bij te dragen
aan de verbetering van preventie en behandeling van ziekten
en afwijkingen door het toepasbaar maken van kennis op
medisch biologisch, psychosociaal en epidemiologisch
gebied ten behoeve van de volksgezondheid en de
gezondheidszorg.



Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene
Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO,
zoals gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank
en de Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.

Deze uitgave is te bestellen door het overmaken van f 34.65 (incl. BTW) op
postbankrekeningnr. 99.889 van het NIPG-TNO te Leiden onder vermelding van
bestel-nummer 92.032.

INHOUD

PAGINA

SAMENVATTING	I
1. ALGEMEEN OVERZICHT	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Serie 'Het EEG profiel'	2
1.3 Opzet van het rapport	2
1.4 Historisch overzicht	4
1.4.1 Voorgeschiedenis	4
1.4.2 Uitgangsvoorwaarden	5
1.4.3 De eerste versie	6
1.4.4 De tweede versie	7
1.4.5 Opzet tweede versie	8
1.4.6 De derde versie	9
1.4.7 Realisatie	10
2. FUNCTIES EN METHODEN VAN HET SYSTEEM	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Signaal definitie	12
2.3 Digitalisering	12
2.4 Beveiliging	14
2.5 Analysemethoden	14
2.5.1 De referentie-electrode	15
2.5.2 Frequentie-analyse	17
2.5.3 Tijd domein parameters	19
2.5.4 Evoked potentials	20
2.5.5 Mapping methoden	21
2.6 Communicatie	21
2.6.1 Opbouw van het netwerk	21
2.6.2 Communicatie met DOS	22
3. STANDAARDEN BRAINFO	23
3.1 Inleiding	23
3.2 Bestandsbenamingen	23

VERVOLG INHOUD

PAGINA

3.3	Datastructuur en data-opslag-conventies	24
3.3.1	Het kopblok	25
3.3.2	Binaire bestanden	27
3.3.3	Alfanumerieke bestanden	30
3.4	Conventies EEG	30
4.	OPBOUW BRAINFO SYSTEEM	33
4.1	Doel van het systeem	33
4.1.1	Het papierloze EEG	33
4.2	Het concept	34
4.3	De hardware realisatie van het concept	35
4.3.1	De server	36
	<i>Randapparatuur</i>	36
4.3.2	De werkstations	37
	<i>Het data-acquisitie station</i>	37
	<i>Het verwerkingsstation</i>	39
4.4	De software realisatie van het concept	39
4.4.1	De organisatie van het pakket	40
4.4.2	De hoofd-index	42
4.4.3	Data-acquisitie	42
4.4.4	Data-verwerking	45
	<i>Data berekening en display</i>	45
	<i>Brainmapping</i>	48
4.4.5	Instellingen	48
4.4.6	Bestandsorganisatie & diversen	49
4.4.7	Datacommunicatie	50
4.4.8	Database management	51
5.	TECHNISCHE BESCHRIJVING BRAINFO (De Hoofd-Index)	52
5.1	Inleiding	52
5.2	De bediening	52
5.3	Het hoofdmenu	53

VERVOLG INHOUD

PAGINA

5.4	Data-acquisitie	54
5.4.1	Dataverwerking	56
5.5	Brainmapping	57
5.6	Onderhoud BRAINFO	59
5.7	Bestand & Systeem	62
5.8	Diverse bewerkingen	63
5.9	Eigen pagina I	66
5.10	Bijzondere pagina's	66
6.	TECHNISCHE BESCHRIJVING BRAINFO (De applicatie modules)	68
6.1	Inleiding	68
6.6.1	Algemeen geldende mogelijkheden	68
6.2	Patiënt/onderzoek administratie	70
6.2.1	Algemene gegevens	71
6.2.2	Protocol opgave	71
6.3	Data-acquisitie	73
6.3.1	Calibratie	73
6.3.2	Registratie EEG	74
6.3.3	Evoked Response Registratie	76
6.4	Data verwerking	78
6.4.1	Artefactu-markering	79
6.4.2	Het tonen van EEG's	81
6.4.3	'Compressed Spectral Arrays'	84
6.4.4	Spectra berekening en batch verwerking	87
6.4.5	Het tonen van Evoked Potentials	88
6.5	Mapping	89
6.5.1	Inleiding	89
6.5.2	Mapping Evoked Potentials	90
6.5.3	Mapping Banden/Spectra	93
6.5.4	Mapping EEG/Spectra	94
6.5.5	Mapping referenties	95

VERVOLG INHOUD

	PAGINA
6.6 Onderhoud BRAINFO	96
6.6.1 Onderhoud montages	96
6.6.2 Onderhoud administratie	99
6.6.3 Onderhoud informatieblok	101
6.6.4 Onderhoud protocol administratie	102
6.6.5 Onderhoud conditiecodes	103
6.6.6 Onderhoud bandcodes	105
6.6.7 Onderhoud standaarden	106
6.7 Bestand & Systeem	107
6.7.1 Bestandsbeheer	108
6.8 'Eigen pagina's'	109
6.8.1 Spectraalwaarden afdrukken	110
6.8.2 Berekenen en wegschrijven (eind)ijkwaarden	111
6.8.3 Rapportage visuele beschrijving	111
7 TOEPASBAARHEID VAN BRAINFO	113
7.1 Inleiding	113
7.2 Klinische neurofysiologische toepassingen	113
7.3 Research toepassingen	115
7.3.1 Gebruik voor de referentie populatie	115
7.3.2 Toepassing op het gebied van de toxicologie	116
7.3.4 Toepassing op het gebied van het geneesmiddelen onderzoek	117
7.3.5 Toepassing op epidemiologisch gebied	117
7.3.6 Toepassing in klinisch onderzoek	118
7.4 De betekenis van qEEG gegevens	119
LITERATUUR	123
APPENDIX I	127
APPENDIX IIA	131
APPENDIX IIB	135
APPENDIX IIIA	139
APPENDIX IIIB	145

SAMENVATTING

In dit rapport wordt het gehele BRAINFO systeem beschreven dat in de laatste 4 jaar door de groep neurowetenschappen van het NIPG-TNO is ontwikkeld.

Dit systeem is een geïntegreerd geheel van hard- en software voor quantitative EEG-analyse zowel in de klinische praktijk als voor research doeleinden.

Het is gebaseerd op een netwerkstructuur bestaande uit PC's op basis van INTEL processoren die met speciale hardware voor de data-acquisitie en signaal analyse als werkstations in dit netwerk fungeren.

Het eerste hoofdstuk beschrijft de ontstaansgeschiedenis van het geheel dat zijn eerste aanzet reeds in 1978 heeft gevonden.

Gebaseerd op een PDP-11 met eenvoudige hard- en software werden diverse onderzoeken verricht welke o.a. resulteerde in een referentiebestand voor het normale qEEG van kinderen.

Vraag van buiten TNO naar de diverse resultaten leidde ertoe dat in 1988 een samenwerkingsverband werd aangegaan met Norsk Data Nederland om samen, met subsidie van Economische zaken, een verkoopbaar systeem te realiseren dat zowel de hard- en software als een referentie database voor het qEEG voor kinderen en volwassenen bevat.

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de historische ontwikkeling en de toepassingen waarvoor het geheel werd gebruikt. Ook geeft het inzicht in de wijze waarop bepaalde beslissingen tot stand zijn gekomen die opzet en werking van het geheel bepalen.

In hoofdstuk 2 wordt besteed aan uitleg en definities van de diverse begrippen. Ingegaan wordt op elektrische beveiliging wat een uiterst belangrijk onderwerp is voor apparatuur die direct gekoppeld is aan de mens. Uitleg wordt gegeven aan de wijze van digitalisering, het belang van de referentie-electrode, de diverse analysemethoden in het tijds- en frequentiedomein die worden gebruikt en de begrippen 'Evoked Potentials' en 'Mapping' toegelicht. Tenslotte wordt de structuur van het netwerk en de communicatie binnen het netwerk en de werkstations in dit hoofdstuk beschreven.

Hoofdstuk 3 is gewijd aan de standaarden die binnen BRAINFO gevoerd worden. Hieronder wordt in detail een overzicht gegeven van de gebruikte datastructuren en de

wijze van opslag daarvan op de verschillende media als schijven en tapes. Ook worden de voorwaarden beschreven voor een optimale registratie van het EEG met het systeem zoals de gebruikte electrodeposities, registratieduur (i.v.m. de referentie database), etc. Hoofdstuk 4 Geeft een uitgebreide verantwoording van het concept van het systeem en de realisatie in zijn huidige vorm. Het netwerk is gebaseerd op een client-server concept. De paragrafen 4.2 en 4.3 bevatten een gedetailleerde beschrijving van de hardware realisatie met de specifieke aspecten van de server en de twee typen workstation. Paragraaf 4.4 geeft een overzicht van het software concept. Dit is gebaseerd op een modulaire opbouw rond een index die permanent actief is en waarvanuit de verschillende applicaties uitgevoerd worden. Deze index is opgebouwd uit pagina's die elk een bepaald type bewerking bevatten. Zo zijn er pagina's voor data-acquisitie, dataverwerking, Mapping, onderhoud, e.d.

De grootste twee hoofdstukken van het rapport zijn de hoofdstukken 5 en 6. Deze geven een gedetailleerd overzicht van de indeling, mogelijkheden en werkingswijze van de diverse modules van het pakket.

Hoofdstuk 5 bevat een gedetailleerde beschrijving van de index met alle keuzemogelijkheden. In volgorde van de pagina's in het pakket worden de mogelijkheden beschreven en de welke noodzakelijke handelingen verricht moeten worden om een bepaalde module te activeren.

Hoofdstuk 6 bevat een gedetailleerde beschrijving van iedere module met de toepassingsmogelijkheden. Daar de presentatie van de diverse modules gebaseerd is op de toepassing van kleur om de gebruikersvriendelijkheid zo groot mogelijk te maken is slechts spaarzaam gebruik gemaakt van het geven van afbeeldingen. Met name uit grafische afbeeldingen gaat zoveel verloren bij presentatie in zwart-wit dat slecht enkele voorbeelden zijn afgebeeld.

Ook deze beschrijvingen zijn gegroepeerd naar de indexpagina's waardoor de functionele opbouw van het pakket ook en detail duidelijk wordt.

Hoofdstuk 7 geeft inzicht in de toepassingsmogelijkheden van het systeem. Hoewel opgezet in een research omgeving heeft de toepasbaarheid in de klinische omgeving zeker ook centraal gestaan bij de ontwikkeling van BRAINFO.

Daarvoor is dan ook de databasestructuur aanwezig waarin alle patiëntgegevens opgeslagen kunnen worden en gesorteerd, niet alleen die uit het qEEG maar ook andere

relevante gegevens bijv. afkomstig uit het ZIS (Ziekenhuis Informatie Systeem) waarmee in principe een koppeling gemaakt kan worden. Daartoe behoort ook de rapportgenerator waarmee een geprotocolleerde verslaglegging van de visuele beoordeling van het EEG gemaakt kan worden die voor de klinische praktijk altijd naast de qEEG gegevens gemaakt dient te worden.

Aan de andere kant biedt de grote flexibiliteit van het systeem de mogelijkheid zowel theoretisch als meer toegepast wetenschappelijk onderzoek uit te voeren waarbij de gebruikersvriendelijkheid het mogelijk maakt in relatief korte tijd veel registraties te verrichten en te verwerken. Toepassingsmogelijkheden daarvoor liggen op het gebied van het geneesmiddelen en milieu onderzoek waarbij in korte tijd relatief grote groepen mensen geregistreerd kunnen worden en hun gegevens bewerkt. De referentie database voor volwassenen is daarvan een voorbeeld. Deze maakt dat het systeem een grote waarde heeft die onafhankelijk is van de opbouw en opzet van het systeem.

De database samen met het BRAINFO systeem vormen een geïntegreerd systeem dat de toepasbaarheid van EEG-analyse in de dagelijkse praktijk voor kliniek en research duidelijk verhoogt.

1 ALGEMEEN OVERZICHT

1.1 Inleiding

Kwantitatieve analyse van het EEG (qEEG) is een belangrijke vernieuwing in de klinische neurofysiologische diagnostiek. Zij omvat een groot scala aan methoden om de elektrische activiteit van het centraal zenuwstelsel (CZS) te meten en met behulp van signaal-analytische technieken op een zodanige manier te bewerken dat de resultaten in maat en getal informatie geven over het al dan niet goed functioneren van de onderzochte (sub-)systemen van het CZS.

Een aantal van die methoden, met name die waarbij gebruik wordt gemaakt van de respons van een bepaald systeem, e.g. het visuele of het auditieve, zijn al sinds jaren geaccepteerd als klinisch diagnostisch instrument. Andere methoden, met name voor de analyse van het spontane EEG, zijn tot nog toe niet zo algemeen geworden dat zij door ieder klinisch neurofysiologisch laboratorium routinematig worden toegepast. Een belangrijke reden hiervoor is dat tot voor kort de technische mogelijkheden ontoereikend waren.

Hoewel al in de jaren zestig signaal-analytisch onderzoek aan het EEG-signaal werd verricht, heeft massificatie van de moderne computerindustrie ertoe geleid dat zowel prestatie als prijs van de huidige systemen zich nauwelijks laten vergelijken met die van 20 jaar geleden. Op vele cruciale gebieden zoals rekensnelheid, randapparatuur, flexibiliteit, operating-systemen, software, etcetera zijn de ontwikkelingen zo snel gegaan dat zelfs een periode van enkele jaren al een grote toename in mogelijkheden laat zien. Dit zal duidelijk worden uit enkele beslissingen die bij de ontwikkeling van BRAINFO op bepaalde momenten genomen zijn. Beslissingen die in de beginfase waren genomen moesten tijdens de realisatie omgewerkt worden door nieuwe ontwikkelingen. Daarbij dient opgemerkt te worden dat lang niet al het nieuwe ook beter is.

1.2 Serie 'Het EEG profiel'

Dit rapport was oorspronkelijk bedoeld als deel II in de serie 'Het EEG profiel' en had tot doel de technische achtergronden te beschrijven van en als handleiding te dienen voor de methoden en technieken die gebruikt werden voor de acquisitie van de referentiewaarden van het qEEG bij kinderen, zoals dat in 'Het EEG profiel I' dat in 1980 is verschenen, was beschreven.

Dit bleek echter grote problemen met zich mee te brengen daar tijdens het schrijven van dat rapport veranderingen en vernieuwingen in de software werden aangebracht waardoor met name de functie van handleiding maar zéér beperkt was. Bovendien was de prioriteit niet erg groot daar op dat moment een meer algemene toepassing ervan niet de bedoeling was.

Dit veranderde echter toen in 1987 werd besloten samenwerking te zoeken met een producent om het, geheel in de traditie van TNO, tot een professioneel produkt te maken voor gebruik in de klinische praktijk.

Om duidelijk te maken dat het een ontwikkeling is die behoort bij de oorspronkelijke opdracht te komen tot referentiewaarden van het qEEG bij kinderen, is dit als derde deel in de serie 'Het EEG profiel' opgenomen waarvan het eerste de opzet en preliminaire resultaten uit de eerste serie metingen beschrijft en het tweede deel de kwantitatieve gegevens van de transversale studie van het qEEG bij kinderen als onderwerp heeft.

1.3 Opzet van het rapport

Door de professionalisering en standaardisatie van de methoden en technieken die oorspronkelijk ontworpen waren voor de registratie van referentiewaarden voor het qEEG bij kinderen, is dit rapport noodzakelijk geworden om het concept van het BRAINFO-systeem en de filosofie die eraan ten grondslag ligt duidelijk te maken en daarnaast een inhoudelijke beschrijving te geven van de verschillende onderdelen. Het wil naast de aparte gebruikershandleiding een meer gedetailleerde uitleg geven van het systeem zodat de toekomstige gebruiker beter met het geheel kan werken.

Het is niet bedoeld als handleiding, hoewel alle onderdelen (in hoofdstuk 5) gedetailleerd beschreven zullen worden.

Het bevat niet de technische beschrijving van de verschillende programma-onderdelen zoals vereist voor onderhoud van de programmatuur. Deze is vastgelegd in de technische documentatie van BRAINFO welke niet voor publicatie in aanmerking komt.

In dit hoofdstuk zal een overzicht gegeven worden van de ontstaanswijze van het pakket met een korte argumentatie voor de wijze van aanpak. Daarbij zal beknopt worden ingegaan op de gebruikte hardware en software en de daardoor ontstane mogelijkheden en beperkingen.

Het tweede hoofdstuk bevat de achtergronden en het hoe en waarom van de gebruikte methoden en de opzet van de database. Voor de mathematische aspecten zal voor het merendeel naar andere publicaties verwezen worden.

Het derde hoofdstuk is gewijd aan de diverse conventies en standaarden welke ontworpen zijn om te zorgen dat alle onderdelen van het systeem onderling op elkaar zijn afgestemd en dat het geheel zo gemakkelijk mogelijk toegankelijk is voor gebruik in de praktijk.

In het vierde hoofdstuk zal worden ingegaan op de doelstelling van het systeem en de opzet ervan. Dit hoofdstuk zal verder de apparatuur-opbouw van het huidige systeem beschrijven en de programmatuur-onderdelen waaruit het pakket is opgebouwd.

In het vijfde hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van opzet en opbouw van de hoofd-index, die centraal de toegang tot de verschillende programma-onderdelen (modules) regelt.

Het zesde en grootste hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van de verschillende modules van het systeem en de toepassingsmogelijkheden. Hoewel op sommige zaken gedetailleerd is ingegaan vormt dit geen remplaceant voor de handleiding, welke specifiek op de gebruiker is gericht.

Hoofdstuk 7 gaat in op de gebruiksmogelijkheden en de toekomstige ontwikkelingen. Daarbij wordt aandacht besteed aan de ontwikkelingen met betrekking tot de referentie database voor volwassenen die een onderdeel van het systeem zal gaan vormen, samen met de referentie database voor kinderen en de toepasbaarheid als instrument voor onderzoek bij specifieke groepen.

Voor wat betreft de klinische betekenis zal getracht worden vergelijkingen te trekken met andere systemen welke gebruikt worden voor de toepassing van het qEEG en Evoked Potentials in de kliniek.

1.4 Historisch overzicht

1.4.1 Voorgeschiedenis

Het nu met de naam BRAINFO aangeduide systeem voor de kwantitatieve verwerking van electrofysiologische signalen uit het centraal zenuwstelsel is ontstaan aan het eind van de jaren '70 toen de opdracht werd gegeven referentiewaarden te verzamelen voor het kwantitatieve EEG van kinderen op de lagere schoolleeftijd. Deze opdracht was gebaseerd op twee vroegere onderzoeken die bij TNO waren uitgevoerd. Het ene was onderzoek dat door Van Gemund en Mechelse (1977) op het NIPG was gedaan naar het verschil in spectraal parameters tussen kinderen uit het gewone lager onderwijs (GLO) en kinderen met leer- en opvoedingsproblemen uit het bijzonder lager onderwijs (BLO). Het ander was onderzoek dat door Blom (1977, 1980) op het toenmalige LEP-TNO in samenwerking met de Vrije Universiteit te Amsterdam was verricht naar de ontwikkeling van de Visuele Evoked Potential (VEP) bij kinderen tussen 0 en 6 jaar.

De resultaten uit het eerste gaven aanleiding te veronderstellen dat het qEEG een goed diagnosticum zou kunnen zijn voor het opsporen van lichte cerebrale functiestoornissen bij kinderen. Het tweede toonde aan dat het goed mogelijk was referentiewaarden voor kwantitatieve electrofysiologische signalen te verkrijgen welke niet alleen wetenschappelijke waarde hadden maar ook voor klinische toepassingen van betekenis waren.

1.4.2 Uitgangsvoorwaarden

Om dit onderzoek op te zetten werd een PDP-11 van DEC (Digital Equipment Corporation BV) aangeschaft voor data-acquisitie en dataverwerking waarvoor geheel nieuwe programmatuur ontworpen moest worden. Daarbij was het duidelijk dat de grotere mogelijkheden van dit systeem verbetering en uitbreiding van de analysemethoden toestond.

Een essentieel punt was dat de registraties 'on-line' konden gebeuren en niet, zoals bij de vroegere onderzoeken op het NIPG, via magneetband elders verwerkt moesten worden. Andere belangrijke verbeteringen waren de mogelijkheid tot maximaal 16 signalen tegelijk te digitaliseren hetgeen meer was dan tot dan toe mogelijk was geweest, de signaal-analytische methoden uit te breiden en nauwkeuriger te maken en een archivering op te zetten van de registraties en de daaruit verkregen gegevens.

Technische beperkingen maakten dat effectief 12 kanalen voor EEG en evoked potential beschikbaar waren. Nieuwe randapparatuur zoals een grafisch scherm en een plotter maakte het mogelijk de bewerkte gegevens zoals bijvoorbeeld EEG spectra af te beelden en op papier vast te leggen.

Deze computerconfiguratie maakte het noodzakelijk nieuwe programmatuur te ontwerpen. Hoewel er voor de tot dan toe gebruikte systemen programmatuur was ontwikkeld sloot deze nauwelijks aan bij de nieuwe mogelijkheden. Een deel van de reeds bestaande programma's kon voor de evoked potential analyses worden omgewerkt, voor het overgrote deel moesten echter nieuwe programma's ontwikkeld worden. Daarbij werd zoveel mogelijk gebruik gemaakt van elders ontwikkelde programmadelen waarvoor een 'public domain' situatie bestond van programma's ontwikkeld door gebruikers van DEC apparatuur, waaraan ook door de leverancier werd bijgedragen.

Zo ontstond in 1978 en 1979 een verzameling losse programma's welke ieder apart een bepaalde taak kon uitvoeren. Zo waren er programma's voor digitalisering van EEG's, voor digitalisering van evoked potentials, voor berekening van deze laatste, voor display op een grafisch scherm, voor berekening van FFT's, etcetera. Voor het gebruik daarvan was een ervaren programmeur noodzakelijk die tegelijkertijd ook betrokken was bij de ontwikkeling van de programmatuur.

Vanaf het begin van de ontwikkeling zijn twee essentiële beginselen aangehouden, die de basis vormen van het huidige systeem-concept.

In de eerste plaats is er naar gestreefd de programma's modulair op te bouwen en te zorgen voor een interne standaardisering. Daarom is afgezien van het bouwen van één groot programma dat alle onderdelen tegelijk bevat daar dat de flexibiliteit zou verminderen.

In de tweede plaats is integratie nagestreefd met datgene wat tijdens de registraties gebeurt. Hieruit vloeide de eis voort dat de patiënt of proefpersoon geen hinder mocht ondervinden van eventuele vertragingen ten gevolge van de programmatuur.

1.4.3. De eerste versie

Daar de tijd drong werd eind 1978, zodra de eerste programma's werkend waren en de verbinding tussen de EEG registratieruimte en de elders in het gebouw gelokaliseerde computerruimte gerealiseerd was, begonnen met het registreren van de eerste kwantitatieve EEG's. Voor wat betreft de patiënt-veiligheid werd voor de eerste registraties alleen vertrouwd op beveiliging in het EEG toestel met netscheiding met behulp van een eenvoudige scheidingstransformator. Begin 1979 werden isolatieversterkers in gebruik genomen voor scheiding naar de computerruimte. In de loop van dat jaar werd het programmapakket uitgebreid met programma's voor verwerking, display en opslag van de bewerkte gegevens. Het zou te ver voeren hier een nadere uiteenzetting te geven van de toenmalige programma configuratie van het pakket. Het moge voldoende zijn te vermelden dat een groot aantal van de in het huidige pakket voorhanden zijnde programma's zijn oorsprong vindt in dit pakket. Met uitzondering van het menuprogramma, de programma's voor mapping, onderhoud van de diverse bestanden, datacommunicatie en database management waren alle programma's, zij het in veel minder uitgewerkte vorm, aanwezig. Ook een aantal van de conventies die in het huidige pakket zijn verwerkt (zie hoofdstuk 3) was toen reeds vastgelegd.

Het gehele pakket van programma's, met uitzondering van de routines voor AD-conversie en FFT, was geschreven in FORTRAN-IV (DEC-versie) en draaide onder het 'real time' operating systeem (RT-11) dat door DEC voor de PDP-11 was ont-

worpen. Voor uitvoering van de registraties waren altijd minimaal drie medewerkers noodzakelijk. Twee voor het werk in de registratieruimte en een programmeur/operator die tijdens de metingen het computersysteem bediende en zorgde voor de verdere verwerking na afloop van de registraties.

1.4.4. De tweede versie

In de loop van de jaren werd het pakket gestaag verder uitgewerkt en uitgebreid, hetgeen het gebruik door andere operators steeds lastiger maakte. Dit leidde in 1981 ertoe dat tot een drastische verandering werd besloten. Niet langer zou gewerkt worden met een stelsel van losse programma's die ieder apart vanuit het operating systeem opgeroepen werden. In de plaats daarvan kwam een overkoepelende menu-shell van waaruit de toegang naar de verschillende onderdelen werd gecontrôleerd. Dit bracht met zich mee dat voor het gebruik niet langer kennis van het operating systeem en de computer vereist was, waardoor de bediening niet meer door een aparte operator gedaan behoeft te worden maar vanaf het EEG-toestel door de laborant(e) kon gebeuren.

Dit vergde niet alleen een aanzienlijke verandering van de gebruikte programmatuur maar bracht ook consequenties voor het werken in het neurofysiologisch laboratorium met zich mee, hetgeen de werkbelasting van de laborant(e) zeker wat deed toenemen. Een voorbeeld is de sturing van de analoge bandrecorder wat tot dan toe manueel door de operator werd gedaan. Daar de recorder zich bij de computer bevond moest deze taak door het programma-pakket overgenomen worden wat naast programmatuur ook aanpassing van de hardware vereiste. Een groot voordeel was echter dat de kans op het maken van fouten door misverstanden in de communicatie tussen operator en laborante wegviel wat de werkdruk weer deed verminderen.

Deze andere benadering vergde aanzienlijke programmatische inspanningen en legde veel nadruk op het creëren van een gebruikersvriendelijke en consistente gebruikers-interface. Deze ontstond dan ook niet direct, maar werd aan de hand van de ervaringen in de praktijk regelmatig aangepast.

1.4.5. Opzet tweede versie

Opzet en opbouw van de het huidige residente deel van BRAINFO (zie paragraaf 5.2) is praktisch identiek aan de toen ontwikkelde menu-shell. Ook de communicatie naar de verschillende onderdelen, de opbouw van de databestanden, etcetera is overeenkomstig het ontwerp uit 1981, zij het dat er in de loop van de jaren kleine veranderingen zijn doorgevoerd.

Daarnaast kregen de diverse onderdelen betere gebruikers-interfaces, terwijl het gebruik van standaard-instellingen voor de meeste programma's werd ingevoerd. Hieronder worden zogenaamde 'default' waarden verstaan. Dit zijn waarden die vast in het programma zijn opgenomen en interventie door de laborant(e) tot een minimum doen beperken.

Deze versie was vanaf eind 1981 operationeel en in 1984 zover in de praktijk verbeterd dat min of meer van een eindproduct gesproken kon worden dat, gezien de beperkingen opgelegd door de gebruikte hardware, zijn eindfase had bereikt.

Vanaf die tijd tot eind 1987 werden er nog wel verbeteringen en uitbreidingen in aangebracht. Deze waren echter niet van fundamentele aard en hadden voornamelijk tot doel het EEGAN-pakket, zoals de naam toen luidde, vooral voor de gebruiker te optimaliseren.

Dit pakket leek, afgezien van de schermopbouw en mogelijkheden, al sterk op het BRAINFO-systeem waarvoor het dan ook de basis heeft gevormd. Alle data-acquisitie functies waren aanwezig, zij het voor slechts 12 kanalen, de dataverwerking, zij het in veel eenvoudiger vorm en met veel minder gebruiksmogelijkheden dan in het huidige pakket, en de automatische administratie van de verwerkte gegevens waren allemaal al aanwezig.

Het systeem werd gepresenteerd op enkele internationale symposia (Blom, 1983, 1987) als voorbeeld van moderne toepassingen van het qEEG voor de klinische diagnostiek en wetenschappelijk onderzoek.

1.4.6 De derde versie

De onderzoeken die met het systeem verricht werden omvatten een verscheidenheid van onderwerpen. Naast de transversale studie van de ontwikkeling van het qEEG bij kinderen (Blom, 1980, 1990) werd onder meer onderzoek gedaan naar de eigenschappen van een electrodekap (Blom, 1983) en een tweetal studies naar de invloed op onder andere het zenuwstelsel van de mens van chronische toediening van een subklinische dosis bromide (Sangster e.a., 1983, 1986).

In die periode bleek herhaaldelijk dat de grenzen van het huidige systeem geen verdere verruiming van de applicaties meer toeliet. De vraag daartoe werd echter steeds dringender daar de ontwikkelingen in de kwantitatieve analyse van het EEG niet stil stonden. Met name de door Duffy (1979) geïntroduceerde 'brain mapping' was een wijze van gegevenspresentatie die vele mogelijkheden bood.

Een ander aspect was dat vanuit de klinische neurofysiologie de vraag werd gesteld hoe de verkregen referentiewaarden van het qEEG bij kinderen toegepast konden worden in de dagelijkse klinische praktijk samen met de erbij behorende programmatuur.

Het was duidelijk dat het, gezien de ontwikkelingen in de automatisering, niet verstandig zou zijn verder te gaan met de bestaande apparatuur daar deze gebaseerd was op een verouderd concept waarin de gewenste mogelijkheden niet gemakkelijk gerealiseerd zouden kunnen worden, zowel voor wat betreft de prijs als de prestaties. De ontwikkeling van de PC met de daarbij behorende de facto industrie standaarden bood veel meer mogelijkheden met een veel gunstiger prijs-prestatieverhouding.

Voor de toepassing naar de kliniek stonden twee wegen open. De gemakkelijkste weg was het gehele pakket, inclusief de referentiewaarden, als 'public domain' programmatuur voor gebruik ter beschikking te stellen. De consequentie daarvan was dat voor het gebruik een identieke configuratie aangeschaft zou moeten worden, dat er geen enkele vorm van ondersteuning noch enige garantie bestond voor de kwaliteit van het product. Dit zou echter de naam van TNO geen goed doen en er toe leiden dat het systeem nauwelijks elders gebruikt zou gaan worden.

De tweede weg was professionalisering van het pakket. Daarvoor zou contact gezocht moeten worden met een commerciële partner, met deskundigheid op het gebied

van hard- en software, liefst ook ingevoerd in de ziekenhuiswereld, om samen een produkt te maken dat aan alle kwaliteitseisen zou voldoen niet alleen qua hard- en software maar ook op het gebied van garantie en ondersteuning.

Daartoe werd in 1987 kontakt gelegd met de firma Norsk Data Nederland BV die geïnteresseerd was in de mogelijkheden tot samenwerking die geboden werden.

Het concept, de achtergronden en de opbouw van het uit die samenwerking geresulteerde geheel van hard- en software zal in de volgende hoofdstukken besproken worden.

1.4.7 Realisatie

Dit samenwerkingsproject is binnen het NIPG-TNO onder project 3770 uitgevoerd. Financiering is verkregen middels een subsidie van het Ministerie van Economische zaken onder de STIPT regeling Medisch Technologie.

Een separaat rapport zal gewijd zijn aan de resultaten van de referentie database van het qEEG bij volwasenen tussen 20 en 80 jaar die in het kader van dit project is opgesteld. Het ligt in de verwachting dat de metingen en de statistische analyses noodzakelijk voor het opstellen van de database eind 1991 voltooid zal zijn.

De rapportage zal in 1992 plaats vinden.

2. FUNCTIES EN METHODEN VAN HET SYSTEEM

2.1 Inleiding

BRAINFO is ontworpen voor toepassing van analyse van cerebrale signalen met signaal-analytische methoden in de klinische neurofysiologie en de research. De gebruikte methoden zijn voor een deel reeds in eerdere rapporten beschreven (BLOM 1980, 1990) en voor het merendeel in overeenstemming met internationaal geaccepteerde en toegepaste signaal-analytische functies. Hoewel deze functies theoretisch identiek zijn, zijn er wel verschillen in uitwerking ervan.

Zij worden toegepast op tijdseries, i.e. getallenreeksen van in de tijd opeenvolgende waarden van een signaal. Deze getallenreeksen worden uit het continue variërende EEG-signaal verkregen door op opeenvolgende tijdstippen een monster te nemen. Dit bemonsteringsproces, waarbij een **analoog** signaal omgezet wordt in getallenreeksen is **digitalisering** en een van de belangrijkste processen in de bewerking van het EEG-signaal waaraan zeer veel aandacht dient te worden besteed. De waarde van de resultaten van signaal- en statistische analyse is primair afhankelijk van de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de digitalisering.

Een van de belangrijkste voorwaarden voor het rechtstreeks koppelen van apparatuur aan de mens is een optimale beveiliging van de patiënt/proefpersoon. In het BRAINFO-systeem is hieraan veel aandacht besteed.

BRAINFO is een netwerksysteem dat voor de organisatorische aspecten gebaseerd is op het DBMS ORACLE waarvoor specifieke implementaties zijn gemaakt.

In dit hoofdstuk zullen bovenstaande aspecten van het BRAINFO-systeem aan de orde komen.

2.2 Signaal definitie

De menselijke cerebrale activiteit gemeten aan de gesloten schedel is een continu in de tijd variërend signaal met een amplitudo-variantie tussen 0.1 μV tot 3000 μV en een frequentie-inhoud tussen de 0.1 Hz tot 3000 Hz.

De hoogste amplitudo in het EEG wordt gemeten tijdens een epileptisch insult waarbij piekgolven tot 3000 μV kunnen voorkomen. De hoogste frequentie inhoud wordt gevonden bij het registreren van Brainstem Auditory Evoked Potentials (BAEP) waarbij de eerste componenten 1 tot 2 msec. zijn en dus een hoge frequentie-inhoud hebben.

Een analysesysteem moet in staat zijn signalen met deze eigenschappen met voldoende nauwkeurigheid te bewerken. Dit wordt gedaan door de instellingen ervan te optimaliseren voor een bepaalde vraagstelling. Het EEG varieert tussen 10 en 500 μV (met uitschieters naar 3000) en heeft een frequentie-inhoud tussen 0.1 en 30 Hz. Evoked potentials daarentegen variëren in amplitudo tussen 0.1 en 50 μV en hebben een frequentie-inhoud van 2 tot 3000 Hz.

2.3 Digitalisering

Digitaliseren i.e. het met equidistante tijdsintervallen bemonsteren van een continue signaal wordt praktisch uitgevoerd met een A/D-converter. Dit proces begint met analoge versterking van het signaal tot een voor de A/D-converter optimaal niveau. In deze versterkingsketen moet het signaal ook (analoog) gefilterd worden om aliasing (het bemonsteren van waarden die veroorzaakt worden door frequenties hoger dan de bemonsteringsfrequentie) te voorkomen. Deze filters moeten geen frequentie-afhankelijke faseverschuiving te weeg brengen maar fase-lineair zijn.

De nauwkeurigheid wordt bepaald door de A/D-converter waarbij in het algemeen geldt hoe nauwkeuriger hoe trager. De nauwkeurigheid wordt uitgedrukt in bits en geeft het bereik van de getalswaarden aan. De tegenwoordig meest gebruikte nauwkeurigheid welke ook in BRAINFO wordt gebruikt is 12 bits i.e. $\pm 2^{11} - 1$ zijn de grenzen waartussen de waarden variëren (-2048 tot 2047). Dit betekent overigens

niet dat dit de betrouwbaarheid is, immers bij digitalisering is het laatste bit een benadering (least bit insecurity) waardoor de effectieve grenzen tussen -1024 en +1023 liggen. In de praktijk betekent dit dat wanneer de versterkingsgrenzen tussen -100 μ V en +100 μ V liggen, de maximale nauwkeurigheid 0.05 μ V is en de betrouwbare nauwkeurigheid 0.1 μ V bedraagt.

Bij het EEG en EP's worden altijd meerdere kanalen tegelijkertijd bemonsterd. De beste manier zou zijn om voor ieder kanaal een aparte A/D-converter te hebben en op een bemonsteringstijdstip alle kanalen tegelijk te converteren. Dit is echter zowel technisch als financieel niet uitvoerbaar. Een andere methode is om 1 A/D-converter te gebruiken en op een bemonsteringscommando alle kanalen met maximale snelheid na elkaar te converteren en dan weer te wachten op het volgende bemonsteringscommando. Dit wordt multiplexing genoemd en wordt in praktisch alle systemen toegepast. Ook in het BRAINFO-systeem zit dit standaard ingebouwd. Het nadeel daarvan is uiteraard dat de monsters niet in alle kanalen van hetzelfde tijdstip afkomstig zijn. In het BRAINFO-systeem is de minimale tijd tussen opeenvolgende monsters 11 μ sec. (optioneel 6 μ sec.). Dit lijkt niet veel maar wanneer men 32 kanalen wil bemonsteren, het maximale aantal dat in de huidige versie gebruikt kan worden, dan is het tijdsverschil tussen het eerste en het laatste kanaal $32 \times 11 = 352$ μ sec. Dit betekent bij 30 Hz een faseverschil van 3° en bij de hogere frequenties, welke met name bij de EP's een rol spelen kan dit vervormingen introduceren die met name bij de tijd-ruimte afbeeldingen (maps) tot verkeerde interpretaties zouden kunnen leiden.

Het is echter technisch mogelijk met één A/D-converter toch alle kanalen op hetzelfde tijdstip te bemonsteren door op het bemonsteringstijdstip de analoge waarde van alle kanalen in zogenaamde 'sample-and-hold' versterkers op te slaan en vervolgens deze versterkers gemultiplexed te converteren. In het BRAINFO-systeem is deze mogelijkheid aanwezig.

Voor het EEG is de standaard bemonsteringsfrequentie (24 kan.) 204.8 Hz/kan. met, in de huidige versie een maximale bemonsteringsfrequentie van 819.2 Hz/kan.

Voor de EP's wordt een standaard bemonsteringsfrequentie toegepast van 1000 Hz/kan.. Het maximum is afhankelijk van het aantal kanalen en de gebruikte A/D-converter. In de huidige versie van BRAINFO is dit 89 kHz. Dit betekent dus dat voor

een BAEP opgenomen met 4 kanalen de bemonsteringsfrequentie max. 20 kHz/kan. kan zijn.

2.4 Beveiliging

Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk staat is het noodzakelijk bij het bestaan van een elektrische verbinding tussen de mens en apparatuur die rechtstreeks met het elektriciteitsnet is verbonden veiligheidsvoorzorgen te nemen. Er zijn zeer veel verschillende vormen van beveiliging mogelijk waarbij de beste gebaseerd zijn op het aanbrengen van een galvanische scheiding tussen de mens en de apparatuur.

In het BRAINFO-systeem zorgt de isobox voor een scheiding tussen het bijbehorende werkstation en de te beveiligen omgeving. Dit is een op het NIPG ontwikkeld stuk hardware waarin de galvanische scheiding optisch gebeurt. Naast de 32 analoge ingangen voor het EEG-sigitaal is de isobox voorzien van een trigger-ingang, een seriële poort en 4 digitale outputs die gebruikt kunnen worden voor het aansturen van randapparatuur. De geïsoleerde seriële poort kan voor informatie-uitwisseling tussen het EEG-toestel en het werkstation worden gebruikt en met de digitale outputs kunnen meerdere stimulators worden aangestuurd voor het verrichten van EP-registraties. In de huidige versie van BRAINFO zijn deze mogelijkheden niet in de software opgenomen. De sturing van stimulators is wel beschikbaar.

2.5 Analysemethoden

De signaal-analytische methoden voor het EEG omvatten transformatie naar het frequentiedomein, berekening van de vermogensspectra met statistische analyse gebaseerd o.a. op verdeling van de spectra in banden, berekening in het tijddomein van de Hjorth-parameters en overeenkomstige andere bewerkingen. Deze laatste zijn, evenals de gebruikte spectraal parameters, reeds uitgebreid beschreven in 'het EEG-profiel I', zodat een beknopte beschrijving hier volstaat.

De evoked potential analyse is gebaseerd op middeling van reacties op stimuli die met willekeurige tijdsintervallen gegeven worden. Een statistische procedure om een indruk te verkrijgen van de betrouwbaarheid van de gemiddelde potentieel vormt een vast onderdeel van de analyse. Verdere analyse van de verkregen gegevens berust op statistische vergelijking van de verkregen latentie- en amplitudowaarden met referentiewaarden.

Voor alle analyses geldt dat zij op willekeurige kanaalsamenstellingen uitgevoerd kunnen worden. In de praktijk betekent dit dat er twee verschillende analyses worden uitgevoerd, namelijk een waarbij als referentie het gemeenschappelijke gemiddelde of 'common average' wordt gebruikt en een waarbij als referentie de 'source' zoals deze door Hjorth (1975) is beschreven, wordt toegepast.

Voor het beoordelen van de EEG's en EP's beschikt het BRAINFO-systeem over uitgebreide mogelijkheden voor het presenteren van de gegevens. Daartoe behoren grafische presentaties als 'brainmaps', waarmee de verdeling van signalen over de hersenen wordt afgebeeld, spectrale array's, waarbij vermogensspectra van verschillende kanalen, met een verscheidenheid van verschillende combinaties, tegelijk worden afgebeeld en vastlegging van gegevens op papier zowel in grafische vorm als in getallen, zoals bijvoorbeeld de spectrale bandvermogens per kanaal, de Hjorthparameters, etcetera.

2.5.1 De referentie-electrode

Vanaf het moment dat begonnen is het EEG in plaats en tijd weer te geven bestaat er het probleem van de referentie.

Als tussen twee elektrisch **met elkaar verbonden** elementen een elektrisch potentiaal verschil (PV) bestaat dan zal er een elektrische stroom gaan lopen tussen deze twee elementen, evenals water loopt tussen twee waterreservoirs op verschillend niveau, verbonden door een buis.

De cerebrale elektrische activiteit uit zich in veranderingen in de tijd van het potentiaalverschil tussen twee punten, meestal beide op de schedel gelegen.

Het probleem dat zich daarbij voordoet is dat deze activiteit in **beide** punten in de tijd varieert, zodat het niet mogelijk is aan te geven welke potentiaalveranderingen zich op één plaats op de schedel voordoen. De ideale referentie-electrode zou een inactieve zijn maar dit is theoretisch onmogelijk en praktisch niet bestaand.

Een andere benadering is te trachten de potentiaalverschillen om te zetten in referentie-onafhankelijke waarden, door ruimtelijke of spatiële bewerking. De meest gebruikte en gemakkelijkste methode is toepassing van de zogenaamde gemeenschappelijke gemiddelde referentie-electrode wat identiek is aan ruimtelijk hoog-doorlaat (high-pass) filteren (Lehmann, 1989). Een voorwaarde is wel dat men voldoende elektroden gebruikt met ongeveer gelijke onderlinge afstanden ten opzichte van de onderliggende cortex. Deze biedt voordelen ten opzichte van een 'reële' elektrode als referentie. De belangrijkste zijn:

- Maxima en minima altijd verschillend van nul waardoor afbeeldingen ('maps') van de verdeling van het vermogen over de schedel overeenkomen met de verdeling van de locaties van maxima en minima van de bijbehorende potentiaalvelden
- Geen onjuist aangegeven potentiaalvelden
- Geen potentiaalvariatie van nul gedurende langere tijd, iets wat bij een cephale referentie heel goed denkbaar is.

Een relatief nadeel is dat synchrone activiteit, in meer dan 20 % van de elektroden, in tegenfase zichtbaar wordt aan elektroden met relatief weinig activiteit in dat frequentiegebied. Dit geeft in de vermogensmaps aanleiding tot de schijnbare aanwezigheid daarvan op deze weinig actieve locaties.

Een andere ruimtelijke bewerking is de berekening van de stroomdichtheid wat de tweede ruimtelijke afgeleide meet van de locale verandering van het elektrische veld, uitgedrukt in $\mu\text{V}/\text{cm}^2$. Deze stroomdichtheid of 'current source density', meet de in- of uitgaande stroom op een bepaalde plaats op de schedel. De meest eenvoudige schatting is de som van de potentiaalverschillen van N, ten opzichte van een centrale elektrode equidistant gelegen, elektroden minus N maal de spanning van de centrale elektrode.

Een betere methode is het gebruik van meerdere elektroden die niet equidistant gelegen behoeven te zijn, waarbij gebruik wordt gemaakt van weegfactoren voor de af-

stand die men kan berekenen uit de ruimtelijke gegevens van de schedel met behulp van de Laplace operator (Hjorth 1975, 1982).

Deze bewerking die de 'source'-referentie wordt genoemd heeft als voornaamste voordeel dat het 'smerende' effect dat met de gemiddelde referentie wordt verkregen er door vermeden wordt. Dit leidt ertoe dat de ruimtelijke resolutie, vergeleken met de gemiddelde referentie, gedetailleerder wordt. Een nadeel is dat de schattingen van de source voor de rand-electroden een grotere marge van onzekerheid hebben dan voor meer centraal gelegen elektroden.

BRAINFO bezit de mogelijkheid zowel voor het EEG als voor de EP de source referentie te gebruiken waarbij niet de eenvoudiger procedure van 4 equidistante elektroden maar de door Hjorth (1982) gegeven gewichtsmethode gebruikt wordt. In appendix I is een tabel opgenomen met de gebruikte gewichtsfactoren voor de verschillende elektroden.

2.5.2 Frequentie-analyse

De transformatie naar het frequentiedomein gebeurt door middel van de discrete Fast Fourier Transformatie (FFT) van de gedigitaliseerde signalen. Daar dit in het BRAINFO-systeem door een speciale signaalprocessor wordt uitgevoerd neemt dit weinig tijd in beslag (± 11 msec./kan.) wat van belang is voor de praktische bruikbaarheid van het systeem. Het minimaal aantal bemonsteringen in deze versie is variabel van 256 tot 1024. Bij de standaard bemonsteringsfrequenties van 204.8 Hz en 102.4 Hz varieert de frequentieresolutie dus tussen 1 en 0.1 Hz. Alleen de eerste 30 Hz. worden in de analyse betrokken. Filtering van de spectra gebeurt in het frequentiedomein door middel van een 3-punts elliptisch filter.

Uit de ruwe spectra worden een aantal verschillende parameters berekend, afhankelijk van het doel waarvoor ze gebruikt worden.

De referentie database is gebaseerd op vermogensspectra met een resolutie van 0.1 Hz samengenomen in banden met vaste grenzen (zie tabel 1). Een set van banden is gelijk aan de in 1968 door Matousek (1968) gepubliceerde bandgegevens die tot nog toe voor de meeste klinische toepassingen zijn gebruikt. Daarnaast zijn voor sets van 0.5 Hz en 1 Hz brede banden de referentiewaarden voorhanden. De bandvermogens

zijn opgebouwd uit de ongefilterde vermogensspectra daar het samennemen in banden en middeling over meerdere delen reeds filtering inhoudt.

Naast de bandvermogens worden nog een aantal andere parameters uit de vermogensspectra berekend die in de database aanwezig zijn.

Dit zijn in de eerste plaats de piek-frequenties en piek-vermogens die in de brede band (zie tabel 1) voorkomen. Daarbij wordt tevens de zogenaamde 'halve-hoogte-piek-power' (HHPP) berekend. Dit is de som van alle vermogens die groter zijn dan de helft van het maximale vermogen in deze brede band.

Tabel 1 De variabelen uit de vermogensspectra zoals deze voor de Matousekbanden worden berekend. Deze variabelen zijn opgenomen in dat deel van de database dat hiervoor is bestemd. De Hjorth parameters (variabelen 11,12 en 13) worden apart in uit het gedigitaliseerde EEG berekend.

1.	Log vermogen δ_1 -band	(0.1 - 1.4 Hz)
2.	Log vermogen δ_2 -band	(1.5 - 3.4 Hz)
3.	Log vermogen Θ -band	(3.5 - 7.4 Hz)
4.	Log vermogen α_1 -band	(7.5 - 9.4 Hz)
5.	Log vermogen α_2 -band	(9.5 - 12.4 Hz)
6.	Log vermogen β_1 -band	(12.5 - 17.4 Hz)
7.	Log vermogen β_2 -band	(17.5 - 24.5 Hz)
8.	Log vermogen β_3 -band	(24.5 - 30 Hz)
9.	Log totaal vermogen	
10.	Activity	
11.	Mobility	
12.	Complexity	
13.	Piekfrequentie Θ -band	
14.	Log piekvermogen Θ -band	
15.	Log halve vermogen Θ -band	
16.	Piekfrequentie α -band	}
17.	Log piekvermogen α -band	} α -band = α_1 + α_2 -band
18.	Log halve vermogen α -bandvermogen	}
19.	Piekfrequentie β -band	}
20.	Log piekvermogen β -band	} β -band = β_1 + β_2 -band
21.	Log halve vermogen β -bandbreedte	}
22.	Quotient vermogen Θ/α_1	
23.	Quotient vermogen Θ/α_2	
24.	Quotient vermogen $\Theta/(\alpha_1 + \alpha_2)$	

Daarnaast worden een aantal quotiënten berekend die als dimensieloze parameters gebruikt worden, onder andere bij de berekening van de procesvariabelen voor de leeftijd zoals beschreven in het rapport 'Het EEG-profiel II' (Blom, 1990). Dit zijn de quotiënten tussen het vermogen in de Θ -band en de vermogens in de α -banden (Θ/α_1 , Θ/α_2 en $\Theta/(\alpha_1+\alpha_2)$).

Ook worden de zwaartepunten van de banden berekend. Het zwaartepunt is de naar het vermogen gewogen frequentie in een band volgens:

$$\sum p_i f_i / \sum p_i \quad i=B_j..B_k \quad (1)$$

Waarbij B_j = begingrens band en B_k = eindgrens band.

Voor verdere statistische analyse en weergave van het qEEG zijn voor de referentiepopulatie per kanaal al van deze parameters berekend en hun gemiddelden en standaard deviaties als referentiewaarden opgeslagen in de referentie database.

2.5.3 Tijddomein parameters

De parameters Activity, Mobility en Complexity (Hjorth, 1970) vormen de uit het tijddomein afgeleide parameters die, voor de database, berekend worden over perioden van 10 seconden. Het zijn uit de centrale momenten van de tijdserie, die het EEG is, geconstrueerde variabelen. Er bestaat een duidelijke relatie met de spectrale gegevens berekend over eenzelfde epochlengte. De Activity komt daarbij overeen met het gemiddelde vermogen, de Mobility met de gemiddelde frequentie en de Complexity met de bandbreedte van het signaal.

Met name de Mobility en de Complexity zijn grootheden die een ander facet van het EEG belichten dan de spectra.

Voor de mathematische achtergrond van deze variabelen wordt verwezen naar het oorspronkelijke artikel (Hjorth 1970) en het NIPG rapport 'Het EEG profiel I' (Blom, 1980).

2.5.4 Evoked potentials

Het BRAINFO-systeem kan verschillende vormen van Evoked Potentials analyseren. Voor alle EP's wordt gebruik gemaakt van middeling als signaaldetectie methode.

De evoked potential bestaat uit een vast aantal punten (512) waarbij het aantal prestimulus punten gevarieerd kan worden. Deze prestimulusperiode kan gebruikt worden om het 0-niveau van de response te bepalen.

De gebruikte bemonsteringsfrequentie bepaalt de lengte van de response. Bij 1000 Hz. is dit dus 512 msec. (minus de prestimuluslengte), bij 10.000 Hz is dit 51.2 msec.

Bij het opnemen van de EP wordt één kanaal (vrij te kiezen) continue getoond, zodat de opbouw van de EP tijdens de registratie gevolgd kan worden. Daarbij wordt ook een betrouwbaarheidsindex getoond. Dit is een maat die aangeeft in hoeverre een volgende stimulus nog verandering in de gemiddelde response teweeg brengt. Zij berust op het gegeven dat naarmate er meer stimuli komen de individuele bijdrage steeds verder zal afnemen wanneer de response gelijk blijft.

De betrouwbaarheidsindex R is:

$$R_i = 100 * \text{Abs}(S_i - S_{(i-1)} / S_i)$$

waarbij

$$S_i = 1/N \sum \sqrt{\text{var}_j} \quad j = n \dots N$$

n= startpunt response (triggerpunt)

N= aantal samples in de EP (standaard=512)

de S_i = standaarddeviatie van de EP gemiddeld over alle N punten van i stimuli.

Het blijkt dat wanneer R gedurende een aantal (minimaal 2) opeenvolgende stimuli kleiner dan 0.5 blijft, de curve nauwelijks meer van vorm verandert.

Er moet wel op gewezen worden dat deze index slechts een hulpmiddel is, daar nog onvoldoende onderzoek is verricht naar de waarde ervan voor de praktijk.

De waarden van de opeenvolgende R_i en de variantie van de EP na het opgegeven aantal stimuli wordt opgeslagen. Deze variantie is maatgevend voor de variantie van de EP in de andere kanalen.

Tot de verdere verwerking van de EP behoort een automatische topdetectie en - voor de VEP - topidentificatie dat berust op een model van de EP op een flits stimulus (Blom en Van Blokland, 1975).

2.5.5 Mapping methoden

Mapping is de ruimtelijke presentatie van qEEG's, spectra en EP's in een vlak van b.v. 64 bij 64 waarin de elektroden geplaatst zijn volgens de internationale 10-20 systeem. Een lineair 4-punts interpolatie-algoritme wordt gebruikt voor berekening van de tussenliggende punten. Deze wijze van berekenen is een van de meest gebruikte technieken. Het vormt een goed compromis tussen accuratesse en gladheid van de contouren. In de praktijk blijken complexere algoritmen (bijvoorbeeld polynoombenadering, inverse afstand tot de macht) weinig relevant te zijn dit in tegenstelling tot het gebruik van de stroomdichtheid wat in paragraaf 2.5.2 is beschreven. De huidige versie is gebaseerd op 19 elektroden daar de oor-elektroden niet in de mapping zijn opgenomen. Dit is gedaan omdat, in tegenstelling tot de schedel-elektroden, de localisatie van de oor-elektroden minder goed gefixeerd is. In het lopende onderzoek wordt de variabiliteit van deze localisatie onderzocht om een optimale plaatsing in het presentatievlak te verkrijgen. Zodra dit voldoende betrouwbaar is gemeten zal het mogelijk zijn maps te maken waarbij de gegevens van de oor-elektroden ook worden gebruikt. Dit kan van belang zijn voor patiënten met epilepsie en voor de analyse van de Auditieve Evoked Potential.

2.6 Communicatie.

2.6.1 Opbouw van het netwerk

De verbindingen tussen werkstations en server zijn uitgevoerd als 'thin-wire' Ethernet hoewel de zogenaamde 'thick-wire' uitvoering ook gebruikt kan worden. Het communicatie protocol is TCP/IP. Standaard netwerk software van Excelan zorgt

voor een voor de gebruiker transparant netwerk onder BRAINFO. Het enige dat de gebruiker merkt van het netwerk is dat sommige onderdelen wat trager verlopen, wat met modernere software opgelost kan worden.

De gebruiker kan vanuit BRAINFO direct op de server werken door er op in te loggen. Het is dan wel vereist dat er een account en wachtwoord voor hem ter beschikking staan. Standaard wordt bij het systeem het account BRAINFO geleverd met de naam als wachtwoord. De gebruiker dient dit naar eigen inzicht te veranderen om de beveiliging van het systeem te waarborgen. In dat geval is hij een gebruiker van het XENIX operating-systeem van de server en kan gebruik maken van alle daarop aanwezige programma's. Er is nog een andere manier voor de gebruiker om de server te gebruiken, namelijk door in te loggen als gebruiker op het ORACLE DBMS. Ook hiervoor bestaat weer een wachtwoord-beveiliging die door de gebruiker zal moeten worden aangepast. Standaard wordt het afgeleverd met BRAINFO als wachtwoord. Het is van belang dat men voldoende kennis heeft van ORACLE en de wijze waarop de database is opgebouwd wanneer men er rechtstreeks mee wil werken. De opbouw van de database staat in de bijbehorende technische handleiding vermeld.

2.6.2 Communicatie met DOS

Op het werkstation kan de gebruiker vanuit BRAINFO naar DOS gaan waarbij BRAINFO stand-by blijft. Het voordeel daarvan is dat de netwerkverbindingen gehandhaafd blijven. Dit is niet het geval wanneer BRAINFO wordt verlaten. Alle netwerkverbindingen worden dan verbroken waardoor het werkstation verandert in een gewone PC. Daar een aantal onderdelen van het netwerk en van BRAINFO permanent in het geheugen blijven is de geheugencapaciteit in beide gevallen beperkt. Dit maakt dat pakketten die zeer veel geheugen nodig hebben op de werkstations niet kunnen draaien zonder dat speciale voorzieningen zijn getroffen. Deze communicatiemogelijkheid is vooral bedoeld om taken te verrichten waarin het pakket niet voorziet en zal in de praktijk nauwelijks of nooit nodig zijn. Ook hiervoor geldt dat modernere software de oplossing voor bovenstaande problemen al heeft gegeven zodat in nieuwe installaties dit probleem zich niet zal voordoen.

3. STANDAARDEN BRAINFO

3.1 Inleiding

Wil een systeem als BRAINFO efficiënt functioneren dan is het noodzakelijk dat er een aantal conventies worden opgesteld aangaande structuur en opzet. Deze conventies dienen goed overwogen te worden daar het maken van veranderingen in een later stadium vaak tot diepgaande en structurele aanpassingen zal kunnen leiden. Het is overigens onvermijdelijk dat nieuwe ontwikkelingen ertoe zullen leiden dat eenmaal gekozen conventies op een gegeven moment niet meer de meest efficiënte zijn maar om wille van de compatibiliteit met oudere gegevens gehandhaafd moeten blijven. In sommige gevallen kan men deze aanpassen, hetgeen ook in het BRAINFO-systeem is gebeurd. In principe zijn zij echter in de opeenvolgende versies gelijk gebleven, zij het dat ze, waar mogelijk en nodig, zijn aangepast aan de veranderde hard- en software mogelijkheden.

In dit hoofdstuk zullen de conventies worden beschreven voor de bestandsbenaming, de datastructuur, de verschillende gebruikte bestandsformaten en de afspraken betreffende de EEG-registraties, zoals deze voor de verschillende protocolbestanden zijn opgesteld.

3.2 Bestandsbenamingen

Voor een hoge gebruikersvriendelijkheid is het van belang dat bij opgave van de identificatie van bestanden de gebruiker zo weinig mogelijk specifieke systeem informatie hoeft te onthouden. Aan de andere kant is het voor een systeem van belang zo min mogelijk onnodige schijfhandelingen te verrichten om het juiste bestand op te halen.

Dit heeft geleid tot een vorm van bestandsidentificatie die enerzijds van de gebruiker slechts het hoogst noodzakelijke vraagt en anderzijds informatie over het type bestand in de bestandsnaam heeft aangegeven.

Onder het operating systeem MS-DOS bestaat een bestandsnaam uit een naamdeel van 8 posities en een extensie van 3 posities. Het BRAINFO-systeem gebruikt alle 12 posities voor de identificatie.

De extensie bestaat altijd uit de letter **D** gevolgd door het jaar van registratie. Voor 1990 wordt de extensie dus: **D90**. In oudere versies van het pakket werd de extensie niet gebruikt en bevatte standaard de letters DAT.

Het naamdeel bestaat uit drie delen. Op de eerste positie wordt met een letter de inhoud van het bestand aangegeven. In appendix II staan de lettercodes die in de huidige versie van BRAINFO gebruikt wordt. Deze kunnen in toekomstige versies uitgebreid worden.

De laatste positie van het naamdeel bevat het nummer van de meting behorende bij een registratie. Er kunnen maximaal 23 verschillende metingen tijdens één registratie opgenomen worden. Dit zal nauwelijks een beperking zijn.

De overige 6 posities worden ingenomen door de patiënt-identificatie. Daarbij zijn de eerste 2 posities in principe gereserveerd voor een groepscode, terwijl de resterende 4 posities het patiëntnummer (uitsluitend cijfers) bevatten dat bij de groepscode behoort. Daar de groepscode uit letters en cijfers (eventueel zelfs ook leestekens, etcetera maar geen punt of spatie) kan bestaan, kunnen er minimaal 776 verschillende groepscode worden gebruikt met per groepscode 10.000 patiënten. Dit betekent dat in één jaar 7.760.000 verschillende registraties verricht kunnen worden voordat het systeem geen codes meer ter beschikking heeft.

Uiteraard is iedere gebruiker geheel vrij in de keuze van codes en nummering.

3.3 De datastructuur en data-opslag-conventies

Brainfo gebruikt in principe twee verschillende bestandstypen namelijk bestanden met **ruwe** data en bestanden met **bewerkte** data. De eerste zijn altijd in binaire vorm opgeslagen de tweede kunnen zowel binair als alfanumeriek zijn.

De alfanumerieke bestanden zijn met name bedoeld om uitwisseling met andere systemen mogelijk te maken.

De structuur van de databestanden die door BRAINFO gecreëerd worden is geënt op een bestandsopzet die in de jaren 70 door een groep ingenieurs en klinisch neurofysiologen is opgezet.

Het principe daarvan is dat de bestanden bestaan uit gegevensblokken, waarvan de lengte variabel kan zijn, vooraf gegaan door een strak gestructureerd kopblok dat de noodzakelijke informatie bevat om de gegevens te kunnen interpreteren.

Alle binaire bestanden hebben een kopblok met informatie over de opgeslagen data, de alfanumerieke bestanden hebben dit niet.

3.3.1 Het kopblok

Het kopblok bevat alle informatie nodig om de gegevens in een bestand te identificeren en te interpreteren. In appendix II is een uitgebreide beschrijving van de betekenis van de verschillende velden. In deze paragraaf staan de belangrijkste gegevens kort beschreven. Deze zijn:

- **Patiëntgegevens** (BRAINFO-code, ZIS-code, etc. vrij te bepalen).
- **Opslagmedium** soort (Harde schijf, WORM, diskette).
- **Calibratiewaarden** van 32 kanalen.
Deze dienen voor de omrekening naar μV van de bestandsgegevens.
- **Gebruikt protocol** (zie paragraaf 4.4.3).
- **Datum en tijd** van registratie evenals datum en tijd van de calibratie.
- **Codering** van de bestandsgegevens.

Bij de afspraken welke in de jaren '70 gemaakt zijn behoorde een codering van de condities waaronder het EEG is opgenomen. Deze codering wordt binnen het systeem voor bepaalde procedures gebruikt. Hij bestaat uit 4 bytes waarin de bitsetting overeenkomt met de conditiecodes (zie appendix II).

- **Digitaliseringsgegevens.**

Hieronder vallen een aantal aspecten als **digitaliseringsfrequentie**, **aantal kanalen**, **aantal bemonsteringen** (samples) per blok en **aantal blokken** in dit bestand.

Een belangrijk onderdeel van bestanden in BRAINFO is de gebruikte bloklengte. Deze is in principe variabel maar wordt standaard altijd op **512** bytes gezet. Deze - default - waarde wordt bij alle binaire bestanden gebruikt en slechts bij uitzondering (zie paragraaf 3.3.3) op een andere waarde gezet. De voornaamste reden is compatibiliteit met data, opgenomen met oudere versies van BRAINFO en het feit dat er geen dwingende redenen zijn dit te veranderen.

- **Geboortedatum.**

- **Versterkingsfactor.**

De calibratiewaarden geven de factor aan waardoor een monster gedeeld moet worden om in μV te worden uitgedrukt. De versterkingsfactor geeft de opnameversterking aan waarmee het analoge signaal werd geregistreerd. Het wordt getoond bij bepaalde modules.

- **Codes.**

Met 4 code bytes wordt de opnamemontage en de conditiecodes, waaronder opgenomen wordt, aangegeven. Het is gedeeltelijk een duplicatuur van de conditiecodes die onder **codering bestandsgegevens** zijn beschreven. Deze codes worden in de meeste modules gebruikt in plaats van de eerder beschreven bitcodes welke voornamelijk voor compatibiliteit met oudere gegevens wordt gebruikt.

- **Geslacht.**

- **Bestandsspecifieke gegevens.**

Hieronder valt de specifieke extra informatie nodig voor de analyse van de verschillende soorten van gegevens. Voor de gedigitaliseerde EEG's zijn dit bijvoorbeeld de delen die aangemerkt zijn als artefact bevattend, voor de EP's is dit informatie betreffende de duur van de respons, de duur van de prestimulusperiode, filtergegevens gebruikt tijdens verwerking, etcetera. Deze zullen bij de beschrijving van de verschillende bestanden aan de orde komen.

Het spreekt vanzelf dat deze specifieke gegevens, waar relevant, zowel bij tonen op het scherm als op papier automatisch meegegeven worden.

3.3.2. Binaire bestanden

De binaire bestanden zijn bedoeld om binnen het systeem gebruikt te worden. Zoals in paragraaf 3.2 is aangegeven zegt de eerste letter van een bestand iets over de inhoud ervan. De datastructuur van ieder is aangepast aan het doel om een zo efficiënt mogelijke dataopslag te verkrijgen

Beginletter E.

Alle bestanden die met de letter E beginnen bevatten het gedigitaliseerde EEG. Daarbij staat in het kopblok, behalve de algemene gegevens, informatie over het aantal records dat weggeschreven is.

Een record heeft een lengte van $N \cdot 256$ samples waarbij N het aantal kanalen is. Het aantal van 256 is vast. Ieder sample is 2 bytes (16 bit) lang terwijl de samples van opeenvolgende kanalen bijelkaar staan (zie fig. 3.1).

Standaard wordt meestal met 204.8 samples/s. gedigitaliseerd zodat een record 1.28 s. EEG bevat. Bij weergave op het scherm wordt vaak 102.4 samples/s. gebruikt zodat een deel - ook wel epoch genoemd - 2.56 s. duurt. Deze vaste lengte is deels het gevolg van compatibiliteit met oudere versies, maar evenzeer van het feit dat voor frequentieanalyse met behulp van de Fast Fourier Transformatie (FFT) de lengte van getallenseries een macht van twee dient te bedragen.

Voor verwerking van het EEG worden eerst de artefacten zoals oogbewegingen, spieractiviteit, ademhaling, etcetera door visuele beoordeling op het scherm verwijderd (zie paragraaf 6.4.1.). De delen die artefacten bevatten worden niet fysiek uit het bestand verwijderd maar de nummers worden in een X-bestand (zie verder) opgeslagen, evenals de 'event' aangeduide delen.

Beginletter A.

Bestanden die met een A beginnen bevatten de gemiddelde EP's. Ook deze bestaan uit een kopblok met algemene en specifieke gegevens. Dit wordt gevolgd door N records van 512 getallen, waarbij N het aantal kanalen is. De getallen zijn 2-byte integers waarbij alle waarden voor één kanaal achter elkaar staan.

Dit is anders dan in de E-bestanden waarbij de waarden per samplenummer gegroepeerd zijn. In de E-bestanden is dus de **recordlengte** variabel, terwijl bij de A-bestanden het **aantal records** variabel is (bij gelijkblijvende recordlengte). In deze versie is de lengte van een evoked kanaal vast ingesteld op 512 waarden.

In het kopblok staan naast de algemene gegevens o.a. het aantal stimuli (sweeps) dat gegeven is, het totaal aantal samples en het tijdsinterval tussen de samples (in μ s), de lengte van het signaal vóór de stimulus (prestimulustijd), gegevens over de digitale en analoge filtering van het signaal en de waarde van de DC-component voor ieder kanaal.

Beginletter F.

Bestanden beginnend met een **F** bevatten de gemiddelde Fourierspectra van de gedigitaliseerde EEG's. Dit zijn 310 waarden opgeslagen als 4-byte reals en gegroepeerd per kanaal (zie figuur 3.3) op dezelfde wijze als de EP's.

Deze worden door een van de modules uit het dataverwerkingsdeel (zie paragraaf 4.4.4 en de paragrafen onder 6.4) gemaakt en zijn berekend door middel van de Fourierspectra van N delen met een lengte van k sec. gedigitaliseerd EEG. In de huidige versie kan k 5 of 10 seconden zijn. Deze beperking is met opzet aangebracht daar de database gestandaardiseerd is op een deellengte (epochlengte) van 10 s. en vergelijking met andere epochlengten tot onjuiste resultaten kan leiden. Daarnaast zijn er andere modules in het pakket voor de berekening van spectra met andere epochlengten.

Naast de gemiddelde Fourierspectra kunnen de F-bestanden ook de coherentie en de coëfficiënten van de kruisspectra bevatten voor die kanalen waarvoor de berekening is opgegeven bij de instelling van de montage. In de huidige versie van BRAINFO is het maximale aantal daarvoor 4. Dit zal in latere versies uitgebreid worden. De waarden volgen in het bestand na de autospectra. Opgeslagen is de coherentie van de uitgekozen kanalen (310 waarden per kanaal) en de reële en imaginaire coëfficiënten van de kruisspectra (elk 310 waarden per kanaal) alles in de vorm van 4-byte reals.

Het kopblok van het F-bestand bevat ook weer specifieke gegevens zoals de kanalen waarvoor de kruisspectra zijn berekend, met of zonder artefacten, etc.

Beginletter S.

De bestanden beginnend met een S zijn binaire bestanden die statistische gegevens betreffende de evoked potentials bevatten. Bij registratie van een EP wordt voor het getoonde kanaal een dynamische statistische parameter berekend die een maat is voor de betrouwbaarheid van de EP (zie paragraaf 2.5.4.) Opgeslagen wordt de standaarddeviatie van het getoonde kanaal als 512 4-byte reals, gevolgd door de toetsparameter per sweep. Bij 100 sweeps zijn er dus 100 toetsparameters. Verdere informatie staat in hoofdstuk 2.

Naast deze statistische parameter bevat het S-bestand ook de varianties van de EP voor het kanaal waarvoor de betrouwbaarheidsparameter berekend is.

Beginletter X.

Het bestand beginnend met een X bevat het kopblok van een E-bestand met daarin de als artefact gemarkeerde delen en de als 'event' aangegeven momenten. De reden dat dit een apart bestand is in plaats van een modificatie van het kopblok van het E-bestand komt door het gebruik van de optische schijf als opslagmedium. Daar deze slechts éénmalig beschreven kan worden kunnen geen modificaties worden aangebracht in reeds beschreven records van een bestand. Het pakket houdt hier automatisch rekening mee en test altijd op de aanwezigheid van een X-bestand. Dit betekent wel dat het X-bestand op hetzelfde medium aanwezig moet zijn als het E-bestand. Wordt een E-bestand van de WORM naar een ander medium gecopieerd dan dient **altijd** het X-bestand meegecopieerd te worden daar dit niet automatisch door het pakket wordt gedaan. Gebeurt dit niet dan wordt aangenomen dat het bestand nog niet bewerkt is.

3.3.3. Alf numerieke bestanden

Naast de bovenbeschreven binaire databestanden kent BRAINFO twee alfanumerieke databestanden die bedoeld zijn voor uitwisseling met andere programma's en systemen. Deze gegevens kunnen direct ingelezen worden in statistische programma's als SPSS of databaseprogramma's als DBASE.

Met behulp van ORACLE kunnen specifieke alfanumerieke bestanden gemaakt worden uitgaande van de database. Daarbij zal men echter meestal één bepaald aspect van het EEG van een aantal patiënten samenvoegen, terwijl in deze bestanden de gegevens van één patiënt staan.

Beginletter G.

Dit bestand bevat de gegevens van de spectrale banden, berekend volgens de standaard-bandgrenzen, een aantal quotiënten, de Hjorthparameters en de zwaartepunten (zie voor nadere uitleg hoofdstuk 2), gerangschikt per kanaal van de gebruikte montage.

Beginletter C.

Het C-bestand is een aanvulling op het G-bestand en bevat de gegevens van de kruisspectra voor de berekende kanalen.

De afdruk van deze twee bestanden op papier, samen met de grafische output van de spectra vormen de basisgegevens voor de routinematige beoordeling van het kwantitatieve EEG.

3.4 Conventies EEG

Daar het BRAINFO-systeem vanaf het begin is ontwikkeld om volledig geïntegreerd te zijn in de routine meetomgeving zijn er een aantal conventies ontwikkeld die nodig zijn om een zo optimaal mogelijk resultaat te verkrijgen.

Om zoveel mogelijk profijt te hebben van de mogelijkheden die het systeem biedt is het aan te bevelen altijd te werken met een 21-kanaals EEG-toestel. Weliswaar is

BRAINFO voorzien van de mogelijkheid ook met 16- of 18-kanaalstoestellen te werken, maar zowel het gebruik van de mapping-mogelijkheden als van de source-afleidingen is dan beperkt.

Door de opzet van het systeem is in de huidige versie de volgorde van de kanalen, zoals deze van het EEG-toestel worden afgeleid vast (zie ook paragraaf 4.4.5). Dit is het gevolg van het feit dat een aantal hulpbestanden op deze volgorde gebaseerd zijn en invoering van een variabele kanaalvolgorde revisie van een aantal modules noodzakelijk maakt.

Het nadeel ervan is dat met de wat oudere EEG-toestellen het EEG met deze kanaalvolgorde ook op papier wordt geschreven. Bij de modernere systemen kan dit worden gescheiden. Voor het bekijken op het scherm, ook tijdens opname, kan uiteraard iedere willekeurige kanaalvolgorde en/of montage gekozen worden die men wenst.

Een andere conventie is dat er naar wordt gestreefd minimaal 100 seconden artefact-arme registratie van het EEG te verkrijgen. Dit betekent niet dat deze aaneengesloten moeten zijn. Oogbewegingen, lichaamsbewegingen, slikken, hoesten, etcetera zijn artefacten die niet meegenomen dienen te worden in de analyse. Er zijn twee mogelijkheden om deze te verwijderen. De eerste is om tijdens opname, bij het waarnemen van een artefact, de AD-conversie te stoppen en te wachten tot het EEG weer rustig is. Dit zal in het algemeen gedaan worden wanneer er sprake is van onrust bij de patiënt, langdurige slik- en of kauwbewegingen, etcetera. Voor kortdurende artefacten beschikt BRAINFO over een aparte module waarmee artefacten verwijderd kunnen worden. Dit brengt wel met zich mee dat men een langer stuk EEG dient te registreren dan men uiteindelijk wil analyseren. In de praktijk is gebleken dat om 100 sec. artefact-arm EEG te verkrijgen 150 sec. registratie in de meeste gevallen ruim voldoende is. Hierop is dan ook de referentie-database van BRAINFO gebaseerd.

Om een voor spectraal analyse bruikbare EEG-registratie te verkrijgen zijn nog een paar andere aspecten waarop gelet moet worden.

In de eerste plaats dient men met een zo groot mogelijke tijdconstante (High-pass filter) te werken en met een zo hoog mogelijke afsnijfrequentie (Low-pass filter). De standaardinstellingen voor de database zijn een tijdconstante van 1 (High-passfilter 3 dB is 0.1 Hz) en en afsnijfrequentie van 70 Hz (Low-pass filter 3 dB is 70 Hz). Een

50 Hz-filter mag niet gebruikt worden bij registratie van het EEG voor signaal-analyse daar dit de faserelaties in het signaal volledig verstoort.

Daarnaast is het veranderen van de versterkingsfactor tijdens het registreren ook niet toegestaan daar het met de meeste toestellen niet mogelijk is dit tegelijkertijd aan het BRAINFO-systeem te laten weten. Enkele moderne toestellen hebben de mogelijkheid dit wel te doen. Het BRAINFO systeem is hier wel op voorbereid, maar in de huidige versies van de data-acquisitiemodules is dit nog niet ingebouwd. De signalen kunnen overigens zonder probleem de versterkers oversturen daar het systeem hiervoor beveiligd is.

Mocht het onverhoopt toch nodig zijn dan is het aan te bevelen, vóór het verzwakken van het signaal, een kort blanco signaal te geven (deblokkeren) en dit bij terugzetten wederom te doen. Hiermee kan dit stuk dan gemakkelijk worden teruggevonden en apart geanalyseerd.

Voor de Evoked Potentials gelden, behalve de beperking van de kanaalvolgorde, verder geen bijzondere conventies. De gebruikte stimulusparameters zijn die welke ook in de kliniek worden toegepast. In principe kan iedere stimulator gebruikt worden. Voorwaarde is alleen dat het triggersignaal aan bepaalde technische specificaties moet voldoen en op het systeem kan worden aangesloten. Het is ook mogelijk de stimulator vanuit BRAINFO te sturen. Dit is aan te bevelen wanneer de stimulator geen random-intervallen tussen stimuli kan geven.

4. OPBOUW BRAINFO SYSTEEM

4.1 Doel van het systeem

Het BRAINFO systeem is ontworpen om routinematig de electrofysiologische signalen van het CZS ,zoals het EEG en de EP's, te kwantificeren, met signaal-analytische methoden te bewerken en deze gegevens zowel grafisch te presenteren als getalsmatig op papier af te drukken.

De opbouw van het geheel is erop gericht de integratie te bewerkstelligen tussen de EEG-registratie en de computerverwerking en alle gegevens die betrekking hebben op de registratie en de patiënt administratief te verwerken met automatisering van verwerking en rapportage.

Door deze integratie van signaal-analytische, administratieve en organisatorische aspecten kan het beschouwd worden als het automatiseringssysteem voor klinisch-neurofysiologische afdelingen dat veel meer omvat dan alleen de signaal-analyse.

Daarenboven kan het, door het flexibele concept, communiceren met reeds bestaande ziekenhuis informatiesystemen voor het importeren en exporteren van gegevens en deze importeren vanuit andere registratie-apparatuur zoals myografen, HTG-apparatuur etc., wanneer deze daartoe de mogelijkheden hebben.

4.1.1 Het papierloze EEG

Een belangrijke vraag die tegenwoordig wordt gesteld is of het systeem een papierloze EEG-registratie mogelijk maakt. In principe is dit zeker mogelijk zonder enig verlies aan informatie maar voor het dagelijks gebruik is de resolutie van de gebruikte videoschermen naar onze mening nog iets te laag. Dit is echter voornamelijk een prijstechnisch probleem daar de hard- en software oplossingen hiervoor wel aanwezig zijn. Een belangrijker belemmering is gelegen in het feit dat het 'doorbladeren' van een EEG dat op papier is geregistreerd sneller gaat dan het 'doorbladeren' van een gedigitaliseerd EEG. Hierbij speelt zowel het scherm - sommige video-

systemen met hogere resolutie beschikken over een eigen processor en zijn daardoor vele malen sneller maar ook duurder - als de eigenschappen van de randapparatuur en het netwerk een rol. Hoewel ook hier prijstechnische aspecten aanwezig zijn spelen technische belemmeringen hierbij een groter rol. Overigens moet opgemerkt worden dat de 'bladersnelheid' van het BRAINFO systeem niet zodanig is dat deze niet bruikbaar zou zijn. Het gaat echter in de huidige versie minder snel dan handmatig met papier.

Daarnaast moet opgemerkt worden dat, hoewel visuele beoordeling van het EEG ook met de nu gebruikte schermen heel goed mogelijk is, het systeem daarvoor niet primair bedoeld is. De kwantitatieve gegevens die uit het EEG verkregen worden, samen met de referentiewaarden en de presentatie in de vorm van brain maps geven meer informatie over het EEG dan met visuele beoordeling alleen te bereiken is. Het zal echter zeker de eerste jaren zo zijn dat voor de beoordeling van het EEG voor de dagelijkse praktijk, visuele beoordeling van het EEG onmisbaar is. Pas als meer ervaring is opgedaan met de kwantitatieve analyse zal deze zijn waarde kunnen bewijzen en geheel of gedeeltelijk de plaats innemen van de visuele beoordeling. Maar zelfs dan zal de behoefte blijven bestaan de grafische representatie van de curven op het scherm te bekijken en als aanvulling op de kwantitatieve analyse te gebruiken.

4.2 Het concept

Het BRAINFO systeem is in feite gebaseerd op één grondgedachte, namelijk die van de modulariteit. Deze basis die in het oorspronkelijke ontwerp (zie paragraaf 1.4.2) reeds voor de ontwikkeling van de software tot leidraad diende, is uitgebreid tot een geheel systeem dat de hard- en software omvat.

Hardware modulariteit is pas in de huidige tijd te realiseren door de ontwikkeling van hard- en software voor data-transmissie tussen computers met hoge snelheid. Hiermee kunnen netwerken gecreëerd worden van 'dedicated' systemen die ieder naast een meer algemene, een specifieke functionaliteit bezitten en die, binnen de door de techniek gestelde grenzen, naar believen uitgebreid of ingekrompen kunnen worden.

Voor de praktische realisering van dit concept is nog een aantal verdere voorwaarden opgesteld. De belangrijkste is dat waar mogelijk gebruik gemaakt wordt van zgn. 'Industrie Standaarden'. Dit zijn produkten, gebaseerd op goed gedefinieerde specificaties, die door meerdere bedrijven worden ondersteund, c.q. applicatie programma's met een hoge acceptatiegraad en veel gebruikers.

Een voorbeeld van een industrie-standaard is de PC, een oorspronkelijk door IBM geïntroduceerde computer, gebaseerd op Intel processoren waarvan de specificaties een de facto standaard zijn geworden die door een groot aantal verschillende producenten gebruikt wordt.

De modulariteit betekent dat niet één systeem alle functies moet bevatten die in het geheel voorhanden zijn, maar dat er verschillende eenheden zijn, **werkstations** genaamd, die ieder een eigen specifieke functionaliteit bezitten, verbonden met een centrale **server** die zorgt voor gemeenschappelijke aspecten als gegevens-opslag, gegevens administratie, permanente gegevens presentatie met behulp van printers en/of plotters, patiënt- en afdelingsadministratie en de integratie van al deze zaken door middel van een data base management systeem (DBMS).

Dit concept maakt het BRAINFO systeem duidelijk verschillend van reeds voorhanden zijnde systemen, zowel op commerciële als niet-commerciële basis. Het is een logisch vervolg op de ontwikkeling die in 1978 in gang is gezet. De flexibiliteit ervan maakt dat het zowel voor kleine als voor grote afdelingen ingezet kan worden terwijl de keuze voor industrie standaarden, hoewel zeker geen garantie, de kans op snelle veroudering verkleint en modernisering vergemakkelijkt.

4.3 De hardware realisatie van het concept

Toen in 1988 bovenstaand concept werd opgesteld was reeds duidelijk dat voor de werkstations uitgegaan zou gaan worden van op Intel 80x86 gebaseerde computers. De technische mogelijkheden daarvan waren inmiddels zo groot dat dit een goede keus leek. De keus voor de server was minder gemakkelijk en het heeft tot eind 1988 geduurd totdat een definitieve keuze kon worden gemaakt. Deze is niet zozeer gebaseerd op de door Norsk Data te leveren hardware, maar op het operating systeem dat

de basis is voor het functioneren van een computer. Dat betekent dat de keuze voor de server veel groter is. Zowel de op Intel 80386 gebaseerde systemen als de ND 5000 series computers, met een grote rekenkracht, kunnen hiervoor ingezet worden, afhankelijk van de eisen die aan de server worden gesteld. Voor de werkstations wordt deze basis aangevuld met specifieke hardware al naar gelang de gestelde eisen.

4.3.1 De server

De server vormt het centrale systeem die twee functies vervult. In de eerste plaats is het een netwerkserver met een aantal centrale bestanden, waar de opslag van EEG en administratieve gegevens gebeurt en standaard randapparatuur als printers, WORM, etc. zijn aangesloten voor gebruik vanuit de werkstations. In de tweede plaats draait er de database management programmatuur op die een centrale rol vervult in de organisatorische functies van het systeem.

In de huidige configuratie bestaat deze server uit een ND 5100xi (nu genaamd Uniline 10B). Dit is een machine, gebaseerd op de Intel 80386 processor, werkend op 16 MHz. De geheugenomvang is 6 Mbyte en de harde schijf heeft een capaciteit van 155 Mbyte.

Randapparatuur

Eén van de belangrijkste randsystemen waarmee de server is uitgerust is de voor data opslag gebruikte **WORM** (Write Once Read Mostly). Dit is een éénmaal beschrijfbaar optisch opslagmedium met een zeer hoge opslag capaciteit dat verwisselbaar is. Op één schijf - met een diameter van 5¼ inch - kan 470 Mbyte per kant of 940 Mbyte per schijf opgeslagen worden; getallen die zo groot zijn dat ze hun betekenis verliezen. Om daar iets bij voor te stellen kan de volgende omrekening dienen. Uitgaande van 25 minuten registratie voor een compleet klinisch EEG van 21 kanalen

met een sampling frequentie van 102 Hz kan de volgende berekening gemaakt worden:

Op één schijf past ruim 60 uur EEG registratie of volgens bovenstaande voorstelling 144 EEG's. Uitgaand van een jaarproductie van 3000 EEG's kan dit op minder dan 21 schijven worden opgeslagen die gemakkelijk in een kleine bureaulade passen. De opslag van 3000 EEG's op papier daarentegen vergt ruim 45 meter kastruimte (of een volume van 57 kubieke meter of 4.5 meter boekenkast met 6 planken en een diepte van 50 cm) zodat alleen al aan opslag een grote besparing kan worden geboekt, naast een veel betere toegankelijkheid van de reeds opgenomen EEG's en de mogelijkheid alle bewerkingen toe te passen op de opgeslagen gegevens, wat bij het op papier geregistreeerde EEG uiteraard niet mogelijk is.

Daarnaast is de server uitgerust met een **tape-streamer** voornamelijk voor back-up doeleinden. De configuratie is verder uitgerust met een **matrix-printer** en een **ink-jet kleurenprinter** voor het vastleggen van de grafisch afgebeelde resultaten.

Naast de standaard kaarten voor een PC bevat de server een Ethernet controller-kaart (Excelan) die met de daarbij behorende software de netwerkbesturing verzorgt.

4.3.2 De werkstations

Het meest eenvoudige workstation is een PC of een zgn. 'domme' terminal die rechtstreeks aan de server wordt gekoppeld en dienst doet als administratief workstation. In principe kan iedere PC hiervoor gebruikt worden en zijn geen speciale voorzieningen nodig.

Voor de andere toepassingen zijn er twee verschillende werkstations.

Het data-acquisitie station

Dit station vormt de basis voor opname van de electrofysiologische signalen en bevat de zeer sterk uitgebreide en verbeterde versie van het oorspronkelijke op de PDP-11 ontwikkelde softwarepakket EEGAN met de daarbij speciaal ontwikkelde hardware.

Het station is gebaseerd op een OWS 55. Dit is een PC op basis van een 80286 van Intel met een kloksnelheid van 12.5 MHz en 80287 mathematische coprocessor. Het geheugen is 2 Mbyte en de harde schijf is 40 Mbyte groot. Het is verder uitgerust met een aantal speciale kaarten voor data-acquisitie en netwerkcommunicatie. Voor dit laatste is er, evenals op de server, een Excelan kaart met de drivers voor het operating systeem van dit werkstation (MS-DOS).

Voor data-acquisitie is de DSP-kaart, met AD-converter en een daarbij in eigen beheer ontwikkeld beveiligingssysteem, het belangrijkste. DSP staat voor Digital Signal Processor en is een kaart met bijbehorende software met een zeer snelle rekenprocessor, speciaal ontwikkeld voor signaal-analyse. Het beveiligingssysteem is een, door de afdeling fysica van het NIPG ontwikkeld, elektronisch onderdeel, 'Isobox' genoemd, die de verbinding vormt tussen het EEG-toestel en het werkstation. Deze isobox kent diverse functies. De primaire functie is te zorgen voor een scheiding tussen de patiënt en het BRAINFO systeem welke aan de hoogste eisen voor medische veiligheid kan voldoen. Daarnaast bevat het dat deel van de AD converter nodig om een aantal kanalen snel na elkaar te converteren, i.e. de multiplexer. Daarbij is de mogelijkheid tot zgn. 'parallel sampling' ingebouwd. Onder dit laatste wordt verstaan het zonder tijdsverschil digitaliseren van het signaal van opeenvolgende kanalen i.t.t. de meest gebruikte wijze waarbij er tussen kanalen een, zij het klein, tijdsverschil zit. Dit kan van belang zijn wanneer met veel kanalen tegelijk geregistreerd wordt. (zie paragraaf 2.3).

Voor het afbeelden van de signalen wordt een standaard kleurenmonitor gebruikt welke een resolutie heeft van 640*480 punten (VGA). Deze resolutie blijkt in de praktijk redelijk te voldoen. In de toekomst zal deze echter zeker te kort schieten voor de dan gestelde eisen.

Het verwerkingsstation

Het verwerkingsstation is evenals het data-acquisitiestation gebaseerd op de OWS 55. Het enige verschil is dat er geen AD-converter in is aangebracht en dat de interface-box ontbreekt, wel is de DSP-kaart aanwezig.

Het is mogelijk dit station te voorzien van een scherm met een hogere resolutie dan de standaard VGA schermen. De huidige software kan echter nog niet ten volle gebruik maken van kaarten en schermen met deze hogere resolutie. Dit zal echter in een volgende versie van het pakket worden opgenomen.

4.4 De software realisatie van het concept

Toen in 1987 de eerste ideeën ontstonden die uiteindelijk zouden leiden tot de ontwikkeling van het BRAINFO systeem waren deze gebaseerd op de sedert 1979 op de DEC PDP-11 ontwikkelde programmatuur. De beperkingen van dit systeem waren toen al zo groot geworden dat verdere ontwikkeling niet zinvol werd geacht. Toch zijn het deze beperkingen geweest die ten grondslag hebben gelegen aan het concept van modulariteit. Zowel de snelheids- als de geheugen-beperkingen die erdoor werden opgelegd maakten dat zo compact en efficiënt mogelijk geprogrammeerd moest worden. De geheugenbeperking maakte het noodzakelijk de programma's in zo klein mogelijke onderdelen op te splitsen zodat ze op verschillende momenten in dezelfde geheugenruimte gebruikt konden worden. Deze zgn. 'overlay' techniek maakte het mogelijk veel grotere programma's te gebruiken dan in één keer in het geheugen kon. De prijs die daarvoor betaald moest worden was vertraging in de afhandeling daar het tijd kostte de gewenste onderdelen vanaf de harde schijf in het geheugen te laden.

Op de PDP-11 was de maximale ruimte voor programma's en data 44 Kb. Er bestond weliswaar de mogelijkheid voor data meer geheugen te gebruiken - wat ook in ruime mate werd gedaan - maar dit ging zeker niet zonder problemen, kostte extra programma-ruimte en was trager dan wanneer alleen het gewone geheugen gebruikt werd. De geheugenruimte van de PC's was daarentegen bijna 15 maal zo groot (640

Kb) zodat zowel programma's als data in dit veel ruimere 'jasje' de gelegenheid kregen drastisch uit te breiden. Dat is dan ook zeker gebeurt zoals uit de navolgende paragrafen zal blijken maar, zoals alles dat groeit bemerkt dat er niet zoiets als een ongebreidelde groei bestaat, wordt nu al dit kledingstuk te nauw en rekken de naden gevaarlijk uit. Overlay-technieken worden weer in ruime mate toegepast en extra geheugen is toegevoegd om de grotere hoeveelheden data te bevatten. Bovendien is de functionaliteit van het pakket zodanig veranderd, verbeterd en vooral uitgebreid dat vergelijking met het oorspronkelijke pakket EEGAN waarover in 1983 is gepubliceerd (Blom 1983) weinig betekenis heeft.

Het pakket heeft een staat van functionaliteit bereikt die met de huidige stand van de technische mogelijkheden van de hardware goed overeenstemt en gebruik maakt van de meest recente ontwikkelingen zoals het toepassen van de DSP laat zien. Dat uiteraard nog geavanceerdere technische mogelijkheden bestaan dan door ons zijn toegepast zal zeker niet ontkend worden. Belangrijk is echter een goede balans te vinden tussen mogelijkheden en noodzakelijkheden en, gezien de samenwerking met een commerciële partner, tussen prijs en prestatie.

4.4.1 De organisatie van het pakket

Evenals hardware is ook de software modulair opgebouwd. Daarbij is gekozen voor het 'ouder-kind' concept. Dit houdt in dat een hoofdproces ('de ouder') meerdere sub-processen ('kinderen') kan oproepen die op hun beurt ook weer sub-processen kunnen oproepen. Is een sub-proces beëindigd dan komt de controle weer bij het naast-hogere proces.

Het concept laat een hoge mate van flexibiliteit toe daar ieder proces zowel als ouder als als kind kan fungeren met dezelfde inhoudelijke functionaliteit. Ieder proces is een op zich zelf staand programma dat in principe ook 'stand-alone' kan werken, zij het dat bij aanroepen van een kind-proces parameters meegegeven kunnen worden die het goed functioneren in een 'stand-alone' situatie kunnen hinderen. In het pakket EEGAN worden de meeste parameters via tussen-bestanden doorgegeven.

Een voordeel van dit concept is dat voor iedere functie een apart programma kan worden geschreven hetgeen met name van belang is voor een snelle en flexibele ontwikkeling van het pakket. Het is zelfs niet nodig alle programma-onderdelen in dezelfde programmeertaal te schrijven. EEGAN is voor het overgrote deel in FORTRAN geschreven maar bevat ook programma's in TURBO-PASCAL, zoals o.a. het hoofdmenuprogramma, en stukken die in de taal C en ASSEMBLER zijn geschreven. Om aan te geven dat het een in hoge mate geïntegreerd pakket is worden de verschillende programma-onderdelen aangegeven als **modules** daar ze slechts in beperkte mate, en dan in feite alleen in de ontwikkelingsfase, zelfstandig kunnen werken. De HOOFD-INDEX, vanwaaruit alle modules aangeropen worden, is het enige onderdeel dat als zelfstandige unit fungeert en permanent in het geheugen aanwezig is.

Het pakket biedt door deze opzet de gebruiker de mogelijkheid nieuwe modules aan de HOOFD-INDEX toe te voegen, hetzij bestaande pakketten, hetzij door hem zelf ontwikkelde programma's, zonder dat daarvoor toegang tot de broncode nodig is. Slechts het aanpassen van enkele tekstbestanden is voldoende.

In het gehele pakket is getracht de schermbeelden zo uniform mogelijk op te bouwen zodat men er snel mee vertrouwd raakt en gemakkelijk mee kan werken. Daar het in de praktijk is ontstaan zijn de meeste schermen zo logisch mogelijk gekoppeld aan het dagelijks werken op een EEG afdeling.

Het pakket is "wachtwoord" beveiligd waarbij drie niveaus van autorisatie gehanteerd worden. Op het eerste niveau kan alleen toegang verkregen worden tot één van de onderdelen van het pakket. Dit kan zijn het data-acquisitie en verwerkingsgedeelte, bijv. voor laboranten, of alleen de database, zoals bijv. voor secretariaatswerk noodzakelijk kan zijn. Op het tweede niveau zijn beide toegankelijk hetgeen bijv. voor de neuroloog kan gelden. Het derde niveau is dat van de systeem beheerder die de wachtwoorden moet toewijzen en daardoor toegang heeft tot het gehele systeem. Enkele kritische delen binnen het pakket zijn nog apart beveiligd.

4.4.2 De Hoofd-index

De HOOFD-INDEX is permanent in het geheugen. Het wordt bij het opstarten van het systeem geladen waarbij het een aantal checks uitvoert - zoals wachtwoord controle - en een aantal bestanden initialiseert.

Het is opgebouwd uit **pagina's** die elk tot 8 verschillende keuzemogelijkheden bevatten. In de huidige versie zijn 12 pagina's aanwezig waarvan er 8 door BRAINFO worden gebruikt. De resterende 4 kunnen door de gebruiker worden benut voor het koppelen van eigen programma's die dan direct vanuit BRAINFO benaderd kunnen worden. Daartoe dienen alleen enkele tekstbestanden te worden aangepast. De standaard bestandsstructuur van BRAINFO maakt het zo ook mogelijk dat systeemontwikkelaars modules kunnen toevoegen die gebruik maken van de bestanden die door BRAINFO worden gecreëerd.

4.4.3 Data-acquisitie

Voor data-acquisitie zijn drie aparte processen beschikbaar die ieder weer een groot aantal verschillende mogelijkheden toestaan.

Onder het begrip **meting** wordt in dit rapport één aaneengesloten stuk EEG verstaan, een **registratie** is alle metingen die van één patiënt gemaakt zijn.

Het eerste onderdeel betreft het berekenen van ijkwaarden voor het qEEG. Moderne EEG-apparatuur is zeer stabiel en ijkwaarden verlopen, ook over langere perioden, nauwelijks. Toch is standaard ingebouwd dat voor een nieuwe patiënt **altijd** eerst een ijking gemaakt moet worden om te voorkomen dat er enigerlei probleem zou kunnen ontstaan t.g.v. het gebruik van verkeerde ijkwaarden. Deze waarden zijn immers gekoppeld aan de versterking waarmee een EEG geregistreerd wordt en deze kan van patiënt tot patiënt verschillen. Dit is overeenkomstig de procedures die voor een standaard papier registratie van het EEG gebeurt en waar ook eerst een ijking wordt verricht. Wanneer tijdens een registratie tussen de metingen, de versterking veranderd wordt moet deze ijkwaarde apart worden opgenomen en moeten de waarden later toegevoegd worden aan de betreffende metingen. Vermeden moet worden om de

versterking tijdens een meting te veranderen!. De modernste EEG-apparaten hebben de mogelijkheid versterkingsfactoren en andere instel-parameters in voor de computer geschikte vorm beschikbaar te hebben. Het BRAINFO systeem is volledig voorbereid om van deze mogelijkheid gebruik te maken.

Het tweede onderdeel betreft de registratie van EEG's. Dit is te beschouwen als één van de beginprocessen voor de kwantitatieve EEG-analyse. De kwaliteit en de mogelijkheden van de verdere analyse zijn hier geheel van afhankelijk. Het is echter een proces dat vaak onderhevig is aan tijdsdruk waarbij de aandacht primair gericht moet zijn op de patiënt en de apparatuur zo min mogelijk een belemmering moet zijn.

Beide aspecten zijn bij het ontwerp in ogenschouw genomen en getracht is een programma-onderdeel te ontwerpen dat een hoge mate van flexibiliteit paart aan een zo groot mogelijk bedieningsgemak. De sleutel daartoe is het gebruik van 'default' waarden die van te voren met een ander onderdeel van het pakket worden opgesteld. Daarbij is er vanuit gegaan dat de gebruiker van te voren meerdere registratieprotocollen opstelt - er wordt één protocol meegeleverd - die toepasbaar zijn voor verschillende registratie-omstandigheden. Het aantal en de samenstelling daarvan is geheel vrij.

In een registratieprotocol bepaalt de gebruiker zaken als opname-montage, aantal kanalen, bemonsteringsfrequentie, condities waaronder gemeten moet worden, etc. Om het aantal handelingen nog verder te beperken zijn er voor die gegevens die apart bij iedere registratie ingevuld kunnen worden standaardwaarden voorhanden waardoor het aantal handelingen om een registratie te starten beperkt wordt tot:

- het kiezen van een meting nummer (opvolgende nummers worden automatisch gekozen)
- het bevestigen dat men standaard wil werken en
- het starten van de meting (drie maal de RETURN toets indrukken).

Indien er iets onverwachts tijdens een meting gebeurt, dan kan dit tijdens het registreren aangegeven worden om later het exacte tijdstip ervan terug te vinden. De aard van de gebeurtenis dient wel op papier genoteerd te worden. Het derde onderdeel betreft de registratie van Evoked Potentials (EP's). Ook hierbij is dezelfde ontwerpfilosofie gevolgd als voor de registratie van het qEEG: het voorhanden hebben van een van te voren vastgelegde set gegevens met de mogelijkheid tot standaard of non-

standaard werken. In tegenstelling tot de registratie van het qEEG kent dit onderdeel de mogelijkheid tot automatische artefact verwijdering, gebaseerd op een amplitudocriterium, dat tijdens de opname bijgesteld kan worden. Tevens wordt een continue indicatie gegeven van de betrouwbaarheid van de opgenomen EP met behulp van het in hoofdstuk 2 beschreven algoritme. Dit kan een belangrijke steun geven bij de interpretatie van EP's terwijl men ook met een variabel aantal stimuli kan werken, afhankelijk van een vooraf te bepalen grenswaarde van het betrouwbaarheids criterium.

Deze module is een goed voorbeeld van een subproces (aangeropen vanuit de HOOFD-INDEX) dat op zijn beurt weer fungeert als hoofdproces voor een volgend subproces waarmee de opgenomen EP wordt bewerkt en geanalyseerd op een zodanige wijze dat alle gegevens voor rapportage direct aanwezig zijn. Indien gewenst kan zelfs direct van een EP een brainmap gemaakt worden, wat een geïntegreerde mogelijkheid van de analyse module is.

De netwerkstructuur van BRAINFO maakt het ook mogelijk op een ander station de opgenomen EP direct te bekijken met de verschillende daartoe voorhanden zijnde mogelijkheden (zie o.a. paragraaf 4.4.4) terwijl de numerieke gegevens reeds afgedrukt zijn.

Dit laatste kan overigens ook gebeuren met het qEEG. **Tijdens** registratie van een EEG kan elders op de afdeling - of elders in het gebouw - het zelfde qEEG bekeken worden hetgeen bijv. voor bewaking van belang kan zijn. Onder routine omstandigheden zijn na registratie van een patient ook de opgenomen EEG's vanaf alle werkstations op te roepen en te analyseren, waarbij het systeem aan kan geven of een EEG reeds beoordeeld is. Is dit het geval dan is de beoordeling direct op te roepen uit de database.

4.4.4 Data-verwerking

Voor dataverwerking zijn meerdere pagina's in de HOOFD-INDEX beschikbaar. De meeste modules hebben betrekking op het qEEG daar dit een grotere en uitgebreidere informatie-inhoud bezit dan de EP en er een veel groter aantal verschillende bewerkingen op kunnen worden uitgevoerd.

Daarbij dient wel onderscheid te worden gemaakt tussen processen die gepaard gaan met mathematische en statistische bewerking van het opgenomen signaal en processen die de resultaten daarvan op een bepaalde wijze presenteren. Ook dit laatste gaat gepaard met mathematisch-statistische bewerkingen. Deze betreffen echter niet het signaal maar de localisatie ervan op de schedel of in het centraal zenuwstelsel (CZS). Daarmee wordt de verdeling van het signaal over of in de gemeten ruimte berekend waarbij het afhangt van de signaal-analytische bewerkingen welke signaaleigenschappen zijn getoond worden. De tweedimensionale (of soms driedimensionale) presentatie van de verdeling van het qEEG over de schedel noemt men **mapping** en de ermee verkregen plaatjes worden **maps** genoemd.

In de HOOFD-INDEX van BRAINFO is een aparte pagina gereserveerd voor het doen van mapping terwijl de bewerkingsprogramma's de mogelijkheid hebben, in beperkte mate, maps van de bewerkte gegevens te tonen.

De bewerkingen - waarvoor een aparte pagina aanwezig is - zijn nodig voor het tonen van het EEG voor visuele beoordeling, het aanmerken van artefacten, die buiten de analyse dienen te worden gehouden en het verrichten van diverse berekeningen op het ruwe EEG.

Data berekening en display

Eén van de eerste bewerkingen die verricht dienen te worden is het aangeven van artefacten, i.e. die delen van het EEG waarin het signaal voor het overgrote deel afkomstig is van niet-cerebrale bronnen zoals oogbewegingen, spieren, electrodebewegingen, etc. Dit kan in principe automatisch tijdens de registratie gebeuren. Het probleem daarbij is echter dat tot nog toe alle daarvoor ontwikkelde methoden onbe-

trouwbaar zijn gebleken met het gevaar dat corticale signalen als artefacten worden geïnterpreteerd als bijv. hooggevolteerde trage activiteit in de voorste hersengebieden. Deze module bezit een groot aantal verschillende mogelijkheden om het EEG te bekijken en op de meest efficiënte wijze artefacten te verwijderen. Om praktische redenen worden steeds eenheden van 256 monsters van alle parallel opgenomen kanalen als artefact-bevattend aangemerkt. Dit betekent dus dat bij een bemonsteringsfrequentie van 204.8 Hz (wat standaard is) steeds delen van 1.25 s. aangemerkt kunnen worden. Deze delen worden uiteraard niet fysiek verwijderd maar in een aparte artefact-tabel bij het EEG bestand gevoegd.

In overeenstemming met reeds in de jaren 70 gemaakte afspraken over de lengte van delen EEG voor signaal-analytische bewerking is de standaardlengte daarvoor 10 s. Hierop zijn ook veel bewerkingen van het pakket afgestemd. Met name de referentie database, die in andere rapporten en artikelen beschreven zal worden, is daarop gebaseerd. Hiermee dient dan ook rekening te worden gehouden bij het verwijderen van artefacten uit een EEG. Kortere delen kunnen uiteraard wel geanalyseerd worden maar vergelijking met referentiewaarden is dan niet mogelijk. Deze module bevat veel additionele mogelijkheden zoals o.a. het maken van een map om na te kunnen gaan of activiteit van cerebrale of extra-cerebrale oorsprong is. Deze zullen - beknopt - nog nader aan de orde komen in hoofdstuk 6.

Een ander belangrijk module uit deze pagina geeft de mogelijkheid het EEG visueel te beoordelen. Dit bevat een rijkgeschakeerde verzameling mogelijkheden om het EEG in het tijddomein te bekijken. Montagekeuze, versterking, resolutie, tijdbasis, selectie van kanalen, zowel voorgeprogrammeerd als on-line, maken dat het EEG veel nauwkeuriger bekeken kan worden dan met papier registratie mogelijk is. Een interessante optie is de keuze uit een andere referentieafleiding dan waarmee opgenomen is. Dit is de 'source' of Laplace getransformeerde referentie. (zie hoofdstuk 2, paragraaf 2.5.1). Ook dit module is in beperkte mate uitgerust voor mapping hetgeen van belang kan zijn voor de exacte plaatsbepaling van bepaalde EEG-fenomenen zoals pieken, pick-golf complexen en andere 'transients' die zich in het EEG kunnen voordoen. De mogelijkheid om 32 opeenvolgende maps tegelijk te zien maakt dat het verloop in tijd en plaats van EEG-fenomenen bestudeerd kan worden. Verdere informatie over dit module is in hoofdstuk 6 te vinden.

Een derde module op deze pagina is bedoeld om zgn. "Compressed Spectral Array's" te tonen. Hierbij wordt, voor bijv. 16 kanalen, per kanaal de spectra van opeenvolgende delen EEG boven elkaar getoond zodat het verloop van het EEG in het frequentiedomein tijdens de registratie bestudeerd kan worden.

Daarnaast bezit dit module een grote verscheidenheid aan mogelijkheden als het tonen van de gemiddelde spectra, de verschillenspectra tussen linker en rechter hersenhelft, numerieke gegevens van de spectra en de verdeling over de schedel van de spectra. Ook kunnen hier weer maps gemaakt worden.

Een ander module is bestemd voor de berekening van een groot aantal gegevens van één meting. Dit is het standaard module voor de routine analyse van het qEEG. Hiermee worden voor de totale duur van een meting de spectraalwaarden voor alle kanalen berekend over standaard perioden van 10 seconden. In de huidige versie is dit gelimiteerd tot maximaal 150 s. qEEG, hetgeen voor de meeste klinische en research toepassingen ruim voldoende is. Voor de analyse van langere aaneengesloten stukken qEEG zijn speciale modules nodig die in het huidige pakket niet opgenomen zijn. Men moet dan denken aan slaapregistraties of 24-uursregistraties zoals deze bij epilepsieonderzoek gebruikt worden. Daarbij gelden andere voorwaarden betreffende aantallen kanalen, bemonsteringsfrequentie, etc. die aparte modules vereisen.

Op deze pagina staat verder nog een module dat berekeningen uitvoert aan de EP en deze op verschillende wijzen kan presenteren op het scherm. Daarbij kunnen ook weer verschillende EP-montages gemaakt worden wat bijv. de mogelijkheid geeft die combinaties van kanalen te tonen die men gewend is met andere systemen te gebruiken. Deze module bezit, evenals de modules voor het tonen van het EEG, in beperkte mate de mogelijkheid tot het tonen van EP-maps.

Brainmapping

Reeds eerder is gesproken over de mogelijkheid het qEEG zowel in het tijddomein als in het frequentiedomein tweedimensionaal af te beelden zodat inzicht kan worden verkregen in de verdeling over de schedel van de gemeten signalen. In hoofdstuk 2 is beknopt ingegaan op de achtergronden van deze methode van gegevenspresentatie en de implementatie ervan in dit systeem.

Op deze pagina bevinden zich een drietal modules die de meest uitgebreide mogelijkheden tot mapping bieden. Eén daarvan is gemaakt voor het maken van maps van evoked potentials, de andere twee verzorgen de mapping van het qEEG. Verder bijzonderheden van deze modules staan beschreven in hoofdstuk 6.

4.4.5 Instellingen

Zowel de uitgebreidheid van het pakket als de eisen van bedieningsgemak maken dat het BRAINFO pakket zeer veel instelmogelijkheden bezit. Sommige daarvan zijn essentieel voor het in gebruik nemen van het pakket, andere zijn voorzien van 'default' waarden en behoeven niet veranderd te worden. De meeste zullen slechts eenmalig gebruikt worden maar enkele van de modules, met name die welke te maken hebben met de gegevensopslag, zullen regelmatig gebruikt moeten worden.

Een essentiële module dient voor het instellen van de gebruikte montages. In het huidige systeem zijn 23 verschillende montages mogelijk die geconstrueerd kunnen worden uit de montage waarmee wordt opgenomen. Deze module dient bij installatie altijd gebruikt te worden om de kanalen te kiezen waarmee opgenomen wordt. De daarin gebruikte kanaalvolgorde dient ook op het EEG-apparaat te worden ingesteld. BRAINFO heeft vaste volgorden voor apparaten met maximaal 16 kanalen tot apparaten met meer dan 21 kanalen. In de huidige versie dienen deze opname-montages gebruikt te worden. De montages en kanaalvolgorden die op het scherm getoond worden kunnen vrijelijk gekozen en ook weer veranderd worden.

Met een andere module uit deze schermpagina kan een opname-protocol worden samengesteld waarin de volgorde wordt opgegeven van de verschillende metingen. Tijdens het uitvoeren van een registratie worden de metingen getoond met indicatie

of ze al uitgevoerd zijn en welke condities erbij behoren zoals ogen open of dicht, met of zonder hyperventilatie, met diepte-electroden, etc. Met een aparte module kunnen deze condities aan het systeem worden opgegeven zoals bijvoorbeeld het type evoked potential dat men wil gaan uitvoeren. Vanzelfsprekend zijn de meest gebruikte zoals VEP, AEP, BAEP, etc reeds standaard aanwezig maar anderen kunnen vrijelijk worden toegevoegd.

De uitgebreide mogelijkheden van het BRAINFO systeem laten toe i.p.v. de standaard spectrale banden, die volgens Matousek (1968) zijn geconstrueerd, andere banden te maken met als enige restrictie dat het aantal banden maximaal 8 beloopt. De bij het systeem verkrijgbare referentiegegevens zijn gebaseerd op verschillende bandgrenzen waarvan de grenzen volgens Matousek er een van is. Alléén bij toepassing van deze banden is vergelijking met de referentie mogelijk. Met een andere module van deze pagina kan (een deel van de) patiëntgegevens in de database benaderd en eventueel veranderd worden, evenals de bij iedere EEG en EP behorende registratie-informatie (zie paragraaf 3.3.1.).

Omdat veranderingen in instellingen verstrekend kunnen zijn, zijn de modules op deze indexpagina met een apart wachtwoord beveiligd, opdat alleen diegenen die daartoe bevoegd zijn de modules kunnen gebruiken.

4.4.6 Bestandsorganisatie & diversen

Naast de data-acquisitie en dataverwerking is het van belang dat gemakkelijk met bestanden gewerkt kan worden. Het is uiteraard mogelijk dit te doen vanuit DOS, het operating systeem, maar dit is zeker niet gebruikersvriendelijk. Bovendien is het niet zonder meer mogelijk de bestanden op de centrale server vanuit DOS te benaderen. Er is dan ook een aparte module waarmee de inhoud van bestandslijsten bekeken en bestanden gecopiëerd en verwijderd kunnen worden. Wil men bijvoorbeeld weten of de bestanden van een bepaalde patiënt op de WORM of een ander opslagmedium in het systeem aanwezig zijn dan is dat hiermee gemakkelijk te verwezenlijken.

4.4.7 Datacommunicatie

Deze pagina bevat ook enkele modules om direct de server te benaderen of naar DOS te gaan. BRAINFO is immers een netwerk georiënteerd systeem zodat de werkstations ook te gebruiken zijn als terminals voor de server. Hierdoor komen alle applicaties die in de server aanwezig zijn binnen het bereik van de werkstations. Naast het gebruik van de database, wat in de volgende paragraaf aan de orde komt, kunnen alle mogelijkheden die op de server ter beschikking staan vanuit het werkstation benaderd worden. Bij het systeem wordt standaard netwerk software geleverd voor communicatie en bestandsoverdracht. De gebruiker is uiteraard vrij ieder programma te installeren dat onder het operating-systeem van der server beschikbaar is. Voorbeelden daarvan zijn netwerkversies van bekende pakketten als WordPerfect, SPSS, Harvard Graphics, etc. die dan vanuit de werkstations gebruikt kunnen worden met centrale opslag van de bijbehorende bestanden. Is het BRAINFO-systeem aangesloten op een ziekenhuis informatie systeem (ZIS) dan kan rechtstreeks vanuit een werkstation daarmee gewerkt worden. De voor de gebruiker meest gemakkelijke manier is de applicaties direct vanuit BRAINFO op te starten. Daarvoor kent BRAINFO de mogelijkheid deze aan de hoofd-index toe te voegen door het aanpassen van enkele tekstbestanden. In versie 2.1 staan de gebruiker 4 extra indexpagina's ter beschikking waarbij per pagina maximaal 8 verschillende applicaties kunnen worden opgegeven.

Men kan ook vanuit BRAINFO met behulp van een gebruikersnaam en wachtwoord inloggen op de server. Men dient dan wel bekend te zijn met het operating systeem van de server, XENIX. Alle mogelijkheden die de server biedt zijn dan te gebruiken. Voor een verantwoord gebruik dient men wel over voldoende kennis te beschikken op het gebied van de automatisering en de gebruikte hard- en software van het systeem. Voor praktisch gebruik is het aan te raden de meest gebruikte applicaties via BRAINFO te benaderen. Het gebruik van de server als host-systeem zonder voldoende achtergrondkennis wordt afgeraden.

Naast de mogelijkheid op de server met XENIX te werken, kan ook vanuit BRAINFO tijdelijk naar het eigen operating systeem DOS, worden gegaan. Dit kan

nuttig zijn indien men programma's op het werkstation heeft geladen die niet in BRAINFO zijn opgenomen.

Bovenvermelde mogelijkheden zullen in de routine klinische praktijk zelden of nooit gebruikt behoeven te worden. Zij zijn van belang als men meer wil doen dan BRAINFO aan applicaties biedt. Het geeft uiting aan de flexibiliteit van het systeem en is het logische gevolg van het modulaire concept.

4.4.8 Database management

Zoals in hoofdstuk 1 reeds is vermeld is een van de belangrijkste onderdelen van het BRAINFO systeem de database en het daarbij behorende management systeem. Dit is een bestanden systeem waarin de gegevens van het qEEG en de EP's staan opgeslagen. De opzet van dit systeem is zodanig dat interactief bepaalde patiëntgegevens opgezocht kunnen worden. Dit is vooral van belang wanneer men bepaalde gemeenschappelijke kenmerken wil uitzoeken. Het is echter vooral van belang om snel toegang te hebben tot de gegevens van een bepaalde patiënt.

De databasestructuur wordt leeg in een standaard vorm opgeleverd. Voor de kwantitatieve gegevens is deze overeenkomstig de structuur van de referentie database. Daarnaast is er een standaard structuur aanwezig voor de ingave van de gegevens uit de visuele beoordeling van het EEG. De schriftelijke rapportage wordt uit de in deze database structuur opgeslagen gegevens samengesteld.

Voor het gebruik in de BRAINFO-applicaties is kennis van het DBMS niet nodig daar de applicaties de toegang tot de database verzorgen. Wil men echter alle mogelijkheden ervan benutten dan is diepgaande kennis van database applicaties in het algemeen en ORACLE in het bijzonder vereist.

Het is zeer waarschijnlijk dat toekomstige uitbreidingen van BRAINFO modules zullen bevatten gericht op een beter en vollediger gebruik van de database vanuit BRAINFO zodat geen expliciete kennis daarover aanwezig hoeft te zijn. In de huidige versie zijn hiertoe echter nog geen modules voorhanden.

5. TECHNISCHE BESCHRIJVING BRAINFO

De Hoofd-Index

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bevat de gedetailleerde beschrijving van de hoofd-index van het pakket. Het is niet de bedoeling de handleiding te dupliceren maar te beschrijven welke functies vanuit de hoofd-index benaderd kunnen worden en, beknopt, op welke wijze de hoofd-index bediend wordt. Om een en ander te verduidelijken zullen de beschrijvingen zo veel mogelijk de schermteksten volgen die in de figuren staan afgebeeld. Zij volgen de opbouw van het pakket zoals dit in hoofdstuk 4 is aangegeven.

5.2 De bediening

De hoofd-index is dat deel van het pakket dat continu in het geheugen aanwezig blijft. Het bevat de verwijzingen naar de modules die de verschillende functies verzorgen en is georganiseerd als de index van een boek. Daarbij is de inhoud per schermbeeld (index-pagina) beperkt gehouden en is er naar gestreefd de pagina's zoveel mogelijk naar bij elkaar behorende functies in te delen zoals in hoofdstuk 4 staat beschreven.

Deze opzet maakt het mogelijk extra pagina's toe te voegen voor toekomstige uitbreidingen en stelt de gebruiker in de gelegenheid zelf programma's toe te voegen die als modules aangeroepen kunnen worden.

Evenals door de index van een boek kan ook door deze index 'gebladerd' worden met behulp van de cursortoetsen:

Cursor naar rechts = volgende pagina

Cursor naar links = vorige pagina

Met de up/down toetsen worden de verschillende modules op de indexpagina aangegeven. Als de module waarop de cursor (het pijltje in de figuren) staat uitgevoerd

moet worden, wordt op de Return-toets gedrukt. Hetzelfde gebeurt als men het nummer intoetst dat bij de functie staat.

Daar BRAINFO beveiligd is dienen een aantal handelingen verricht te worden voordat men toegang krijgt tot het eigenlijke systeem.

Na het opstarten van het werkstation wordt eerst gevraagd naar het wachtwoord. Standaard wordt het wachtwoord BRAINFO meegeleverd wat door de beheerder aangepast dient te worden om de beveiliging te waarborgen. Na het correct opgeven daarvan wordt naar het nummer van het EEG werkstation gevraagd. Dit wordt met alle bestanden meegegeven en dient ter identificatie. Hiermee kan ook bijv. de laborant(e) aangegeven worden die met het werkstation werkt.

Pas na opgave van deze informatie wordt de verbinding met het netwerk gelegd en krijgt men toegang tot de hoofd-index.

5.3 Het hoofdmenu

De hoofd-index start op met de hoofdmenu-pagina (zie fig. 5.1).

Figuur 5.1 Opstartschema van BRAINFO. Op deze pagina staan de verwijzingen naar de andere schermen

```
Date: 15-nov-1991   Time: 09:55:03   INDEX   Code: -----   page:      1 BRAINFO
                                Opname-station: 1
```

```

      HOOFD-INDEX
-----
->1 Patient/Onderzoeksgegevens opgeven
  2 Data acquisitie
  3 Data verwerking
  4 Brain-mapping
  5 Onderhoud BRAINFO
  6 Bestand & systeem bewerkingen
  7 Tools & Utilities
  8 Stoppen met BRAINFO
```

Cursor-toetsen: ↑ ↓ → ← : Balk bewegen Kiezen met cyfer of ← Esc=Break/Exit

Deze bevat de verwijzingen naar de 6 eerstvolgende indexpagina's van de hoofdin-
dex. Zijn er meer indexpagina's dan staan deze na pagina 6. Op de bovenste regel
staat algemene informatie zoals datum, tijd, paginanummer en de code indien er ge-
registreerd wordt. Daaronder staat het type station. De onderste regel geeft algemene
hulpinformatie. Een venster is een omkaderd deel dat op het 'werkblad'-het blanco
scherm staat en daarop wel een schaduw werpt (niet zichtbaar in de figuren). Boven
in de omkadering van het venster is de functiegroep zichtbaar (hoofd-menu, data-
acquisitie, etc.). Er is altijd maar één venster tegelijk zichtbaar op het werkblad. In
het venster staan de keuzes die met de cursortoetsen gekozen kunnen worden, wat
met een pijl (ook zichtbaar in de figuren) wordt aangegeven. Op het scherm wordt
dit tevens zichtbaar door een gekleurde balk met de gekozen tekst.

Behalve keuze 1 en 8 verwijzen alle andere nummers naar verschillende vensters.
Met 8 worden alle administratiebestanden bijgewerkt en afgesloten, de verbinding
met het netwerk verbroken en BRAINFO verlaten. Een aantal residente drivers van
BRAINFO blijven echter in het geheugen staan zodat maar een beperkte geheugenca-
paciteit beschikbaar is.

Met 1 wordt naar een module gegaan voor invoer van patiëntgegevens en eventueel
opgeven van een nieuw registratieprotocol.

5.4 Data-acquisitie

Het volgende venster (fig. 5.2a) is afwezig op het verwerkingsstation en komt in
twee vormen voor op het data-acquisitiestation.

Is er geen patiëntinformatie aanwezig - wat op het scherm te zien is doordat rechts-
boven bij **Code** niet een patiëntcode maar streepjes staan - dan krijgt men geen toe-
gang tot de data-acquisitie modules maar kan alleen maar patiëntinformatie opgege-
ven worden (figuur 5.2a). Is dit wel aanwezig dan kan een van de drie modules uit-
gevoerd worden door er met de cursor naar toe te gaan (in de figuur het pijltje aan
de rechterkant) of het getal van de keuze in te geven. Van de vaste scherm informatie
verandert het paginanummer dat rechtsboven staat en de tijd die wordt bijgehouden.

Figuur 5.2a Schermpagina 2 zonder patiënt informatie. Data-aquisitie is niet mogelijk.

Date: 15-nov-1991 Time: 09:56:30 INDEX Code: ----- page: 2 BRAINFO
Opname-station: 1

DATA ACQUISITIE
→2.1 Patient/Onderzoeksgegevens opgeven
2.2 Retour hoofd-index

Cursor-toetsen ↓ → : Balk bewegen Kiezen met cyfer of ← Esc=Break/Exit

Figuur 5.2b Schermpagina 2 bevat de verwijzingen naar de data-aquisitie modules.

Date: 18-mei-1992 Time: 14:12:36 INDEX Code: TS0001 page: 2 BRAINFO
Opname-station: 1

DATA ACQUISITIE
2.1 Het opnemen van een sinusrijking
→2.2 Het opnemen van achtergrond EEG's
2.3 Het opnemen van Evoked Responses
2.4 Retour hoofd-index

Cursor-toetsen ↓ → : Balk , Pagina: Kiezen met cyfer of ← Esc=Break/Exit

5.4.1 Dataverwerking

Het volgende venster (fig. 5.3) bevat een groot aantal modules voor dataverwerking. Daartoe behoort in de eerste plaats het presenteren van het ruwe EEG op het scherm (3.1 in fig. 5.3), de meest 'basale' functie na het opnemen van een EEG.

Figuur 5.3 Schermpagina 3 bevat de verwijzingen naar een deel van de modules voor dataverwerking. De functies laten zich gemakkelijk uit de tekst herkennen.

Date: 15-nov-1991 Time: 09:56:43 INDEX Code: ----- page: 3 BRAINFO
Opname-station: 1

```
DATA VERWERKING
->3.1 Ruwe EEG's op het scherm of de plotter
  3.2 Het bekijken van EEG-files voor artefact-verwijdering
  3.3 Het displayen van spectra over delen van 1 epoch
  3.4 Berekenen van spectra over delen van 10 sec. voor een EEG
  3.5 Voorbereiden/Uitwerking spectraberekening voor meerdere EEG's
  3.6 Het tekenen en berekenen van EP-files
  3.7 Retour hoofd-index
```

Cursor-toetsen ↑ ↓ → ← : Balk bewegen Kiezen met cyfer of ← Esc=Break/Exit

Hiermee kan door een EEG 'gebladerd' worden, zoals dat ook met de papier-registratie gebeurt met echter alle uitgebreide mogelijkheden van het computersysteem zoals het bekijken van hetzelfde stuk EEG met verschillende montages, het signaal vergroten en/of in de tijd uitrekken, etc. Ook kunnen spectra en 'maps' gemaakt en bekeken worden echter met wat beperktere mogelijkheden dan de specifieke modules bezitten.

Een ander module op deze pagina (3.2) is gericht op het verwijderen van artefacten uit het EEG zoals oog- en hoofdbewegingen, spieractiviteit, etc. om een zo zuiver mogelijk EEG ter beoordeling over te houden.

Verder vinden we een module (3.4) om een volledig EEG te bewerken volgens een standaard protocol dat echter van te voren door de gebruiker kan worden aangepast.

De output van dit module geeft een compleet overzicht van de kwantitatieve data van een EEG op papier, inclusief een grafische afbeelding van de spectra. Deze output kan middels een ander module vergeleken worden met de referentiewaarden uit de database voor een statistisch onderbouwde schatting van de mate van overeenkomst. Dit laatste module kan ook gebruikt worden voor het onderling vergelijken van opeenvolgende EEG's van dezelfde patiënt. Het zal de definitieve testfase ingaan wanneer de referentie database gereed is waarvoor de metingen nog tot eind 1991 zullen voortgaan. Het is de verwachting dat dan ook de referentie database in eerste versie gereed is.

Een ander module (3.5) is speciaal ontworpen om de EEG's van meerdere patiënten automatisch te laten bewerken. Men kan hiermee alle registraties van een dag s'avonds laten bewerken maar ook, via een ander werkstation, de EEG's opgenomen van een patiënt automatisch bewerken terwijl met het data-acquisitiestation intussen een nieuwe patiënt wordt geregistreerd. De databestanden zijn immers centraal bij de server opgeslagen. Deze methode van 'batch' verwerking is voor vele doeleinden inzetbaar.

Een volgend module (3.3) maakt zgn. 'compressed spectral arrays', daarmee worden spectra van opeenvolgende delen EEG (van te kiezen lengte) van een aantal kanalen tegelijk boven elkaar afgebeeld zodat een indruk wordt verkregen over het verloop in de tijd. (zie paragraaf 6.4.3).

5.5 Brain mapping

Naast de wat beperkte mogelijkheden tot mapping die in de diverse modules voor dataverwerking zijn opgenomen zijn er een aantal modules die geheel zijn toegespitst op mapping. In fig. 5.4 staan deze afgebeeld.

Deze zijn het maken van maps van evoked potentials en van het EEG. Voor de overzichtelijkheid is daarbij de keuze uit het maken van maps van spectra en spectraal banden of van het gewone EEG met ook de mogelijkheid banden van spectra te maken. Dit is gedaan daar de keuze meestal afhankelijk van de vraagstelling is.

Het verschil van deze modules met de dataverwerkingsmodules waarmee mapping mogelijk is ligt voornamelijk in de mogelijkheid van het gebruik van verschillende referenties (gemeenschappelijke gemiddelde en source). Verder zijn de mogelijkheden tot scaling en het aantal keuzen wat uitgebreid. Indien men tijdens het 'doorbladeren' van een EEG bijv. de verdeling van een piekgolfcomplex wil bekijken is dat direct mogelijk. Wil men echter exacter gaan lokaliseren met behulp van de source

Figuur 5.4 Schermpagina 4 bevat de verwijzingen naar de modules voor mapping.

Date: 15-nov-1991 Time: 09:56:49 INDEX Code: ----- page: 4 BRAINFO
Opname-station: 1

BRAINMAPPING →4.1 Brain-map evoked responses 4.2 Brain-map EEG spectra/banden 4.3 Brain-map tijdsdomein/spectra 4.4 Brain-map statistiek (z-scores) 4.5 Retour hoofd-index

Cursor-toetsen: ← → : Balk bewegen Kiezen met cyfer of ← Esc=Break/Exit

referentie en verschillen in uitbreiding over de hersenen gaan bekijken dan is daarvoor de uitgebreidere module nodig.

Keuze 4.4 is bedoeld om de verschillen van een opgenomen EEG met de referentie database of een ander EEG van dezelfde patiënt statistisch te analyseren. Daarvoor wordt de z-score methode gebruikt die ook door anderen (John 1977, Duffy e.a 1981) is gebruikt.

De belangrijkste toepassing ervan zal zeker de vergelijking met de referentie database zijn. Vergelijking met een reeds eerder opgenomen EEG van dezelfde patiënt is een andere mogelijkheid die door dit module geboden wordt.

5.6 Onderhoud BRAINFO

Deze pagina van BRAINFO bevat een groot aantal modules voor de bewerking van en met bestanden die voor het optimaal functioneren van BRAINFO noodzakelijk zijn. In figuur 5.5 staan deze afgebeeld. Een aantal daarvan kunnen grote invloed hebben op het functioneren van het gehele pakket of kunnen, bij onoordeelkundig gebruik, patiëntgegevens beïnvloeden of zelfs vernietigen. De flexibiliteit van BRAINFO maakt het voorhanden zijn van deze modules noodzakelijk maar biedt tegelijkertijd de mogelijkheid tot manipuleren van gegevens.

Figuur 5.5 Schermpagina 5 met de verschillende keuzemogelijkheden voor het benaderen van de verschillende bestanden voor het flexibel werken met BRAINFO

Date: 15-nov-1991 Time: 09:56:56 INDEX Code: ----- page: 5 BRAINFO
Opname-station: 1

```

      ONDERHOUD BRAINFO
->5.1 Onderhoud montage-gegevens
  5.2 Onderhoud experiment administratie
  5.3 Onderhoud file-header blokken
  5.4 Onderhoud protocol administratie
  5.5 Onderhoud conditie codes
  5.6 Onderhoud banden codes
  5.7 Onderhoud standaarden
  5.8 Retour hoofd-index
```

Cursor-toetsen: ↑ → : Balk bewegen Kiezen met cyfer of ← Esc=Break/Exit

Zoals reeds eerder is vermeld (zie paragraaf 4.4.1) is BRAINFO op meerdere niveaus beveiligd met een wachtwoord. De algemene beveiliging bij het opstarten is het laagste niveau. Het tweede niveau wordt gevormd door de beveiliging van individuele modules hetgeen op enkele van de modules op deze pagina van toepassing is. Niet alle modules behoeven beveiligd te worden. Onjuist gebruik van het merendeel kan wel het pakket minder goed doen functioneren maar men loopt niet de kans op onherstelbare fouten. Wel wachtwoord beveiligd zijn die modules waarmee rechtstreeks patiëntgegevens benaderd kunnen worden (of waarmee het wachtwoord kan worden ingesteld!!). Met keuze 5.1, onderhoud montagegegevens, kan men alle instellingen opgeven voor de registratie en scherm-presentatie van EEG's. De default instellingen, waarmee BRAINFO geleverd wordt voor referentie elektrode, het aantal kanalen, de positie op het scherm, etc., kunnen hiermee gewijzigd worden.

Keuze 5.2 is wachtwoord beveiligd. Dit module geeft de mogelijkheid de registratiegegevens zoals opname dag en tijd en verdere administratieve informatie over de patiëntgegevens te bekijken en eventueel te wijzigen. Het zal duidelijk zijn dat hiermee voorzichtig omgesprongen dient te worden wat door de beveiliging bevorderd wordt. Ook keuze 5.3 is beveiligd. Dit is een module waarmee uiterst omzichtig omgesprongen dient te worden. Het geeft de mogelijkheid direct de gegevens die bij een individuele registratie van een patiënt horen te bekijken en eventueel te veranderen. Het is bedoeld om in geval van nood, wanneer er iets fout is gegaan het zij met het systeem of door een menselijke fout, daardoor ontstane, foutieve informatie van individuele registraties te herstellen. Het is duidelijk dat hiermee ook gemakkelijk foutieve informatie geïntroduceerd kan worden wat altijd vermeden dient te worden.

Met keuze 5.4 kan men registratie-protocollen opstellen en eventueel veranderen. De flexibiliteit van BRAINFO maakt dat er daarvan één of meerdere aanwezig dienen te zijn (zie hoofdstuk 4) opdat tijdens registratie de meeste aandacht aan de patiënt gegeven kan worden. Dit maakt dat voor verschillende vraagstellingen verschillende protocollen aanwezig kunnen zijn. Bij opgave van de administratiegegevens van de patiënt dient dan ook de code van een registratieprotocol opgegeven te worden (zie verder paragraaf 6.6.4). Een voorbeeld van een deel van een protocol zoals dat op het scherm verschijnt is op de volgende bladzijde gegeven:

Meting 3: ogen dicht met hyperventilatie

Meting 4: ogen dicht na hyperventilatie

Meting 5: Flits Evoked Potential ogen dicht

Meting 6:

Ook keuze 5.5 is een aspect van de flexibiliteit. BRAINFO wordt geleverd met een aantal (26) coderingen voor condities tijdens registratie van een EEG of EP. Dit kan zijn 'ogen open' of 'ogen dicht', een visuele, auditieve of somatosensibele stimulus, etc. etc. Bij de samenstelling van de protocollen worden de codes ingevuld wat als resultaat heeft dat bij registratie de conditie waarmee opgenomen moet worden op het scherm aan de laborant(e) wordt gemeld. Bij de aanvang van de registratie ziet de laborant(e) dan ook met één oogopslag welke metingen met welke condities uitgevoerd moeten worden zoals hierboven is getoond.

De teksten en de bijbehorende codes zijn reeds in het systeem aanwezig. Het is echter heel goed mogelijk dat men zelf condities wil toevoegen of reeds aanwezige veranderen, die niet in de standaard zijn opgenomen. Dit module biedt daartoe de gelegenheid. Nadere beschrijving wordt gevonden in paragraaf 6.6.5

Een andere uitbreiding in BRAINFO geeft de gebruiker de gelegenheid voor de presentatie van spectraalanalyse gegevens zelf bandgrenzen vast te stellen in plaats van de bandgrenzen volgens Matousek welke standaard worden meegeleverd. Dit wordt voornamelijk gedaan wanneer men zijn gegevens wil vergelijken met die welke door anderen worden gepubliceerd. In BRAINFO zijn standaard reeds naast de Matousek grenzen bandgrenzen van 0.5 en 1 Hz voorhanden voor het tonen van spectraal maps. Het kan echter voor statistische analyse soms nuttig zijn met andere grenzen te werken.

De referentie database zal met waarden voor bovengenoemde banden, de resultaten daarvan en de achtergronden van de keuzen in een apart rapport beschreven worden (Schenk e.a. 1992, in bewerking).

De laatste module op deze pagina is weer met een wachtwoord beveiligd. Deze dient ervoor om een groot aantal variabelen in te stellen die het bedieningsgemak betreffen. Dit module is o.a. beveiligd omdat hiermee het wachtwoord gewijzigd kan

worden, evenals een aantal voor alle werkstations geldende bestanden die op de server zijn opgeslagen. Enige voorzichtigheid daarbij is dus geboden.

5.7 Bestand & Systeem

Deze pagina bevat een aantal zeer verschillende modules die gebruikt worden voor het werken met de gegevens.

Met de eerste keuze kunnen de bestanden op de diverse media die in het systeem zitten benaderd worden.

Figuur 5.6 Schermpagina 6 met de verschillende mogelijkheden voor bestands- en systeemhandelingen vanuit BRAINFO

```
Date: 15-nov-1991  Time: 09:57:03  INDEX  Code: -----  page:      6 BRAINFO
                        Opname-station: 1
```

```

----- BESTAND & SYSTEEM -----
->6.1 Bestandsbeheer (kopieren, verwijderen, bestandslijsten, etc.)
  6.2 Inloggen op de server
  6.3 File transfer server
  6.4 Naar DOS (EXIT is return BRAINFO)
  6.5 Retour hoofd-index
```

Cursor-toetsen: ← → : Balk bewegen Kiezen met cyfer of ← → Esc=Break/Exit

De meest gebruikte functie is ongetwijfeld het bekijken van de bestandsindex op een van de aangesloten media. Dit is het best te vergelijken met het DIR commando van DOS maar dit module kent veel meer mogelijkheden. Er kunnen bestanden mee gekopieerd en gewist worden, per stuk of per groep terwijl het ook mogelijk is tekstbe-

standen te lezen en te printen. Voor administratieve doeleinden kunnen indexbestanden op een printer van de server afgedrukt worden, terwijl de kopieer-mogelijkheid van dit module, ook toelaat (tekst)-bestanden naar de printer te kopiëren.

De tweede keuze biedt de mogelijkheid om als gebruiker op de server in te loggen, vooropgesteld dat het daarvoor noodzakelijke wachtwoord bekend is, terwijl keuze drie de netwerk-utility FTP aanspreekt, wat het snel kopiëren van files van en naar de server mogelijk maakt. Deze functie is overigens ook volledig aanwezig in de module die door keuze 1 wordt gestart.

De laatste keuze van een module is de mogelijkheid om naar DOS te gaan zonder BRAINFO te verlaten. Wanneer men in DOS is, is het voldoende EXIT te typen om weer in de Hoofd-index van BRAINFO terug te keren.

5.8 Diverse bewerkingen

Deze pagina bevat een collectie modules die verschillende bewerkingen op het EEG mogelijk maken die niet tot een duidelijk omschreven functiegroep behoren.

Zo geeft keuze 1 de mogelijkheid uit een reeds bewerkt EEG de relevante gegevens af te drukken en grafisch weer te geven. Dit heeft het voordeel dat geen rekentijd nodig is zodat de gegevens direct beschikbaar zijn. Bovendien zijn deze gegevens veel compacter opgeslagen dan het ruwe EEG: één WORM kan de spectrale gegevens van ruim 3000 patiënten bijeen bevatten die met deze module snel bekeken kunnen worden.

Keuze twee is een kleine module die aan EEG's die geen, of geen juiste ijkwaarden bevatten, deze uit een eerder opgenomen ijkbestand toevoegt. Afhankelijk van het gebruik zal dit module of dagelijks of zelden nodig zijn. Het voorkomt het manueel invoeren van 21 of meer ijkwaarden.

De derde keuze van deze pagina geeft toegang tot een rapportgenerator voor het visueel beoordeelde EEG. Dit module is gebaseerd op internationale afspraken betreffende de beschrijving van het EEG en oorspronkelijk ontwikkeld voor een groot psychiatrisch ziekenhuis. De visuele beoordeling wordt gecodeerd ingevoerd waarbij dit zowel tijdens het beoordelen als achteraf kan gebeuren. De output is een beknopte

rapportage in enkele regels waarin de beschrijving en de conclusies van de specialist zijn vervat.

Figuur 5.7 Afbeelding van pagina 6 met o.a. het module voor rapportage van het visueel beoordeelde EEG.

Date: 15-nov-1991 Time: 09:57:13 INDEX Code: ----- page: 7 BRAINFO
Opname-station: 1

DIVERSE BEWERKINGEN →7.1 Spectraalwaarden van berekende spectra afdrukken 7.2 Het berekenen en wegschrijven van (eind)ijkwaarden 7.3 Rapportage visuele EEG beschrijving 7.4 Dynamische topbepaling en mapping berekende spectra 7.5 Retour hoofd-index

Cursor-toetsen: ↑ → : Balk bewegen Kiezen met cyfer of ← Esc=Break/Exit

Deze rapportage kan ook onderdeel zijn van de database, zodat de clinicus op deze gegevens een analyse kan uitvoeren evenals dit uiteraard kan gebeuren op de gegevens van het qEEG.

De vierde module op deze pagina geeft de mogelijkheid tot extra bewerkingen op de berekende gegevens van een patiënt zoals filtering van de spectraalcurven, mapping van berekende spectra (i.p.v. mapping per epoch), etc.

Het zijn additionele modules die nuttig en soms handig zijn maar, met uitzondering van keuze 3, niet echt onmisbaar zijn.

Deze pagina is de eerste van de zgn. 'EXT' pagina's. De inhoud daarvan wordt beschreven in twee speciale hulpbestanden van BRAINFO waarmee de gebruiker nieuwe modules en pagina's kan toevoegen.

Het ene bestand bevat de omschrijvingen en de teksten die op het scherm getoond worden, de andere de namen van de programma's die daarbij horen. Deze programma's dienen hetzij in dezelfde directory te staan als BRAINFO, hetzij in een directory die in het zgn DOS-pad is beschreven. Dit geeft BRAINFO een grote mate van flexibiliteit en laat een praktisch onbegrensde uitbreiding van het systeem toe. Gezien de mogelijkheid bij onoordeelkundig gebruik hiermee het systeem sterk te ontregelen verdient het de voorkeur dit soort toevoegingen uitsluitend door een ter zake deskundige te laten voeren.

Figuur 5.8 Deze schermpagina is gevuld met een grote verscheidenheid aan programma's die door de gebruiker als nieuwe module aan het pakket toegevoegd kunnen worden.

Date: 15-nov-1991 Time: 09:57:20 INDEX Code: ----- page: 8 BRAINFO
Opname-station: 1

EIGEN PAGINA I	
→	8.1 Grafische display Hjorth parameters
	8.2 Plotten van Evoked potentials
	8.3 3D tonen en/of plotten van 'tijdvariërende' spectra
	8.4 Tekstverwerking (WordPerfect 5.0)
	8.5 PC-TOOLS DE LUXE
	8.6 Sophisticated printing
	8.7 Retour hoofd-index

Cursor-toetsen: ↑ → : Balk bewegen Kiezen met cyfer of ← Esc=Break/Exit

5.9 Eigen pagina I

Het BRAINFO systeem wordt geleverd met alle modules die in de voorafgaande paragrafen beschreven zijn. Dit geldt niet voor de modules die in deze paragraaf beknopt de revue passeren. Het is slechts bedoeld om de mogelijkheden van het systeem te tonen zodat het hier een mengeling betreft van modules, sommige gemaakt voor een bepaalde toepassing voor de groep neurowetenschappen van het NIPG-TNO, anderen handelspakketten voor bepaalde toepassingen en weer anderen 'handigheidjes'.

De figuur (Fig. 5.8) laat zien dat er een aantal handelspakketten zoals WORDPERFECT en PC-TOOLS inzitten naast specifiek op het EEG betrekking hebbende modules als het tonen op een bepaalde wijze van de Hjorth-parameters, het op een plotter weergeven van evoked potentials (een plotter is niet standaard aan het systeem gekoppeld) en een programma om compressed spectral array's in drie-dimensionale vorm weer te geven. Een module die verder niets met het BRAINFO systeem te maken heeft, bedoeld om op een speciale wijze teksten uit te printen laat zien dat er geen beperkingen zijn aan wat men toevoegt aan het systeem. De enige beperking wordt gevormd door de omvang van de module die men wil toevoegen.

In de huidige versie van het systeem is het aantal extra pagina's gelimiteerd tot 8 waarvan er reeds 4 met 'loze teksten zijn opgevuld.

De exacte procedure om nieuwe modules aan BRAINFO toe te voegen is beschreven in de technische documentatie van het systeem.

5.10 Bijzondere pagina's.

Een tweetal pagina's in BRAINFO zijn bijzonder, in die zin dat ze met een bepaalde functionaliteit gepaard gaan.

De eerste is de zgn. 'Return' pagina. Dit is te beschouwen als de laatste pagina van de index met een aantal speciale eigenschappen. De belangrijkste daarvan is wel de bescherming tegen het onbedoeld maken van vergissingen tijdens data-acquisitie. Een van de ernstigste fouten die zich in een klinische omgeving kunnen voordoen is het

verwisselen van gegevens van patiënten, waarbij de verkeerde naam aan een uitslag wordt verbonden. Het BRAINFO systeem biedt daartegen - enige - bescherming daar, zodra men opgeeft te gaan beginnen met een nieuwe patiënt, alle administratieve gegevens van de nog onder bewerking zijnde patiënt worden vastgelegd en pas met een nieuwe patiënt begonnen kan worden nadat een nieuwe patiëntnaam is ingegeven. Door menselijke fouten is ook dit systeem niet onfeilbaar. Men kan immers de keuze negeren en doorgaan met registreren onder de oude patiëntnaam. Er is dan echter een extra barrière te nemen in de data-acquisitie modules. Daarin wordt n.l. steeds nagegaan of de registratie die opgenomen gaat worden reeds bestaat. is dit het geval dan wordt daarvoor een waarschuwing gegeven. Wordt dan doorgegaan dan wordt de oude registratie gewist en blijft alleen de laatste bestaan. Door het verifiëren van de tijd van registreren, die van iedere registratie wordt vastgelegd, kan, in het geval van verwisseling nog de juiste combinatie gevonden worden.

De andere is de 'Break' pagina. Hier wordt naar toe gegaan indien het programma door het indrukken van de 'Esc'-toets wordt onderbroken. Vanuit iedere index-pagina wordt naar deze break-pagina gegaan waarvandaan men naar één van de eerste 8 pagina's kan terug keren. Dit is een van de snelste manieren om het pakket te verlaten. Om te voorkomen dat onverhoopt informatie verloren gaat kan men slechts via de formele keuze (= 8 op schermpagina 1) het pakket verlaten. Alle bestanden worden dan afgesloten en eventueel uitgestelde bewerkingen automatisch afgehandeld.

6. TECHNISCHE BESCHRIJVING BRAINFO

De Applicatie modules

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zullen de verschillende applicaties beknopt beschreven worden waarbij getracht zal worden zoveel mogelijk de grote lijnen te volgen. Het is logisch dat verschillende modules elkaar voor wat betreft de analysemogelijkheden soms overlappen. Om de leesbaarheid te optimaliseren zal daarom de beschrijving ervan niet herhaald worden maar zal worden volstaan met verwijzing naar de desbetreffende paragrafen.

Er moet vooraf op gewezen worden dat de figuren niet geheel overeenkomen met de schermbeelden daar door gebruik te maken van de kleur bepaalde aspecten geaccentueerd worden die in de figuren niet zichtbaar zijn. Bepaalde schermen zijn daarom dan ook niet afgebeeld daar ze zonder de kleurinformatie hun betekenis verliezen. De gebruiker kan, zij het in beperkte mate, zelf zijn kleurenpalet kiezen (zie paragraaf 6.6).

6.1.1 Algemeen geldende mogelijkheden

Er zijn een aantal mogelijkheden die voor alle modules gelden. De belangrijkste daarvan zijn:

1. Met de Escape-toets (Esc) kan een bepaalde functie onderbroken kan worden. In de meeste gevallen komt dan een standaardmenu van waaruit men kan kiezen hoe verder te gaan. Sommige modules, m.n. die voor data-acquisitie gaan ook naar dit menu wanneer er een storing optreedt in de voortgang. In de meeste gevallen zal dan worden aangegeven waarom de voortgang is onderbroken. Enkele modules hebben een zo eenvoudige bediening dat er geen aparte 'Break' pagina voorhanden is. In alle gevallen kan men door telkens op Escape te druk-

ken naar de hoofd-index terugkeren. Men kan er echter niet BRAINFO mee verlaten. Daarvoor is een apart commando nodig (zie hoofdstuk 5).

2. Voor alle grafische schermbeelden (die niet in dit rapport afgebeeld worden daar kleur een essentieel onderdeel van de afbeeldingen vormt) kunnen de gebruikte kleuren uit 10 verschillende paletten gekozen worden tijdens het afbeelden. Dit betekent dat men voor het afbeelden van 'maps' op het scherm uit 10 verschillende paletten kan kiezen. Een deel daarvan behoort tot de standaard van BRAINFO en komt overeen met internationaal gebruikelijke paletten, een ander deel is zelf te kiezen (zie paragraaf 6.6).

De achtergrondkleur is in alle paletten praktisch 'traploos' van zwart naar wit in te stellen.

3. Van alle grafische schermbeelden kan te allen tijde een afdruk gemaakt worden met de bijgeleverde kleurenprinter. Het is in de huidige versie nog niet mogelijk een afdruk met grijs tinten te verkrijgen daar daarvoor nog geen driver voorhanden is. Het ligt in de verwachting dat een volgende versie deze mogelijkheid wel kent.

4. Voor de grafische schermen geldt dat, waar dit relevant is, informatie wordt gegeven als 'driedimensionale' functiedruktoetsen (buttons) op het scherm. Wanneer de bijbehorende functietoets op het toetsenbord wordt ingedrukt dan wordt dit als zodanig ook op het scherm zichtbaar en deze blijft 'ingedrukt' gedurende het verloop van de functie. Dit zorgt er voor dat veel informatie continu voorhanden is wat de lengte van de leercurve voor het gebruik sterk bekort.

6.2 Patiënt/onderzoek administratie

Wanneer het **opnamestation** wordt opgestart zal, na de initialiseringshandelingen, het openingsmenu zichtbaar worden met de keuzebalk gepositioneerd op keuze 2 (zie fig. 5.1). Door return in te drukken wordt direct naar de module voor het opgeven van patiëntgegevens gegaan. Zonder deze gegevens is het niet mogelijk EEG's of ER's op te nemen.

Figuur 6.1 laat het scherm zien dat dan wordt gepresenteerd waarin de gegevens ingevoerd moeten worden. De volgorde van opgave is vast en na ieder gegeven moet de return toets worden ingedrukt om verder te gaan (↑ is terug naar het vorige item).

Figuur 6.1 Dialogscherm van de module voor het opgeven van patiëntgegevens. De op te geven gegevens zijn niet ingevuld. Voor verdere informatie zie tekst.

Date: 29-apr-91 Opgave onderzoeksgegevens Time: 11:42:38 BRAINFO

Opslag:	Patient:	ZIS code: - -	Ond.nr.:	Tape-code:
---------	----------	--------------------	----------	------------

(server=1,eigen schijf=2,diskette=3,WORM=4)

Man(M) of Vrouw(V) :
Protocolcode :
Geboortedatum :
Links of Rechtshandig (L/R):

Het in te geven getal moet liggen tussen 1 en 4

6.2.1 Algemene gegevens

Opgegeven dienen te worden:

- Opslag : Het medium waarop de data uiteindelijk terecht moeten komen.
- Patiënt : De patiëntcode (de koppeling naar de patiëntnaam)
- ZIS code : Een in principe vrij veld waarin bijv. de ZIS-code of andere afdeling- of instelling-specifieke informatie ingevoerd kan worden
- Ond.nr. : Ook een in principe vrij veld waarin het volgnummer van de registratie wordt opgeslagen
- Tape-code : Een positie van drie karakters waar extra informatie kan worden opgegeven. In de opstelling op het NIPG wordt hier het nummer van de analoge tape-registratie opgegeven

Indien het medium via het netwerk benaderd wordt kan men kiezen uit de data direct via het netwerk weg te schrijven of nadat de registratie is verricht. Hier voor is de vraag 'Direct wegschrijven?' bedoeld. Wordt hier N(ee) opgegeven dan worden de data eerst op het data-acquisitie werkstation opgeslagen en pas na afsluiten van de meting over het netwerk naar het definitieve opslagmedium getransporteerd.

Indien een verwisselbaar medium wordt gebruikt (de WORM of een diskette) dient een identificatie daarvan te worden opgegeven ten behoeve van de administratie in de database.

Aansluitend dient te worden opgegeven geslacht, protocol-code (zie paragraaf 6.2.2), geboortedatum en voorkeurshand.

6.2.2 Protocol opgave.

Zoals reeds is gesteld kent BRAINFO een groot aantal vooraf in te geven instellingen, evenals het geval is bij een EEG-toestel waar vooraf programma's voor versterking, filters montage, etc. dienen te worden opgegeven.

Indien een nieuwe protocolcode wordt opgegeven of vooraf voor het maken van een nieuw protocol is gekozen, wordt het scherm dat in fig. 6.2 is afgebeeld getoond.

Of de eerste regel staat wat met dit scherm gedaan kan worden terwijl de code van het protocol tussen haakjes opgegeven staat. Hier is als voorbeeld een bestaand protocol gebruikt dat gewijzigd kan worden. Bij een nieuw protocol zijn alle metingnummers op nul gezet.

De montage gegevens worden eerst met een andere module gemaakt en genummerd. Men kan op deze manier meerdere montages voor opname gebruiken zoals een met 21 kanalen naar de gemiddelde referentie en een andere met 32 kanalen naar F_0 .

BRAINFO biedt de mogelijkheid, uitgaande van een bepaalde opnamemontage elke willekeurige montage samen te stellen dus ook een naar een gemiddelde referentie of

Figuur 6.2 Voorbeeld van een reeds ingevulde protocolconfiguratie voor de code NN zoals tussen haakjes op de eerste regel staat. Deze bevat 9 metingen. Verdere uitleg wordt in de tekst gegeven.

EEG protocol - configuratie (NN)									
Meting nummer	Mon- tage	Cond. code	Aantal kanalen	Sample freq.	Meting nummer	Mon- tage	Cond. code	Aantal kanalen	Sample freq.
1	1	D	21	204.8	11	0		0	0.0
2	1	O	21	204.8	12	0		0	0.0
3	1	D	21	204.8	13	0		0	0.0
4	1	O	21	204.8	14	0		0	0.0
5	1	D	21	204.8	15	0		0	0.0
6	1	VLD	21	1000.0	16	0		0	0.0
7	1	VZD	21	1000.0	17	0		0	0.0
8	1	ATD	21	1000.0	18	0		0	0.0
9	1	AFD	21	1000.0	19	0		0	0.0
10	0		0	0.0	Del = delete line, ins = insert line				

A Auditieve Evoked ResponseI -----.					Q Stim. L. Blikv.(V)				
B Brainstem(A) K Klikstimulus(A)					S -----(V)				
C Schaakbordpatr.(V) L Flits(V)					T Toon(A)				
D Ogen dicht. M Sensibele stimulatie.					V Visuele Evoked Response.				
----- N Stim. R. Blikv.(V)									
F Freq.modulatie(A) O Ogen open.					X -----.				
H Hyperventilatie. P Posthyperventilatie.					Y -----.				
					Z Blind(V)				

de 'source'. Het aantal opgegeven kanalen dient gelijk te zijn aan het aantal dat bij de samenstelling van de montage is gebruikt om problemen bij de verwerking te voorkomen.

De opgave van de verschillende conditiecodes wordt met letters gedaan welke op het onderste deel van het scherm omschreven staan. Deze omschrijvingen worden ook

getoond tijdens de registratie zodat de laborant(e) weet welke extra handelingen verricht moeten worden. De omschrijvingen in de afbeelding zijn voorbeelden die door de gebruiker zelf ingevuld c.q. veranderd kunnen worden.

De bemonsteringfrequentie (**sample freq.**) dient binnen de maximaal toelaatbare grenzen te blijven. Hiervoor is een beveiliging ingebouwd.

Na invulling van de gegevens kan het protocol worden afgedrukt zodat de gegevens administratief verwerkt kunnen worden.

6.3 Data-acquisitie

De hier beschreven modules zijn uiteraard alleen aanwezig op het opnamestation. Op het verwerkingsstation zijn de hier beschreven keuzemogelijkheden niet aanwezig.

Pas nadat de patiënt/onderzoek gegevens aan het systeem bekend zijn worden de modules voor data-acquisitie vrijgegeven. Dit is in het hoofdmenu te zien doordat de patiëntcode in de rechter bovenhoek van het scherm staat i.p.v. -----.

Door het van te voren opgeven van de instellingen (zie ook paragraaf 6.6.7 standaarden) is er een minimum aan handelingen door de laborant(e) nodig waardoor de meeste aandacht aan de patiënt en het EEG besteed kan worden.

6.3.1 Calibratie

Belangrijk is dat er geen EEG-meting uitgevoerd kan worden als er niet eerst een calibratie heeft plaats gevonden. Evenals dat voor een normale papierregistratie gebeurt moet dit hier ook gedaan worden. Wordt dit per abuis vergeten dan meldt het systeem dit en wordt automatisch naar de calibratie module gesprongen.

Hierin moet opgegeven worden of de op te nemen ijking vooraf gaat aan de registratie of na de registratie gebeurt. Vervolgens moet ijkspanning en versterking van het toestel worden opgegeven terwijl op het scherm wordt aangegeven dat het toestel voor ijking moet worden ingesteld. Is dit gebeurd dan wordt gestart met ijken (het

EEG-toestel moet dan ijksignalen produceren) waarna de ijking verder automatisch verloopt. Als de computer aangeeft gereed te zijn (na ± 5 seconden) kan het EEG toestel gestopt worden. Na enig rekenen door het systeem zijn de ijkwaarden bekend en kan over worden gegaan naar het opnemen van een EEG.

6.3.2 Registratie EEG

In fig. 6.3 is het openingsscherm van deze module afgebeeld.

Figuur 6.3 Openingsscherm voor de opname van een EEG. Het enige dat opgegeven dient te worden is het nummer van de meting (indien alle metingen achter elkaar worden gedaan is RETURN voldoende).

Date:29-apr-91	EEG RECORDING & DISPLAY	Time:11:53:30 BRAINFO
Ses: 1 .0Sec	(29- 4-91) Code:VB0001(M) (11:53:11)	A/D-CONV.
Each: .00Sec	Geb.dat:12-11-10 Leeft.: 80jr. 6 m.	Scale: 100 %
# channels: 21		Samp.freq.: 204.8Hz.

Meting-nummer: 1

MetAfl.	Con	Omschrijving
1	1 D	Ogen dicht
2	1 O	Ogen open
3	1 D	Ogen dicht
4	1 O	Ogen open
5	1 D	Ogen dicht
6	1 VLD	VERFlitsOgen dicht
7	1 VZD	VERBlindOgen dicht
8	1 ATD	AERToonOgen dicht
9	1 AFD	AERFreq.modulatieOgen dicht

Het in te geven getal moet liggen tussen 0 en 19

Duidelijk is het 'voorwerk' zichtbaar in de vorm van de verschillende metingen (1 t/m 9) die in het protocol NN (zie paragraaf 6.2) zijn opgesteld.

Het gebruik is zeer eenvoudig. De metingen die gedaan zijn worden op het scherm met een andere voor- en achtergrondkleur aangegeven en bij de laatst uitgevoerde meting staat een *. Het enige dat de laborant(e) moet doen is de RETURN toets in-

drukken om de volgende meting te doen uitvoeren. Indien een ander cijfer wordt gekozen wordt dié meting uitgevoerd. Is er nog niet gekijkt dan dient dit eerst te gebeuren (zie paragraaf 6.3.1).

Is de meting gekozen dan wordt nog gevraagd of men de standaard procedure gebruikt. Door return te geven wordt bevestigend geantwoord en is het systeem gereed om op te nemen. In principe is dus drie maal RETURN voldoende om een EEG op te nemen. In de praktijk zal men de voorbereidingen doen (2 x RETURN), de patiënt in gereedheid brengen voor de meting (ogen dicht laten doen of juist open, laten zuchten, etc.) en met RETURN starten.

Tijdens de registratie loopt het EEG mee op het scherm, kan de schaal steeds aangepast worden en kunnen verschillende montages en schermposities tijdens het opnemen gewisseld worden. Wil men de registratie onderbreken, bijv. om een elektrode beter vast te zetten of vanwege veel onrust van de patiënt, dan wordt met drukken op ESC de opname gestopt en met weer Esc of RETURN verder gegaan. Bij het stoppen worden de laatste 5 seconden van het EEG automatisch verwijderd om te voorkomen dat eventuele artefacten vastgelegd worden.

Wanneer er iets onverwachts met de patiënt gebeurt maar men wil de opname niet onderbreken, kan dit met een toetsaanslag worden aangegeven wat samen met het EEG in het bestand wordt opgeslagen. Later is dit dan gemakkelijk terug te vinden. Het karakter van het 'event' dient op papier opgeschreven te worden.

Wanneer de opname gereed is wordt dit akoestisch gemeld terwijl de laatste 10 seconden zichtbaar blijven. Een druk op RETURN brengt dan het beginscherm weer in beeld met een * bij de meting die het laatst is uitgevoerd. RETURN doet dan weer doorgaan met de volgende meting. Daarbij is het niet van belang of de volgende meting een EEG of een ER is, het systeem zorgt er automatisch voor dat met de juiste module verder gegaan wordt.

Wordt niet standaard gewerkt dan moet de duur van de registratie opgegeven worden en of het EEG al dan niet op de monitor moet worden getoond.

6.3.3 Evoked Response Registratie

Deze verloopt op identieke wijze als voor het EEG. Omdat het ook hier de gewoonte is eerst te calibreren wordt dat ook hier eerst gedaan voordat begonnen kan worden met de opname van een ER. Het enige verschil is dat hierbij de calibratie een onderdeel van de module vormt en niet apart verricht kan worden.

Deze calibratie, die gebaseerd is op een blokspanning, duurt iets langer dan voor het EEG (± 15 sec.) en ook hier wordt, na enig rekenen gevraagd of men standaard wil werken. Wordt dit bevestigend beantwoord dan kan gestart worden met het opnemen van een ER.

Figuur 6.4 toont het ingevulde scherm nadat een calibratie is verricht. De berekende calibratiewaarden staan midden op het scherm, de gegevens die door de gebruiker zijn ingevuld zijn gearceerd en de drie rijen getallen iets boven het midden zijn de berekende calibratiewaarden per kanaal (21 kanalen). De onderste regel is weer een melding aan de gebruiker. Wordt gewerkt met een geïntegreerd systeem, i.e. een systeem waarbij de controle over het versterkingsdeel ook door de computer gebeurt, hetgeen in een volgende versie mogelijk zal zijn, dan worden deze boodschappen weggelaten.

Figuur 6 4 Scherm voor de calibratieberekening voor een EP

```
Date:29-apr-91
Type: VEP
Nr. sweeps: 10
Filter: 1 Pnts
```

Evoked Response Recording (29- 4-91) Code:VB0001(M) (12:21:49) Geb.dat:12-11-10 Leeft.: 80jr. 6 m.							
--	--	--	--	--	--	--	--

```
Time:12:21:50  BRAINFO
File: # YKING
Skipped: 10
Geen topdetectie
```



```
Meting-nummer: 6
Ijking:      .32   .38   .26   .19   .19   .32   .45   .32
             .19   .13   .13   .32   .32   .32   .38   .26
             .38   .26   .38   .26   .19
```



```
Eerst ijken?(J/N): J
Ijkspanning in microvolts (top-top): 50
Sensitivity in microvolts/cm       : 70
Aantal sweeps ijken                : 10
Start data collectie (return)      :
```

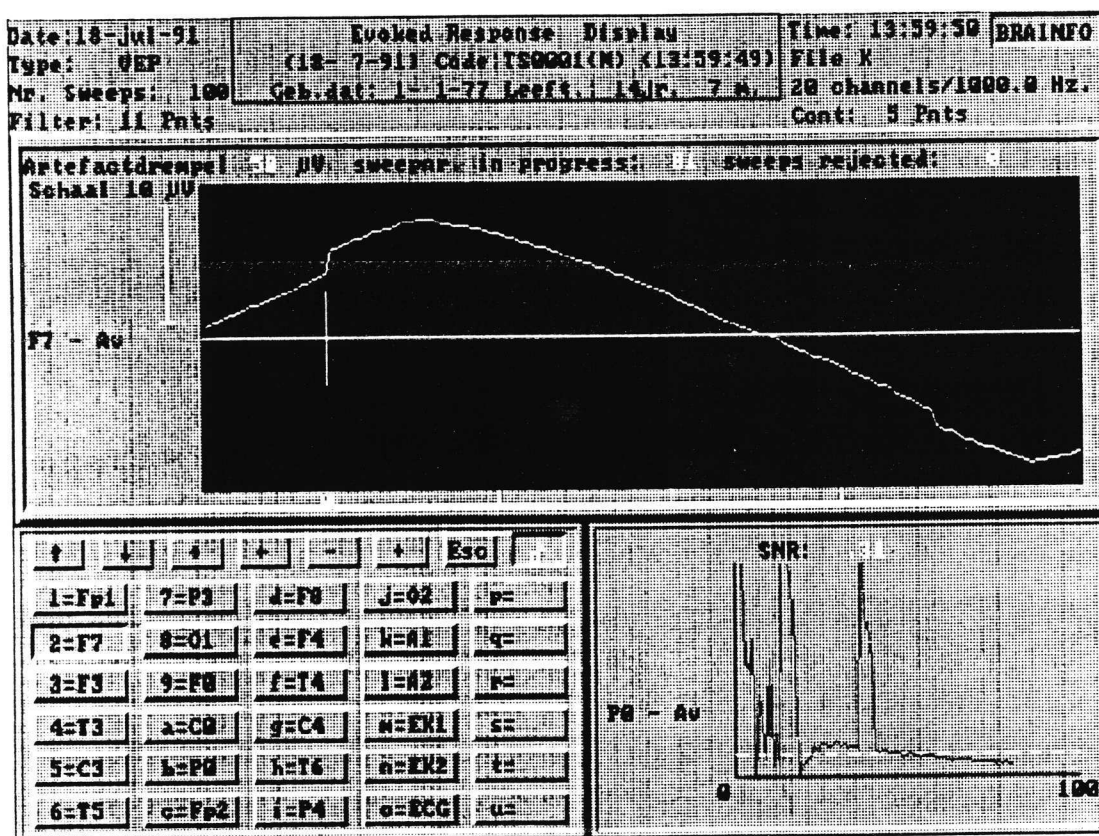


```
Sample freq. : 1500 Hz. Duur v/d ER: 298.7 msec. Prestimulustijd: 42.7 msec.
Maak EEG-toestel gereed voor de blok-ijking
```

Het scherm voor de standaardbewerking van een ER is hier praktisch gelijk aan met als enig verschil dat de tekst onder de getallenrij tot aan 'Sample freq.' verwijderd is waarvoor in de plaats de tekst 'Wordt de standaard-procedure gebruikt?' en 'Start data collectie (return)' is gekomen. Uiteraard zijn ook de getallen in de voorlaatste regel veranderd en is de meldtekst gericht op het maken van een ER. Wanneer de patiënt en de apparatuur in gereedheid zijn wordt gestart met de ER opname.

Er zijn een groot aantal beveiligingen ingebouwd tegen verkeerde handelingen die normaliter volledig verborgen blijven voor de gebruiker. Wordt er echter iets verkeerd aangesloten of een verkeerde handeling verricht dan wordt dit gemeld met een suggestie voor correctie.

Figuur 6.5 Grafisch scherm zichtbaar tijdens de registratie van de EP. De curve is zichtbaar in het zwarte vlak. De tijdas is in 100 msec ingedeeld. Rechts onder is de signaal/ruis verhouding afgebeeld. Het paneel links onder geeft de mogelijkheid aan een ander kanaal te tonen. De verdere gegevens spreken voor zich. Het getoonde beeld is van een kunstmatig signaal, niet van een EP.



Na de RETURN komt een nieuw, grafisch scherm (Fig. 6.5) waarop de voortgang van de opname van de ER wordt afgebeeld. Hierop is o.a. de continue 'updating' van één kanaal van de ER te zien samen met een grafiek van de betrouwbaarheidsindicator (zie hoofdstuk 2). Aangegeven wordt verder het aantal 'sweeps' dat verwerkt is en het aantal dat is afgekeurd op basis van een drempelcriterium dat tijdens het meten continue is bij te stellen evenals de schaal. Iedere afgekeurde 'sweep' wordt akoestisch aangegeven terwijl een ander akoestisch signaal het beëindigen van de registratie aangeeft.

Is de registratie gereed dan worden de signalen van alle kanalen op het scherm afgebeeld wanneer voor deze optie gekozen is. Er zijn verder nog veel meer opties voor al dan niet afdrukken van de toppen en dalen, filteren, de berekening van een bepaald ER model, etc. Voor detaillering daarvan wordt verwezen naar de handleiding van het BRAINFO systeem.

Men heeft bij het bekijken van de ER direct na de registratie de mogelijkheid om maps te maken. Daarbij kan alleen niet de referentie worden veranderd. Met een enkele toetsaanslag kan weer naar het registratiedeel worden gegaan om een volgende ER of een EEG te registreren.

6.4 Data verwerking

De dataverwerkingspagina van het systeem bevat een aantal modules om de geregistreerde gegevens te analyseren en op verschillende manieren te bekijken. Deze zijn gescheiden van de modules voor mapping, welke vanaf een volgende pagina benaderd worden.

Een belangrijke module is die voor het markeren van artefacten, stoorsignalen niet afkomstig van de hersenen zoals oogbewegingen, ademhaling, plotselinge spieractiviteit (slikken niezen, bewegen, etc.) en elektrode-artefacten.

Andere modules zijn speciaal bedoeld voor het bekijken van EEG's of ER's en voor het berekenen en tonen van spectra op verschillende wijzen.

6.4.1 Artefactmarkering

Deze module is noodzakelijk voor het doen van een betrouwbare beoordeling van het qEEG.

Iedere registratie van het EEG bevat signalen afkomstig van extra-cerebrale bronnen met als belangrijkste de ogen en de spieren welke aan de schedel aanhechten. Daarnaast kunnen bewegingen van de patiënt, ademhaling, vaatpulsaties, elektrode-artefacten, etc. ongewenste stoorsignalen veroorzaken in het EEG. Hoewel reeds jarenlang gepoogd wordt automatische systemen te ontwerpen voor het verwijderen van deze ongewenste signalen uit het EEG is het menselijk oog, geleid door zijn ervaring in het herkennen van deze stoorsignalen nog steeds het meest betrouwbaar gebleken. In de praktijk is gebleken dat een ervaren laborant(e) niet meer dan 15 minuten nodig heeft om met behulp van dit module een compleet EEG te bewerken (5 registraties). De werkelijk benodigde tijd is langer daar, afhankelijk van de snelheid van het netwerk en de gebruikte hardware, het inlezen van de EEG's ook tijd kost. Een EEG heeft een omvang van ± 1.3 Mb en een complete registratie (± 10 min. EEG) is ruim 7 Mb groot. Uiteraard is dit afhankelijk van de kwaliteit van de registratie en de ervaring van de gebruiker. Daarbij is in het systeem een voorziening ingebouwd om niet meer dan een bepaald, vooraf op te geven aantal seconden uit het EEG te verwijderen daar anders een te kort stuk overblijft voor een betrouwbare analyse. Dit betekent dat een zekere mate van artefact-contaminatie kan blijven bestaan en dat de gebruiker dient te beslissen of de kwaliteit betrouwbaar genoeg is voor verdere analyse, c.q. dat de gegevens die verkregen worden gebaseerd zijn op cerebrale activiteit en niet op artefacten.

Ingevolge de standaardisatie hebben alle modules waarin met patiëntbestanden wordt gewerkt een standaard openingsscherm waarin gevraagd wordt naar de plaats en de naam van het te bewerken bestand (zie fig. 6.6).

In de bovenste 3 regels wordt alle relevante informatie met betrekking tot de registratie en de bewerkingen weergegeven nadat de bestandsnaam bekend is. Deze zijn datum en tijd (links en rechts op de eerste regel), het metingnummer, de versterkingfactor waarmee is opgenomen, de lengte van een 'bladzijde' EEG (in seconden),

het aantal kanalen dat is opgenomen en de sample frequentie. Binnen het kader staat de patiëntcode en datum en tijd van de opname.

Figuur 6.6 Openingsscherm voor de module om artefacten te markeren. De beschrijving ervan staat in de tekst.

```
Date:02-may-91      Time:16:30:04   BRAINFO
Session:            1 Epoch=      Sec
Amp:       $\mu$ V/Div  (      ) PATIENTCODE:      (      )      channels /      Hz.

Blijft de code gelijk ( EAB1806A.D91)?(J/N): N
Medium waarop het EEG staat (server=1,eigen schijf=2,diskette=3,WORM=4): 2
Patientcode (EA9901,MV0001,etc.): AB1806
Jaar (91):
Metingnummer: 1
```

Het in te geven getal moet liggen tussen 1 en 19

Zijn deze gegevens correct ingegeven dan verschijnen de eerste 10 seconden EEG op het scherm. Hierin kan de gebruiker de artefacten aangeven door met de cursor naar de betreffende unit van 1.25 sec. te gaan en daar het artefact te merken.

Daar niet alle artefacten voor de analyse even zwaar wegen heeft hij de keuze uit drie 'zwaartes': licht (1), matig(2) en zwaar(3). Een gemarkeerd deel wordt op het scherm in een andere kleur weergegeven waarbij de kleur de zwaarte aangeeft. het totaal aantal 'zware' artefacten is steeds op het scherm zichtbaar. Méér dan het van tevoren opgegeven aantal onbruikbare units (een unit is een standaardeenheid in het systeem en omvat altijd 1.25 sec.) kan niet als 'zwaar' worden aangemerkt.

Op deze wijze worden de opeenvolgende stukken EEG bekeken en gemerkt. Is één meting op deze wijze bewerkt dan wordt met een apart scherm de definitieve markering gemaakt waarbij bijv. units die als licht zijn aangemerkt toch verwijderd kunnen

worden evenals ongemarkeerde delen om een voldoende lang stuk artefact-arm EEG voor verdere verwerking te verkrijgen.

Aangeraden wordt steeds metingen van 150 sec. EEG op te nemen en daaruit 50 seconden te 'verwijderen' waarin de artefacten zitten. In meer dan 90 procent van de EEG's is op deze wijze een goed artefact-arm EEG te verkrijgen. In de handleiding behorende bij het systeem wordt uitgebreid ingegaan op de systematiek van artefact-verwijdering.

Het module bezit een groot aantal voorzieningen om het bekijken van het EEG te vergemakkelijken. Daartoe behoren het kiezen van stapgrootte, het uitvergroten van het EEG, het selecteren van kanalen vanuit standaardselecties die van te voren zijn opgegeven. Zelfs is het mogelijk tijds- en frequentiedomein 'maps' te maken hetgeen voor sommige lastige beoordelingen van nut kan zijn. Bovendien kan dit module tevens gebruikt worden voor de visuele analyse van het EEG hoewel daar ook een aparte module voor aanwezig is (zie de volgende paragraaf).

6.4.2 Het tonen van EEG's.

Deze module wordt vanuit het hoofdmenu aangeroepen om een EEG visueel te beoordelen. Het bevat een groot aantal mogelijkheden die overeenkomen met die welke in de vorige pagina zijn genoemd zoals selectie van te tonen standaardcombinaties van kanalen, het maken van tijds- en frequentie 'maps', het vergroten of verkleinen van de amplitudo, van de scherm resolutie ('digitaal filteren'), etc., bovendien kan hier een keuze gemaakt worden uit vooraf gemaakte montages met eventueel nog een individuele selectie van kanalen.

Daarnaast is het mogelijk het EEG als een 'film' over het scherm te laten bewegen ('scrollen') of automatisch pagina voor pagina te laten zien waarbij er tussen opeenvolgende pagina's een korte pauze zit om de gebruiker het beeld te laten bestuderen. Uiteraard is willekeurige keuze van pagina's mogelijk waarbij een zgn. 'scroll'-balk boven in het scherm aangeeft waar men in het bestand zit en waar de artefacten en events zich bevinden.

Een groot aantal opties geeft de gebruiker de mogelijkheid het EEG zo nauwkeurig mogelijk visueel te beoordelen om de gegevens daarvan in een standaard rapportage vast te leggen (zie paragraaf 6.8).

De huidige versie van BRAINFO is geënt op de klinisch meer gebruikelijke manier van vastleggen van de beschrijving op een voorgedrukt formulier. In een volgende versie zal de gebruiker de mogelijkheid krijgen de beschrijving direct in het systeem in te voeren zodat voor het 'uitboeken' nog slechts het maken van een beoordeling en conclusie rest.

Het openingsscherm van dit module is het tweede scherm dat gekozen wordt (zie fig. 6.7).

Figuur 6.7 Openingsscherm (2e scherm) voor het tonen van een EEG. Afgebeeld is het standaard openingsscherm met de specifieke gegevens voor de display. Alle antwoorden van de gebruiker zijn ingevuld.

```
Date:02-may-91
Session: 1
Amp: 70  $\mu$ V/Div
# channels: 21
Time:16:38:40 BRAINFO
1 Epoch= 1.25 Sec
Sample freq: 204.8 Hz.

EEG DISPLAY
(15- 2-90) PATIENTCODE:AB1806(11:27: 0)

Blijft de code gelijk ( EAB1806A.D91)?(J/N): N
Medium waarop het EEG staat(server=1,eigen schijf=2,diskette=3,WORM=4): 2
Patientcode (EA0001,MV0111,etc.): AB1806
Jaar (91):
Metingnummer: 1
Automatische display van het EEG?(J/N): N
Beginnen bij sec.: 1
Stapgrootte (om de hoeveel datapunten)?: 2
Terugbrengen naar 100 Hz.?(J/N): J
Geef de framelengte (1= 2.50 sec., 2= 5.00 sec., 3= 10.00 sec.): 3
```

Het in te geven getal moet liggen tussen 1 en 3

Het eerste scherm biedt de gebruiker de keuze uit het EEG bekijken op het scherm, of op een plotter vast te leggen. Deze laatste mogelijkheid is geen standaard optie maar kan verkregen worden. Zij is vooral bedoeld voor het gebruik in afdelingen of research laboratoria waar frequent voor publikatie doeleinden een hoge kwaliteit van de afbeelding van het EEG noodzakelijk is.

Naast de standaard informatie wordt gevraagd of het EEG automatisch weergegeven moet worden, zoals hierboven is uiteen gezet. Verder dient opgegeven te worden op welk punt men in het EEG wil beginnen en kan de bemonsteringfrequentie teruggebracht worden naar 100 Hz. Dit bepaalt n.l. de lengte van het getoonde stuk. Hoe lager de bemonsteringfrequentie hoe langer het stuk dat op een scherm pagina verschijnt. De daaruit voortvloeiende keuzes zijn te vergelijken met de keuzes van papier-snelheden op een standaard EEG-toestel. Het komt voort uit het feit dat altijd maximaal 1024 bemonsteringen per kanaal getoond kunnen worden. Bij 100 Hz is dat dus 10 sec., bij 200 Hz 5 sec., bij 50 Hz 20 sec.

De 'stapgrootte' is een soort van digitale filtering en geeft aan om de hoeveel bemonsteringen een punt wordt getekend, terwijl tussen de punten een rechte lijn wordt getrokken. Indien men bijv. een samplefrequentie van 100 Hz. heeft gekozen en een stapgrootte van 4 dan zal ieder 4^e punt slechts gezet worden wat overeenkomt met een maximale frequentie resolutie van 12.5 Hz ($100/4 = 25$ Hz is de effectieve samplefrequentie en dus 12.5 Hz de max. theoretische frequentie resolutie). Dit is uiteraard geen goede vorm van filteren daar het geen rekening houdt met 'aliasing'. Het is daarvoor ook niet bedoeld maar mag slechts gebruikt worden voor een snelle inspectie van het EEG.

De rest van dit module wordt weergegeven op grafische schermen waarvan een voorbeeld is gegeven in fig. 6.8. Verdere details staan beschreven in de handleidingen en technische documentatie die bij het systeem behoren.

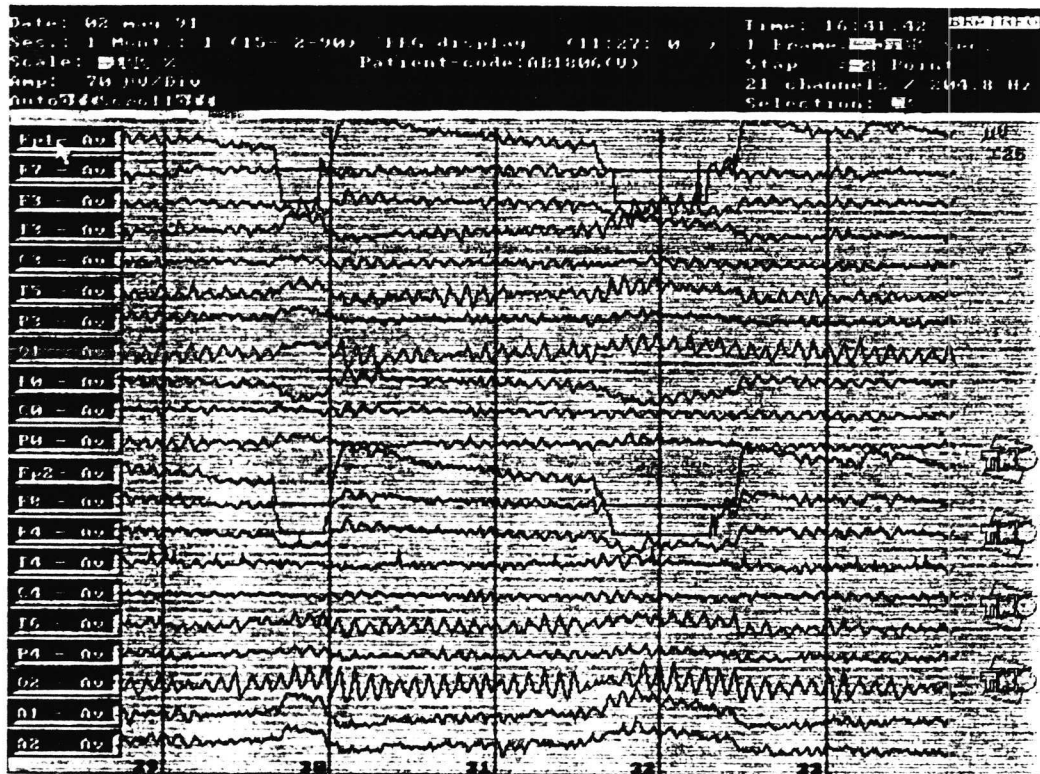
6.4.3 'Compressed Spectral Arrays'

Het module dat met deze keuze uit het hoofdmenu wordt bereikt geeft de mogelijkheid een EEG in het frequentiedomein in detail te bekijken.

In figuur 6.9 staat het openingsscherm weergegeven.

Naast de standaard dialoog dient opgegeven te worden of men de gemerkte delen wel of niet mee wil nemen, welke bemonsteringsfrequentie gebruikt moet worden, welke frame (= epoch) lengte gebruikt moet worden, bij welk frame begonnen dient te worden, hoeveel frames bewerkt moeten worden en of men ieder frame wil berekenen of dat men om de n frames een berekening wil laten uitvoeren.

Figuur 6.8 Grafisch voorbeeld van een EEG. Deze zwart-wit afbeelding doet een aantal aspecten niet uitkomen daar deze slechts in kleur goed zichtbaar zijn.



Is alles opgegeven dan worden de 'compressed spectral arrays' voor de kanalen

behorende bij de gebruikte montage met een max. van 16 berekend en op het scherm weergegeven waarvan fig. 6.10 een voorbeeld is.

In de meeste gevallen zal men het gemiddelde van de berekende spectra willen gebruiken voor verdere analyse. Daaruit zijn een aantal verschillende spectraalgegevens te berekenen waarvan een voorbeeld in fig. 6.11 is gegeven.

Hierin is voor één kanalenpaar van de linker- en rechter hemisfeer het spectrum getoond met een aantal numerieke gegevens zoals de amplitudo's in de Matousek banden en het verschilspectrum dat tussen de beide spectra is afgebeeld. Met een haarlijn kan men de spectra aflopen, waarbij steeds de frequentie en de amplitudo's getoond worden.

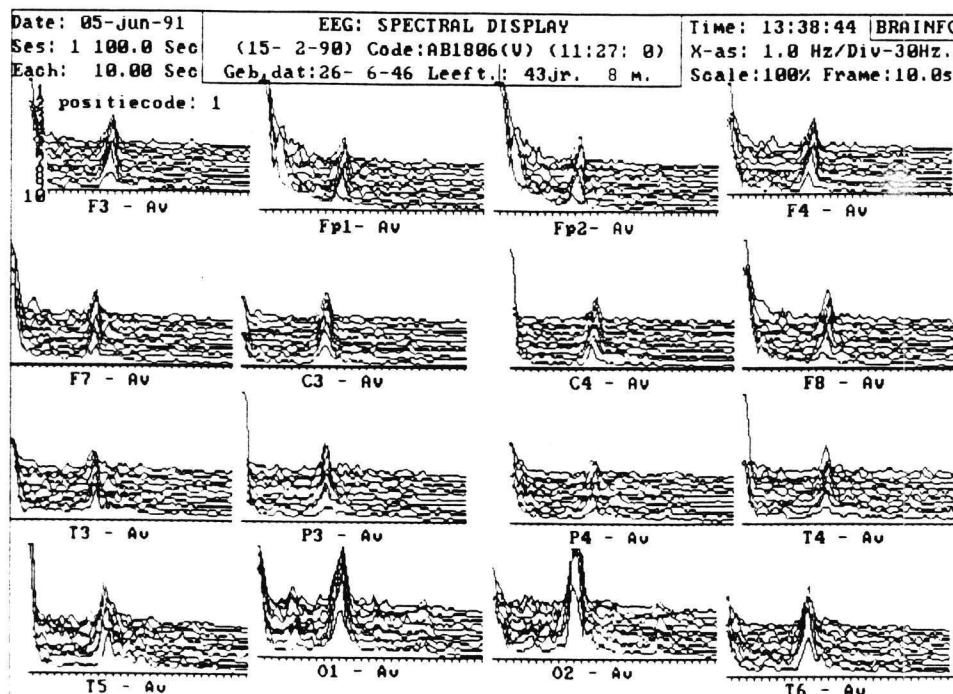
Figuur 6.9 Openingsscherm voor het maken van Compressed Spectral Arrays. Alle noodzakelijk op te geven informatie is afgebeeld (zie verdere tekst)

		BRAINFO
Date:05-jun-91	EEG: SPECTRAL DISPLAY	Time:13:36:26
Ses: Sec	() Code: () ()	X-as : Hz/Div
Each: Sec	Geb.dat: Leeft.:	Scale: %

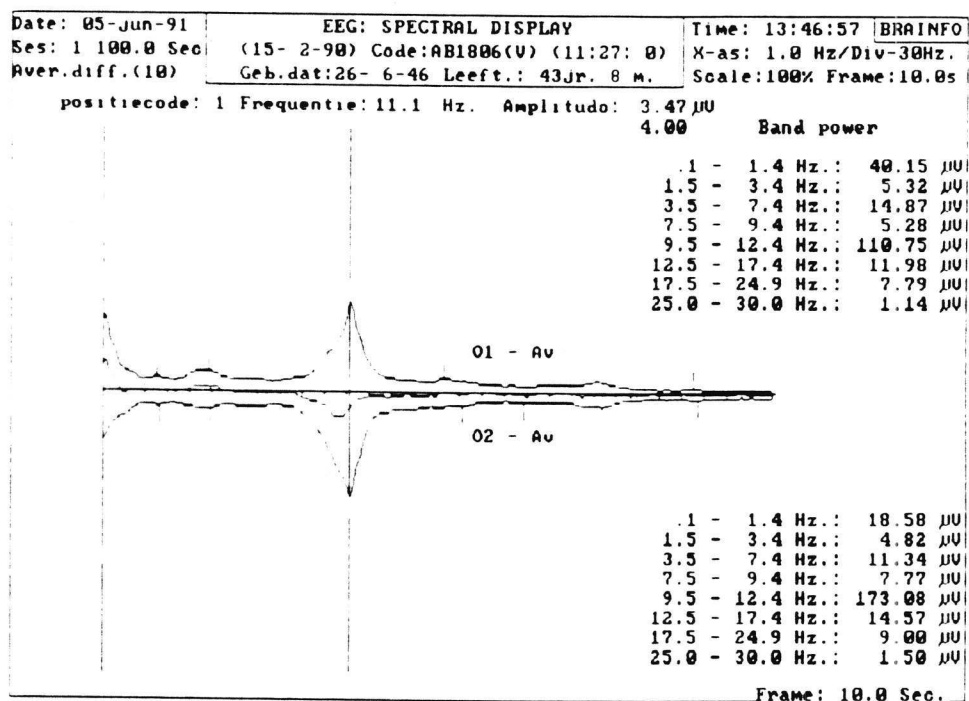
Blijft de code gelijk (EAB1806A.D91)?(J/N): J
 Wilt u de afgekeurde delen weglaten?(J/N): J
 Terugbrengen naar 100 Hz?(J/N): J
 Geef de framelengte (1= 2.50 sec., 2= 5.00 sec., 3= 10.00 sec.): 3
 Beginnen bij frame (max. 15): 1
 Aantal* 10.0 sec doen in dit bestand(max. 10): 10
 Een spectrum plotten na iedere .. maal: 1

Het in te geven getal moet liggen tussen 1 en 10

Figuur 6.10 Voorbeeld van 10 CSA's voor 16 kanalen afgebeeld. De resolutie van de afbeelding is kleiner dan welke op het scherm zichtbaar wordt t.g.v. technische beperkingen van de weergave.



Figuur 6.11 Voorbeeld van een spectraal paar van occipitale kanalen. Duidelijk is de lichte amplitudo asymmetrie te zien welke voor rechtszijdigen normaal is



Dit is voorhanden voor alle symmetrische kanalen en geeft een indruk van de symmetrie voor de verschillende onderdelen van de spectra hetgeen voor klinisch gebruik van belang is.

Uiteraard is het ook hiermee weer mogelijk spectraal-maps te maken en te bekijken met de meeste van de mogelijkheden die in de paragrafen onder 6.5 besproken zullen worden.

Met deze module kunnen ook de spectra van meerdere kanalen tegelijk getoond worden met de mogelijkheid homologe linker- en rechter kanalen onder elkaar te zetten zoals voor twee kanalen in fig. 6.10 is getoond.

6.4.4 Spectra berekening en batch verwerking

Hoewel het van belang is het EEG op verschillende wijze grafisch te kunnen analyseren is het noodzakelijk bewerkte gegevens van één meting zo compact en beknopt mogelijk bij elkaar te hebben om op te slaan in een database. Wanneer men immers snel iets wil weten over een EEG is het zeer tijdrovend uit te gaan van de gedigitaliseerde EEG-bestanden en spectra en andere parameters steeds opnieuw te berekenen. Daarenboven lenen deze gegevens zich veel beter voor opname in een database.

Als voorbeeld mag gelden dat een gedigitaliseerd EEG 1,3 Mb in beslag kan nemen terwijl na berekening minder dan 50 Kb voldoende is om de berekende gegevens op te slaan, een reductie van meer dan 95 %.

Om dit zo gemakkelijk mogelijk te doen zijn er twee modules in het pakket opgenomen. De een geeft de mogelijkheid één meting volledig te berekenen terwijl het tweede module de mogelijkheid geeft een groot aantal metingen achter elkaar automatisch te laten berekenen. Het is bedoeld om bijv. alle registraties die overdag op verschillende data-acquisitie stations geregistreerd zijn, 's nachts te laten berekenen zodat de volgende dag alle berekeningen gereed zijn. Een andere mogelijkheid is bij een systeem met meerdere verwerkingstations er één te gebruiken om de opgenomen EEG's te berekenen, etc.

De module voor het berekenen van één meting heeft het standaard openingsscherm met als extra opgave waar de bewerkte gegevens moeten worden opgeslagen. Verder

wordt gevraagd of de gegevens getoond moeten worden al dan niet met een hardcopy, of er geplot moet worden, of ook de Hjorth parameters berekend moeten worden, of de gegevens afgedrukt moeten worden of niet. In dit laatste geval worden de berekende gegevens opgeslagen en kunnen op een later tijdstip apart worden afgedrukt. Dit kan noodzakelijk zijn indien men een printer niet onbeheerd wil laten werken. Verder dient nog opgegeven te worden of de gemarkeerde delen (zie paragraaf 6.4.1) overgeslagen moeten worden, of men de berekening voor een andere montage dan de standaard wil doen en welke bandcode voor de berekening van de bandvermogens moet worden uitgevoerd.

Na beantwoording van deze laatste vraag worden de berekeningen uitgevoerd, de gegevens opgeslagen en de curven getoond en afgedrukt.

Met de module voor batchverwerking wordt een bestand aangemaakt dat als invoer dient voor de batch verwerking. Voorbeelden van de output van deze en andere modules zijn in appendix III toegevoegd.

6.4.5 Het tonen van Evoked Responses

Met deze module kunnen reeds opgenomen ER's op het scherm worden getoond op dezelfde wijze als direct na de opname van een ER. Het verschil is dat eerst een standaard dialoog voor het opgeven van de code van de patiënt wiens ER men wil zien gevolgd moet worden om de juiste ER op het scherm te krijgen.

Evenals bij de andere modules voor dataverwerking kan men nieuwe patiëntbestanden, of andere bestanden van dezelfde patiënt, bekijken zonder eerst naar het hoofdmenu terug te gaan.

Een groot aantal verschillende mogelijkheden om de ER te bekijken staan ter beschikking. De schaal kan worden aangepast evenals de detaillering van de ER. Met behulp van voorgeprogrammeerde montages kunnen willekeurige kanalen worden getoond. Dit is van belang voor diegenen die overstappen van oudere systemen waarmee maar een beperkt aantal kanalen te meten is en waarbij men meestal bipolaire montages gebruikt i.p.v. de monopolaire zoals in het BRAINFO systeem gebruikelijk

is of voor het vergelijken met oudere registraties van patiënten of met registraties die elders zijn verricht.

Het scherm toont ook een cursor waarmee langs de curven kan worden gelopen. De bijbehorende amplitudo's en latentietijden worden continu op het scherm weergegeven.

Wil men de topografische verdeling van de ER over de schedel bekijken dan is daarvoor een commando aanwezig. Dit deel van het module komt sterk overeen met het aparte module voor de mapping van ER's. Het belangrijkste verschil is dat dit module de maps slechts weergeeft voor de referentie elektrode waarmee is opgenomen. Verder zijn er geen beperkingen. De mogelijkheden voor mapping zijn in paragraaf 6.5 beschreven.

6.5 Mapping

6.5.1 Inleiding

Deze pagina bevat 4 modules die betrekking hebben op het maken van topografische afbeeldingen van de gegevens over de schedel.

Het mag duidelijk zijn dat hiermee geen extra informatie wordt onttrokken aan de geregistreerde gegevens. Het is slechts een bepaalde vorm van presentatie die maakt dat men de gegevens gemakkelijker kan interpreteren dan indien ze in tabelvorm worden gepresenteerd.

Het eerste module bevat de mogelijkheden tot het tonen van de verdeling van de elektrische activiteit veroorzaakt door een externe stimulus over de schedel. Hiermee kan nagegaan worden hoe de verdeling is van bepaalde componenten van de VER, AER of SSER over de schedel.

Het tweede geeft de mogelijkheid het EEG in het frequentiedomein te beschouwen waarbij men verschillende mogelijkheden heeft voor het samen nemen van de frequentiecomponenten (zie paragraaf 6.5.3).

De derde module komt sterk overeen met de vorige maar heeft de mogelijkheid maps te maken van het EEG in het tijddomein. Dit zal vooral gebruikt worden wanneer men de verdeling van bepaalde transients in het EEG, als bijv. pieken en piekgolf-complexen, over de schedel wil beschouwen.

De vierde module tenslotte is een van de belangrijkste voor het gebruik van BRAINFO omdat daarmee vergelijkingen kunnen worden gemaakt zowel van het EEG van de patiënt met de referentie database als met bijv. een vorig EEG van dezelfde patiënt.

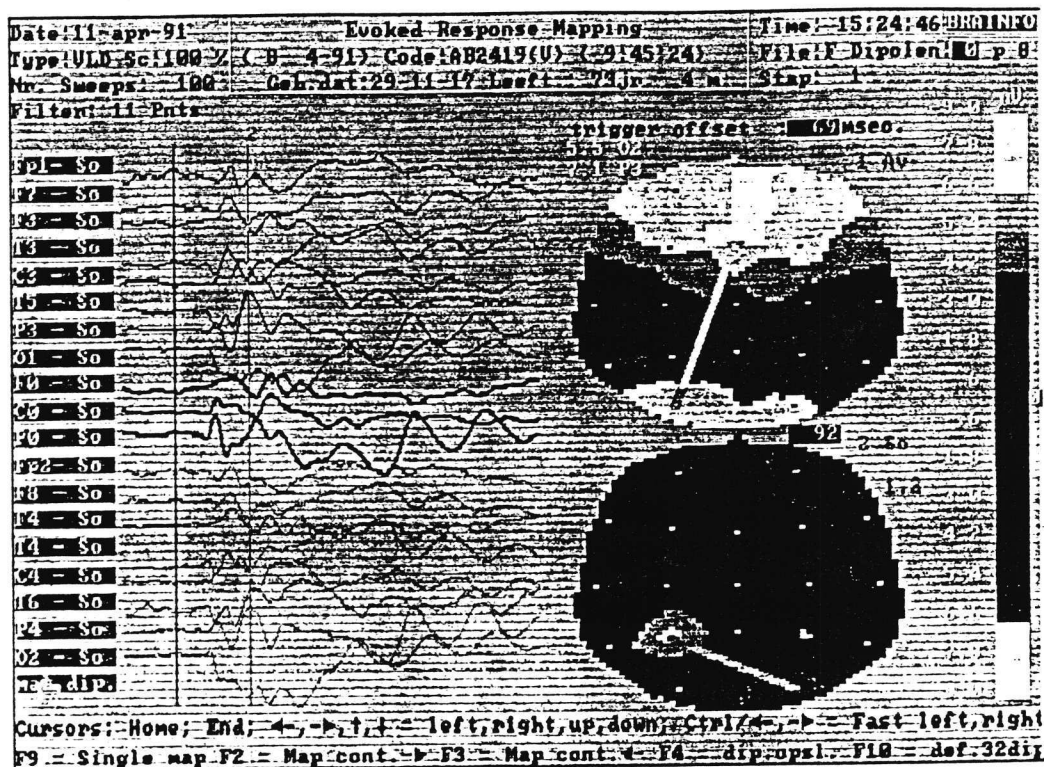
6.5.2 Mapping Evoked Responses.

Na dit module vanuit het hoofdmenu gekozen te hebben wordt de standaard dialoog gevoerd voor het opgeven van de vereiste patiëntgegevens. Daarbij dient nog enige extra informatie te worden opgegeven nodig om de ER op de juiste wijze te tonen, waarbij vooral de **stapgrootte** een rol speelt. Dit geeft de resolutie aan waarmee de ER op het scherm wordt weergegeven en de intervallen waarmee opeenvolgende maps gemaakt worden. Ieder zal daar zijn eigen voorkeur voor ontwikkelen. Het is echter maar een beginwaarde die tijdens het tonen naar eigen believen veranderd kan worden.

Vervolgens wordt de ER ingelezen en het scherm opgebouwd. Dit bestaat uit een smal bovenste gedeelte waarin relevante informatie zowel van de patiënt als de ER staat beschreven, een groot middendeel waarop links de ER-kanalen zijn afgebeeld en rechts een vrije ruimte aanwezig is voor het tonen van de maps. Geheel rechts staat een kleurenbalk voor de vertaling van amplitudo's naar kleur en geheel onder staan twee rijen 'buttons' (drukknoppen) afgebeeld die door de bijbehorende functietoetsen in te drukken de getoonde functies doen uitvoeren. De getoonde amplitudoschaal is altijd geoptimaliseerd naar het grootste verschil tussen maximum en minimum. Dit garandeert de hoogste amplitudoresolutie van de maps. Een voorbeeld in zwart/wit staat in fig. 6.12.

Fig 6.12

Voorbeeld van het grafische scherm van een EP. De kleurschakeringen zijn hier met arceringen aan gegeven. De bovenste map is gemaakt met gemeenschappelijke gemiddelde als referentie, de onderste met de 'Source'.



De gebruiker heeft nu een groot aantal keuzemogelijkheden voor het tonen van maps. Op het scherm is naast de EP's een haarlijncursor aanwezig en een vaste lijn die het moment van de stimulus aangeeft. De cursor kan d.m.v. de cursortoetsen $\leftarrow$ en $\rightarrow$ langs de curves bewogen worden waarbij het tijdstip vanaf de stimulus steeds wordt aangegeven. Wanneer men op een bepaalde plaats staat kan men een groot aantal verschillende aspecten van de ER bepalen.

In de eerste plaats kan één map gemaakt worden ('single map') van dat moment in de ER, bijv. 56 msec. na de stimulus. Ook kan men een chronologisch opeenvolgende maps laten zien van opeenvolgende tijdstippen om op die wijze het verloop van het signaal in de tijd te kunnen bestuderen ('continuous maps') waarbij de cursor mee loopt. Daarbij kan men naar keuze vooruit of achteruit in de tijd lopen. De maps

staan op dezelfde plaats op het scherm waarbij de volgende als het ware de vorige uitwist.

Een andere mogelijkheid is om 32 maps tegelijk te tonen van opeenvolgende tijdstippen na de stimulus gecentreerd rond de cursorpositie ('multiple maps'). Staat deze bijv. op 56 msec. na de stimulus en is de stapgrootte 3 msec. dan zullen 32 maps getoond worden in de range van 11 tot en met 104 msec.

Een andere mogelijkheid is om met de cursor bepaalde specifieke momenten uit de curve te kiezen (bijv. de toppen en de dalen) deze op te slaan en ze later tegelijk te tonen. Tijdens het tonen kan steeds geswitched worden tussen het scherm met de curves en het scherm waarop de maps getekend worden.

Specifiek voor dit module is dat de source-referentie bekeken kan worden. Met een functietoets kan gekozen worden welke referentie men wil zien. Alle mogelijkheden zoals 'single maps', 'continuous maps' en 'multiple maps' blijven aanwezig. Deze functietoets is een zgn 'toggle'-toets, d.w.z. dat door de toets wederom in te drukken de vorige referentie weer zichtbaar wordt. Daarbij blijft alle getekende informatie voorhanden. Men kan dus bijv. 32 multiple maps maken van de opname referentie elektrode (bijv. de gemeenschappelijke referentie) en van de source. Door de 'toggle'-toets te gebruiken wordt snel afgewisseld tussen beide schermen. Dit is van nut als men de twee referenties wil vergelijken, iets dat in de praktijk veelvuldig blijkt gebruikt te worden.

Evenals voor de andere modules geldt dat een grafisch scherm via het netwerk afgedrukt kan worden t.b.v. de patiëntenstatus.

Zodra de referentie database voor de ER's gereed is zal het mogelijk zijn de individuele ER's te toetsen tegen de database met indicatie van het eventueel voorkomen van afwijkingen.

Alle parameters zoals schaal, stapgrootte, etc. zijn in te stellen. Bij het maken van een map wordt steeds d.m.v. een lijn het maximale amplitudoverschil over de map aangegeven (zichtbaar in fig 6.12). Wanneer men de dipool vanuit een bepaalde electrodepositie wil berekenen wordt met de ↑ en ↓ toetsen het gewenste ER-kanaal gekozen van waaruit deze berekend en getekend wordt.

Voor terugkeer naar het hoofdmenu wordt weer de Esc-toets gebruikt.

6.5.3 Mapping Banden/Spectra

Dit module biedt de gelegenheid het ruwe EEG van een patiënt op te vragen om daarvan de spectra per deel te bekijken. Het kortste deel waarover spectra berekend kunnen worden is 1,25 sec, het langste 10 sec.

Evenals voor het voorgaande module wordt op standaardwijze de patiëntgegevens opgegeven en het desbetreffende EEG ingelezen van het opslagmedium.

Ook hierbij worden vooraf een aantal specificaties gevraagd zoals de gewenste lengte van het stuk EEG, de resolutie ($r = 1..n$ waarbij om de r frequentiepunten het spectrum wordt getoond) en bij welk deel in het bestand begonnen moet worden.

Als alle gegevens zijn opgegeven wordt het spectrum berekend en getekend. Men kan nu van dit spectrum maps maken, op dezelfde wijze als van ER's met een vergelijkbare scherm lay-out. Eveneens van belang is dat men een serie van opeenvolgende spectraal maps kan laten zien, waarbij de frequentie waarop de haarcursor staat de middelste is. Afhankelijk van de resolutie zal om de r frequentiepunten een map worden getoond. Is r bijv. 3 en is de lengte van een stuk EEG 10 sec, dan zal om de 3 punten een map worden gemaakt zodat de onderlinge afstand van opeenvolgende maps 0.3 Hz is. Als de centerfrequentie 12 Hz is zal dus vanaf 7.2 t/m 16.5 Hz een map worden getoond. Dit wordt vaak gebruikt om de verdeling van het α -ritme te bestuderen.

Een probleem kan soms gevormd worden door het feit dat in het laagfrequente gebied tussen 0.1 en 2 Hz het meeste vermogen aanwezig, wat meestal het gevolg is van oogbewegingen. Om over een ander frequentiegebied toch een voldoende amplitudo resolutie te verkrijgen kan men dat deel van het spectrum dat de hoogste energie-inhoud heeft niet meerekenen waardoor de schaal gemaximaliseerd wordt naar de rest van het spectrum. Op deze wijze krijgt men voor elk deel van het spectrum een optimale schaling.

In principe zijn alle functietoetsen gelijk aan die bij de ER. Zo kan men spectra voor de source en de opgenomen referentie berekenen, single, continuous en multiple maps maken etc. Er is een extra functie waardoor men i.p.v. maps voor individuele frequentiepunten, maps kan maken voor spectraalbanden. Vast zijn de Matousek-

banden maar er kunnen ook banden ontworpen worden hetgeen met een apart module (zie par.6.6.6) dient te gebeuren.

Bij het kiezen van multiple banden worden 29 banden getoond met een breedte van 1 Hz. Dit geeft het gehele spectrum weer in relatief smalle banden waardoor stoomissen in een klein spectraalgebied duidelijk zichtbaar zullen worden.

Voor meer details wordt verwezen naar de gebruikershandleiding van BRAINFO.

6.5.4 Mapping EEG/Spectra

Dit module vertoont functioneel een zekere overlapping met het vorige. Evenals het vorige biedt dit de mogelijkheid een spectraal analyse te doen en spectraal maps te analyseren. Met dit module kunnen echter ook maps gemaakt worden van het gewone EEG. Daardoor kan men de potentiaalverdeling over de cortex bestuderen van bepaalde specifieke kenmerken in het tijdsdomein. Voorbeelden zijn de verdeling en het verloop van pieken en piek-golf complexen bij epilepsie, slaap-fenomenen als K-complexen en andere transients in het EEG.

Doordat met dezelfde module ook spectra bekeken kunnen worden is het ook mogelijk de spectraalverdeling van transients te bekijken wanneer men gebruik maakt van korte delen. Het kortste deel waarover een spectrum berekend kan worden is 1.25 sec. Er is echter nog onvoldoende ervaring om de juiste betekenis van spectra over een zo kort tijdsstuk bij transients te kunnen inschatten. Zoals reeds eerder is aangegeven is de betekenis van spectra over langere stukken EEG beter bekend en is daarvoor ook een referentie database aanwezig. Dit geldt echter niet voor kortere delen met een veel grovere frequentie resolutie (max. 0.8 Hz) en een veel grotere variantie. Het module is verder identiek aan het in de vorige paragraaf beschreven module. Het enige verschil is dat i.p.v. de verdeling van de spectraal-banden over de schedel, de verdeling van potentiaalniveau's wordt weergegeven.

De commando's zijn identiek aan die in de voorgaande mapping modules. het enige verschil is dat de (vaste) functietoets voor het wisselen van de getoonde signaalvorm (F4) niet doet wisselen tussen spectra en banden maar tussen EEG en spectra.

Bij het tonen van multiple maps worden 32 maps getoond van opeenvolgende bemonsteringen in de tijd. De tijd tussen deze maps wordt bepaald door de opgegeven stapgrootte. Is deze bijv. 3 en is de bemonsteringfrequentie waarmee opgenomen is bijv. 204.8 Hz dan zal tussen opeenvolgend maps 14.7 msec. zitten, is de stapgrootte 1 dan is het 4.9 msec.

Voor een meer gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar de handleiding.

6.5.5 Mapping referenties

Dit module is bedoeld om vergelijkingen te maken tussen de registraties van een individuele patiënt en een van de referentie databases, hetzij voor ER's hetzij voor EEG's. Ook kunnen met dit module opeenvolgende EEG's van een patiënt onderling vergeleken worden hetgeen voor het volgen van de progressie van groot belang is daar dit in maat en getal kan worden uitgedrukt.

Het module is in zijn bediening ook weer sterk gelijkend op de voorgaande zodat daar niet nader op wordt ingegaan.

De resultaten van de vergelijking worden weergegeven in zgn. 'Significance Probability Maps' (Duffy 1989). Hieronder wordt verstaan een display van de z-score van ieder punt dat het verschil is, uitgedrukt in eenheden standaard deviatie tussen de gemeten waarde en de referentie waarde of in formulevorm:

$$Z = \frac{|X - x|}{S}$$

Hier bij is X de waarde in de referentie database voor dat punt, x de gevonden waarde en S de standaarddeviatie behorende bij de waarde uit de referentie database.

De variabele Z is de toetsings grootheid die de afwijking, in aantal malen de standaard deviatie, aangeeft die een individuele waarde afwijkt van het gemiddelde. Dit betekent dat men kan bepalen aan de hand van de map wat de kans is dat een bepaald verschil nog binnen aanvaardbare grenzen ligt. Daarbij kan als vuistregel gelden dat 2 maal standaard deviaties overeen komt met een tweezijdige overschrijd-

ingskans van 5 procent en bij een Z-waarde van 2.6 een overschrijdingskans van 1 procent bestaat.

6.6 Onderhoud BRAINFO

Zoals in het eerste hoofdstuk is gesteld stoelt het gebruiksgemak van BRAINFO voor een belangrijk deel op de toepassing van vastgelegde vóór-instellingen, zgn. 'default' waarden. Bij installatie van het systeem zijn default-instellingen aanwezig. De gebruiker zal echter zijn eigen defaultwaarden willen maken. Een aantal modules van deze pagina zijn daarvoor ontworpen. Andere modules stellen de gebruiker in staat, onafhankelijk van de database, administratieve gegevens van patiënten te bekijken zoals datum, tijd en soort registraties, waar de gegevens zijn opgeslagen, etc. Ook is het mogelijk dit soort gegevens te veranderen wanneer er bijv. vergissingen zijn gemaakt, of verkeerde waarden zijn ingevoerd.

Al deze zaken als standaardwaarden en administratieve patiëntgegevens zijn zeer gevoelig waarmee niet lichtvaardig mag worden omgesprongen. Om die reden zijn dan ook de meeste van deze modules met een apart wachtwoord beveiligd. Om te voorkomen dat men 6 verschillende wachtwoorden moet onthouden is er een groeps-wachtwoord dat voor alle modules geldt. Het is de verantwoordelijkheid van de gebruiker ervoor te zorgen dat alleen diegenen die daartoe bevoegd zijn een wachtwoord wordt toegewezen.

6.6.1 Onderhoud montages

Dit is een uitgebreid module dat zeer vele mogelijkheden kent. Ze is o.a. bedoeld om combinaties van elektrodeparen (kanalen) te bepalen zowel voor opname als voor display van de EEG's. Deze combinaties (montages) zijn bepalend voor de bewerkingen die met het EEG mogelijk zijn.

Een essentieel voordeel van de computer-analyse van het EEG boven de papierregistratie is de mogelijkheid uit bestaande montages nieuwe montages te construeren, indien men ten minste met een daarvoor geschikte montage heeft opgenomen.

Het BRAINFO systeem is zo opgezet dat altijd met montage 1 opgenomen wordt. Deze montage heeft als kenmerk dat het een referentiële registratie is die minimaal uit 16 kanalen dient te bestaan en maximaal 32 kan bedragen (afhankelijk van de hardware configuratie). In principe is de referentie-elektrode vrij te kiezen. Standaard wordt daarvoor de gemiddelde referentie gekozen. Deze wordt in het EEG-toestel elektronisch geconstrueerd uit de gemiddelde som van de potentiaalverschillen tussen de individuele elektroden en de aard-elektrode welke in het 10-20 systeem frontocentraal is aangebracht. Echter iedere andere elektrode (bijv. de centraal-frontale elektrode, C0, of de centraal-pariëtale elektrode, P0) kan gekozen worden. Het systeem laat toe het aantal kanalen en de referentie elektrode te kiezen, het type montage is altijd referentieel.

Men dient vervolgens de volgorde van de kanalen op te geven en de daarin deelnemende elektroden. In versie 2.1 van BRAINFO is deze volgorde vast en dient ook op het toestel zo te worden ingesteld ten gevolge van bepaalde hardware beperkingen. Het is te verwachten dat in een volgende versie dit opgelost zal zijn en een vrije keuze mogelijk is.

Fig 6 13 Voorbeeld van een ingevulde montage 1. In dit geval is de gemeenschappelijke gemiddelde elektrode van het EEG-toestel als referentie gekozen (Av).

Date: 11-jul-91				EEG r e f e r e n t i e m o n t a g e				Time: 10:25:14	
# kanalen : 24				referentie-electrode: 33 Av				BRAINFO	
Kanaal	1e	2e		Kanaal	1e	2e			
nr.	Elec.	Elec.	Omschrijving	nr.	Elec.	Elec.	Omschrijving		
1	1	33	Fp1- Av	13	13	33	F8 - Av		
2	2	33	F7 - Av	14	14	33	F4 - Av		
3	3	33	F3 - Av	15	15	33	T4 - Av		
4	4	33	T3 - Av	16	16	33	C4 - Av		
5	5	33	C3 - Av	17	17	33	T6 - Av		
6	6	33	T5 - Av	18	18	33	P4 - Av		
7	7	33	P3 - Av	19	19	33	O2 - Av		
8	8	33	O1 - Av	20	20	33	A1 - Av		
9	9	33	F0 - Av	21	21	33	A2 - Av		
10	10	33	C0 - Av	22	24	33	EK1- Av		
11	11	33	P0 - Av	23	25	33	EK2- Av		
12	12	33	Fp2- Av	24	28	33	ECG- Av		

1 = Fp1	6 = T5	11 = P0	16 = C4	21 = A2	26 = TIC	31 =
2 = F7	7 = P3	12 = Fp2	17 = T6	22 = LIO	27 = TAC	32 =
3 = F3	8 = O1	13 = F8	18 = P4	23 = RIO	28 = ECG	33 = Av
4 = T3	9 = F0	14 = F4	19 = O2	24 = EK1	29 =	
5 = C3	10 = C0	15 = T4	20 = A1	25 = EK2	30 =	

In fig. 6.13 is de standaard montage 1 van BRAINFO afgebeeld. Het in drieën gedeelde beeld laat bovenin het montagenummer, het aantal kanalen, de referentie elektrode en de benaming van de montage zien, in het middendeel staan de opeenvolgende kanalen met de bijbehorende elektroden afgebeeld terwijl onderin het beeld de - voorgeschreven - nummers van de kanalen (=elektroden posities) staan.

Na invulling van deze gegevens wordt een tweede scherm getoond waarop gevraagd wordt of men coherentieparen wil opgeven voor het berekenen van de kruisspectra. In deze versie is het aantal coherentieparen beperkt tot 4. Dit zal in een volgende versie uitgebreid worden. Deze kunnen vervolgens ingevuld worden waarbij de layout van het scherm gelijk is aan die van fig 6.13.

Het hierna op te roepen scherm vraagt om de schermpositie van de kanalen voor het weergeven van de **berekende spectra**. Er zijn maximaal 9 sets met 16 schermposities in te geven waar tussen men met de + en - toets kan switchen.

Men kan verder 10 verschillende combinaties van kanalen maken die in alle modules waarmee het EEG in het tijdsdomein wordt weergegeven gebruikt kunnen worden. Met deze keuzes is het dus mogelijk zowel het aantal van de kanalen als hun plaats op het scherm individueel te kiezen. De onderlinge afstand en de schaal worden automatisch aangepast aan het aantal kanalen. Hoe meer kanalen tegelijk getoond worden hoe kleiner de schaal. In de modules voor het tonen van het EEG is het bovendien mogelijk apart één of meerdere kanalen te selecteren, onafhankelijk van deze voorkeuzen.

Het BRAINFO systeem heeft de mogelijkheid tot 26 verschillende montages op deze wijze te configureren. Voor de montages 2 en hoger geldt dat deze afgeleid worden van montage 1 en dus een geheel vrije keuze van kanaalvolgorde en electrodecombinaties toestaan.

Montage 0 wordt automatisch gemaakt uit montage 1 en verzorgt de constructie van de 'source' afleiding (zie paragraaf 2.5.1). Hierbij zijn de posities van de kanalen vast. De factoren voor de transformatie staan in een apart bestand en kunnen niet veranderd worden. De oorspronkelijke door Hjorth (1982) gepubliceerde weegfactoren met het daarbij behorende aantal kanalen worden gebruikt. Deze is gebaseerd op 19 kanalen (de elektroden A1 en A2 worden niet gebruikt). In een vol-

gende versie van BRAINFO zal naar keuze een source berekend kunnen worden voor 19, 21 en 32 kanalen. Ook deze is in alle modules te gebruiken. De keuze van montages gebeurt in alle modules m.b.v. een keuzemenu dat opgeroepen wordt met functietoets F2.

6.6.2 Onderhoud administratie

Dit module heeft tot taak de speciale administratiebestanden die door BRAINFO worden bijgehouden tijdens het registreren van EEG's en ER's te bekijken en eventueel te bewerken. Dit staat los van de benadering van deze gegevens in de patiënten database. Het geeft de mogelijkheid op een snellere manier in deze bestanden te kijken. Indien er iets in gewijzigd wordt zal ook de database worden bijgewerkt. In de huidige versie van het systeem is de patiënten database slechts summier gekoppeld aan de interne administratie gegevens van BRAINFO t.g.v. hardware beperkingen. In een volgende versie zal dit aspect sterk worden uitgebreid.

Figuur 6.14 Voorbeeld van een administratiebestand. Dit is van een patiënt met de code AB1404. Alle administratieve gegevens van de registratie bij deze patiënt zijn op het scherm afgebeeld.

Date: 11-jul-91 Display Administratie data
Groep (Project & Serie):AB Time: 10:39:09 BRAINFO

Code:AB1401 Datum: 13- 2-90 Start tyd:11: 7:34 Opslag A/D: T1 / W01B Status: M

Meting	nr.	Afl.	Cond.	Opslagcode	Start time
	25	25	ijk	W01B	11:24:30
1	1	1	D	W01B	11:28:56
2	1	1	O	W01B	11:33:05
3	1	1	D	W01B	11:37:12
4	1	1	O	W01B	11:41:19
5	1	1	D	W01B	11:44:55
24	24	24	ijk	W01B	11:45:56
6	1	1	VLD	W01B	11:48:41
7	1	1	VZD	W01B	11:55:57
8	1	1	ATD	W01B	12:04:02
9	1	1	AFD	W01B	12:10:02

Pgup=vorige, Pgdn of Return=volgende, Esc=geen patient

Deze module geeft verder de mogelijkheid individuele registratiegegevens te bekijken per patiënt, alle patiënten van één groep vanaf een bepaalde datum. Men kan zo bijv. alle patiëntnummers verkrijgen die geregistreerd zijn tussen twee data (bijv. tussen 01-90 en 06-90). Indien er foutieve gegevens in staan kunnen deze gecorrigeerd worden. Dit dient echter slechts bij hoge uitzondering gedaan te worden. Indien men patiëntgegevens in dit bestand verandert, dienen ook de individuele registraties van de patiënt veranderd te worden daar er anders verschillen ontstaan die kunnen leiden tot het verlies of onbetrouwbaarheid van informatie. Figuur 6.14 is een voorbeeld van de administratie van één patiënt.

6.6.3 Onderhoud informatieblok

Dit module dient altijd gebruikt te worden als de patiëntgegevens in het administratiebestand veranderd zijn. Omdat ook hiermee ernstige fouten gemaakt kunnen worden is dit module in zijn geheel met een apart wachtwoord beveiligd. Er kan niet genoeg op gewezen worden dat hier zorgvuldig mee wordt omgegaan. Het is daarom aan te bevelen slechts één of enkele medewerkers het gebruik hiervan toe te staan en regelmatig de wachtwoorden te veranderen.

Na opgave van het wachtwoord worden patiëntgegevens (medium en code) gevraagd waarna alle bestanden met de opgegeven code op het opgegeven medium getoond worden zodat de gewenste gekozen kan worden.

Men kan nu alle getoonde gegevens wijzigen zoals leeftijd, opname datum, ijkwaarden, etc. etc. De module bevat een aantal hulpcommando's om snel wijzigingen in te voeren en te bekijken. De - eventueel gewijzigde - gegevens kunnen afgedrukt worden om bij de patiëntgegevens gevoegd te worden. De individuele gegevens van een dergelijk bestand zijn in figuur 6.15 getoond. Deze afdruk is veel minder duidelijk dan het scherm door het gemis van kleurinformatie.

Figuur 6.15 Voorbeeld van een informatieblok van een registratie. De registratie is de 1^e (session: 1) van de patiënt met codenummer AB2526. Deze staat op WORM-schijf nr W04A onder de bestandsnaam EAB2526A.D91. De verdere gegevens spreken voor zichzelf. Het schermbeeld is door het gebruik van kleur veel duidelijker.

```

Date:11-jul-91      Time:10:42:27  BRAINFO
Session:  1          (14- 5-91) Onderhoud      ( 9:39: 7)
                      Informatie-blok code:AB2526

Bestandsnaam en inhoudsinformatie:EAB2526A.D91 A  -10-13  OND.1   ANT12
Geslacht:Vrouw Amp: 70 Opslag: W04A Montage: 1 Conditie code:D
Nr blokken ( 512 bytes):2541 Protocol:NN EEG device: 1 Nr. kanalen:21
A/D conversie:12 bits Sampling rate: 204.8 s/sec Code: 0 10
Geb.dat:10-10-13 Opname:14- 5-91 Tijd: 9:39: 7 Ijking:14- 5-91 Tijd: 9:38: 0
Kan./Afl.: 1Fp1Av 2F7 Av 3F3 Av 4T3 Av 5C3 Av 6T5 Av 7P3 Av 8O1 Av
Ijkwaarde:361.47 357.95 355.52 352.26 360.58 360.58 358.40 356.35
Kan./Afl.: 9F0 Av 10C0 Av 11P0 Av 12Fp2Av 13F8 Av 14F4 Av 15T4 Av 16C4 Av
Ijkwaarde:359.49 359.30 356.48 354.50 355.14 352.77 353.41 353.86
Kan./Afl.:17T6 Av 18P4 Av 19O2 Av 20A1 Av 21A2 Av
Ijkwaarde:357.31 357.18 357.95 358.85 355.39
Aantal afgekeurde delen van 1.25 seconden: 40
 1 6 7 8 9 10 11 16 17 18
19 22 23 24 25 26 29 38 39 41
42 46 47 48 49 52 60 61 62 66
67 100 101 102 105 106 107 111 112 117
Wilt u iets veranderen?(J/N):

Cursorbesturing met pijltjes. Om iets te veranderen tekst/getal intypen.
Cr = volgend item, pijltje omhoog = vorig item, ESC = onderbreken, F3 = refresh

```

6.6.4 Onderhoud protocol administratie

Bij een systeem voor praktische toepassingen dient altijd het gebruiksgemak voorop te staan. Dit betekent dat men zich tijdens het gebruik zo min mogelijk moet bezig houden met instellingen maar direct de gewenste functies gaat uitvoeren. Routine voorbereidingen dienen minimaal te zijn. Aan de andere kant wil men een zo flexibel mogelijk systeem waarin alles in te stellen is om net die specifieke resultaten te verkrijgen waar men op uit is. Deze beide, schijnbaar onverenigbare eisen zijn in

BRAINFO verwezenlijkt door gebruik te maken van vooraf in te stellen protocollen zoals in hoofdstuk 4 paragraaf 4.3 is uiteengezet.

Het onderhavige module is erop gericht vooraf parameters in te stellen voor het registreren van EEG's en Evoked Potentials.

Fig. 6.16 geeft een overzicht van een protocol dat voor een bepaalde code wordt opgegeven. De gebruikte montage - deze is in principe altijd 1 - het aantal kanalen dat daarin participeert, de bemonsteringfrequentie en de condities tijdens de metingen worden hier opgegeven. Met twee andere modules (zie paragraaf 6.6.5 en 6.6.7) kunnen nog nadere detailleringen gemaakt worden.

De conditiecodes kunnen gecombineerd worden (max. 3) waardoor zeer veel verschillende condities opgesteld kunnen worden.

6.6.5 Onderhoud conditiecodes

Zoals in de vorige paragraaf is uiteen gezet dienen voor een registratie protocol ook opgegeven te worden onder welke condities elke meting geregistreerd wordt. Onder condities worden verstaan de omstandigheden waaronder gemeten wordt zoals ogen open, ogen dicht, met hyperventilatie, na hyperventilatie, met motorische activiteit, etc. Hoewel voor routine registraties de meeste condities in alle afdelingen hetzelfde zullen zijn, is het goed mogelijk, m.n. wanneer men het systeem voor experimentele onderzoeksdoeleinden wil gebruiken, dat men zelf de condities wil bepalen. Dit module is ervoor bedoeld deze condities in het systeem te brengen. De opgegeven teksten worden bij de metingen opgegeven - zoals in fig 6.2 is te zien - waardoor men kan zien onder welke condities er geregistreerd dient te worden.

Iedere conditie wordt aangegeven met een code-letter waarachter de omschrijving wordt opgegeven. Deze letters met hun omschrijvingen zijn onder in het scherm zichtbaar bij het onderhoud van de protocollen (zie fig. 6.15).

Figuur 6.16 Voorbeeld van de opgave van de conditie. Hier is als codenummer 2 opgegeven. Voor verdere informatie zie tekst.

Date: 11-jul-91

Onderhoud conditiecodes

Time: 10:43:43

BRAINFO

Cursorbesturing met pijltjes. Om iets te veranderen tekst/getal intypen.
Next item = <return>, last item = arrow up en refresh = F3

```
Conditiecodenummer :2
Conditiecodeletter :
Omschrijving       :
Bitnummer          :
Behorend bij       :
```

Het in te geven getal moet liggen tussen 1 en 26

Neemt men bijv. D voor 'ogen dicht', A voor 'taak 1' en H voor 'motorische hand-activiteit' dan wordt bij opgave van de conditiecodes ADH de tekst 'taak 1 met ogen dicht met motorische handactiviteit' bij de registratie opgegeven. In iedere module wordt deze conditiecode zichtbaar in de koptekst en, indien gewenst, bij het afdrucken voluit meegegeven. Het 'bitnummer' kan zijn 1 tot en met 32 en dient uniek voor de code te zijn. Bij 'behorend bij' dient opgegeven te worden of de conditie voor een Auditieve of Visuele Evoked Potential Lont of andere EP's dient hier niets te worden ingevuld. Voor het EEG.

6.6.6 Onderhoud bandcodes

Een van de belangrijke zaken bij de analyse en beoordeling van het qEEG is de wijze waarop de vermogens gerepresenteerd en berekend worden. In het BRAINFO systeem wordt standaard uitgegaan van spectraallijnen van .1 Hz zodat tussen 0.1 en 30 Hz 300 waarden voorhanden zijn. Om een algemeen overzicht te krijgen dienen deze gereduceerd te worden. Een van de meest voor hand liggende en meest gebruikte methoden is de waarden samen te nemen in spectraalbanden. Deze grenzen worden ook voor het visueel beoordeelde EEG gebruikt en zijn het eerst door Walter (1944) voorgesteld. Daarbij was de DELTA (δ)-band het gebied tussen 0.1 en 3.4 Hz, de Theta (Θ)-BAND het gebied tussen 3.5 en 7.4 Hz, de ALFA (α)-band het gebied tussen 7.5 en 13 Hz en alles wat sneller dan 13 Hz was werd BETA (β)-band genoemd. De meest bekende bandgrenzen voor het qEEG zijn daarop geënt en o.a. door Matousek (1968), John (1977) en Duffy (1974) opgegeven. Een groot probleem daarbij is dat deze grenzen bij ieder enigszins verschillen waardoor vergelijkingen onderling erg moeilijk worden. Een tweede probleem is dat de moderne technieken zoals deze in BRAINFO gebruikt worden, veel smallere banden toelaten dan in de literatuur wordt opgegeven. Uit recent onderzoek is duidelijk geworden dat veranderingen in de onderlinge verhoudingen van smalle banden belangrijke gegevens kunnen opleveren m.b.t. het al dan niet bestaan van afwijkingen in het qEEG.

Het onderhavige module is bedoeld om de gebruiker de gelegenheid te geven zelf zijn banden samen te stellen. Daarbij kunnen in totaal 8 verschillende opeenvolgende banden worden opgegeven waarbij het aantal verschillende bandgroepen in de huidige versie beperkt is tot 10.

Daarnaast geeft BRAINFO altijd de mogelijkheid het spectrum met 1 Hz banden te bekijken en voor een nauwkeurig overzicht binnen één spectraal gebied spectraal maps te maken met 0.1 Hz stappen (zie paragraaf 6.5.3). Voor de referentie database is ook nog 0.5 te gebruiken.

Opgegeven wordt het nummer van de bandgroep, de omschrijving, het aantal banden en de bandgrenzen.

6.6.7 Onderhoud standaarden.

BRAINFO bevat een groot aantal defaultwaarden voor routinematig werken met het systeem.

Zaken als voor en achtergrondkleur van de menuschermen vallen daar onder maar ook de standaard condities voor het tonen van EEG's en ER's tijdens het registreren, de samplefrequentie die voor het ijken moet worden gebruikt, de duur van de registratie, de eventuele duur voor bijzondere meetomstandigheden en nog veel meer zaken. In Fig. 6.17 is een overzicht gegeven van deze standaarden met de default waarden waarmee het systeem is uitgerust.

Figuur 6.17 Voorbeeld van de default waarden waarmee BRAINFO wordt geleverd. Het wachtwoord is niet ingevuld maar is standaard BRAINFO. De zwarte balk bevat de 16 standaard kleuren waaruit gekozen kan worden voor voor- en achtergrond.

Date: 11-jul-91 Onderhoud standaarden Time: 11:26:27 BRAINFO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Algemeen:																
Wachtwoord																
Kleurcode voor/achtergrond																
Frequentie calibratiesignaal																
Ykwaarde, indien onbekend (1µV):																
Achtergrond EEG's:																
Samplefrequentie sinusijking																
Display tijdens opname?(J/N)																
Duur EEG opname (sec.)																
Wachttijd voor opname HV (sec.):																
Duur HV opname (sec.)																
Wachttijd na opname HV (sec.):																
Wachttijd voor opname PH (sec.):																
Duur PH opname (sec.)																
Evoked Responses :																
Samplefrequentie blokijsing																
Aantal sweeps opnemen																
Aantal sweeps overslaan																
SNR berekenen bij opname?(J/N)																
Welk kanaal tonen bij opname(A):																
Welk kanaal tonen bij opname(V):																
Startdrempelwaarde (in µV)																
Topdetectie bij tekenen?(J/N)																
Aantal punten dalend/stijgend																
Halve breedte driehoeksfilter																
Aantal prestimulus punten																
Afdrukken maxima/minima?(J/N)																
Wilt u iets veranderen?(J/N):																

Cursortoetsen!↓→← || veranderen: tekst/getal intypen || F1=Help || F3=refresh

Een belangrijke waarde daarin is het wachtwoord voor de tweede lijns beveiliging van het systeem. Uiteraard is daarom ook dit module beveiligd met dit wachtwoord. Het zal duidelijk zijn dat dit module slechts een enkele keer gebruikt zal moeten

worden nadat het systeem geïnstalleerd is meestal om voor- en achtergrondkleuren van de menuschermen te veranderen. Het is de bedoeling dat in een volgende versie van het systeem de mogelijkheid zal komen meer dan alleen de voor- en achtergrondkleuren van de menuschermen te veranderen. Gezien echter de programmatiesche consequenties daarvan is dit in de huidige versie niet geïmplementeerd.

6.7 Bestand & Systeem

Deze pagina uit het hoofdmenu bevat modules die de gebruiker in staat stellen met bestanden te manipuleren en gebruik te maken van de mogelijkheden van het systeem buiten BRAINFO.

Bevatten de andere pagina's modules hetzij gericht op het registreren en bewerken van EEG's en ER's hetzij noodzakelijk voor de diverse administratieve en organisatorische handelingen die het systeem betreffen, de modules van deze pagina zijn meer bedoeld voor algemeen gebruik van werkstation en netwerk en zijn daardoor meer 'computer' gericht.

Het belangrijkste module is ongetwijfeld dat voor het manipuleren met bestanden. Hoewel BRAINFO zelf reeds voor een groot aantal 'huishoudelijke' taken zorg draagt is het noodzakelijk de mogelijkheid te hebben na te gaan welke bestanden waar staan, bestanden te verwijderen of te verplaatsen, bestandslijsten (directories) te bekijken en eventueel uit te printen en tekstbestanden in te kijken.

Bij de meeste commercieel verkrijgbare systemen dient de gebruiker daarvoor het specifieke pakket te verlaten en gebruik te maken van de gereedschappen die door de computerfabrikant geleverd worden. Deze zijn meestal uiterst gebruiker-onvriendelijk en afgestemd op gebruik door de systeembeheerder, niet door de gebruiker. Dit is weliswaar onderkend door de fabrikanten waardoor nu iets gebruikersvriendelijker systemen ontstaan zoals bijv. WINDOWS. Deze hebben echter het nadeel dat de gebruiker opgescheept wordt met een grote hoeveelheid overbodige ballast waardoor het geheel veel trager wordt dan nodig. Bovendien levert het ontwerpen van software grote problemen op daar het geheugenbeperkingen oplevert die weliswaar omzeild kunnen worden maar weer andere problemen met zich meebrengen. In BRAINFO is

dit opgelost door een module te maken dat wel gebruikersvriendelijk en snel maar niet groot is. Naar de gebruiker toe lijkt het op andere gebruikersvriendelijke programma's die echter permanent in het geheugen blijven en dus onnodig ruimte innemen.

De andere twee modules van deze pagina zijn bedoeld om direct gebruik te maken van de eigenschappen van de computer en het netwerk. Via de ene module wordt naar het eigen operating systeem van het werkstation, DOS, gegaan, met de andere wordt verbinding gelegd met de centrale server en wordt men gebruiker van dit operating systeem, XENIX.

De gewone gebruiker zal zelden gebruik hoeven te maken van deze twee mogelijkheden. Indien er echter een tekstverwerkings of ander programma op het werkstation aanwezig is kan via deze pagina naar DOS gegaan worden en de tekstverwerker, spreadsheet of ander favoriet programma opgeroepen worden. Is men gereed dan wordt door het intypen van EXIT op de commandolijn van DOS weer naar BRAINFO gegaan. Heeft men verbinding met de server gehad dan zal na het afsluiten van de verbinding automatisch BRAINFO weer verschijnen.

Beide functies zijn geen aparte modules maar functies van de hoofd-index van BRAINFO.

6.7.1 Bestandsbeheer

Dit module is eenvoudig in het gebruik en heeft, bij goed opvolgen van de hulp informatie op het scherm nauwelijks uitleg nodig.

Wanneer men dit in de hoofdindex gekozen heeft wordt een scherm getoond met de volgende 4 keuzen:

1. Het opvragen en kopiëren of wissen van een bestand
2. Het kopiëren van meerdere bestanden tegelijk
3. Het verwijderen van meerdere bestanden tegelijk
4. Retour index-programma

Kiest men een van de eerste drie dan verschijnt een tweede scherm waarin gevraagd wordt om de naam van de bestandenlijst (directory), een bestandsnaam en op welke wijze de lijst gesorteerd moet worden.

Zijn deze vragen beantwoord dan wordt de lijst getoond (indien de hij aanwezig is) en kan men bestanden uit de lijst verplaatsen, wissen of, als het tekstbestanden zijn, de inhoud op het scherm tonen.

Slechts een deel van de lijst is op het scherm zichtbaar. Met de daarvoor geëigende toetsen kan op willekeurige wijze door de bestandenlijst gelopen worden.

Met keuze 1 kan men de bestandenlijst bekijken en individuele bestanden kopiëren en/of wissen. Met deze keuze is het ook mogelijk om een bestandenlijst op de centrale printer uit te printen en alle bestandenlijsten van de schijf te bekijken. Keuze 2 is bedoeld om een aantal bestanden tegelijk van de ene bestandenlijst naar een andere of een ander medium te verplaatsen, met keuze 3 kan men een aantal bestanden tegelijk verwijderen.

Het is vanzelfsprekend dat enige voorzichtigheid in het gebruik van dit module betracht dient te worden daar men anders belangrijke bestanden kan vernietigen. Is dit per ongeluk toch gebeurt dan dient direct de systeembeheerder te worden gewaarschuwd die kan trachten bestanden weer terug te halen. Dit zal echter lang niet altijd lukken en zeker niet op het XENIX systeem!!.

Voor verdere bijzonderheden wordt verwezen naar de handleiding van BRAINFO.

6.8 'Eigen pagina's'

De eerste 6 pagina's van BRAINFO zijn vastgelegd en bevatten de noodzakelijke modules om met het systeem volledig te kunnen werken. Daarnaast zijn er nog maximaal 4 pagina's beschikbaar voor uitbreiding. Deze uitbreidingen kunnen afkomstig zijn van de leverancier of in eigen beheer gemaakt worden. BRAINFO is zo opgebouwd dat systeembeheerders of andere ter zake deskundigen programma's of commercieel verkrijgbare pakketten kunnen toevoegen aan BRAINFO zodat deze zich gaan gedragen als modules van het systeem. Programma's die in eigen beheer

gemaakt worden en de conventies van BRAINFO strikt in acht nemen kunnen zo zelfs bestanden aanmaken die met BRAINFO modules verder bewerkt kunnen worden.

Het is niet mogelijk gebruik te maken van de specifieke hardware van het BRAINFO systeem. De noodzakelijke besturingssoftware is niet beschikbaar voor het zelf ontwikkelen van programma's.

In de huidige versie is één extra pagina bijgevoegd met modules voor een aantal verschillende bewerkingen. Deze hebben betrekking op het bewerken van qEEG's en het maken van een beschrijving van de visuele beoordeling van het EEG. Het is met BRAINFO heel goed mogelijk een EEG visueel te beoordelen en daarvan de uitslag op papier uit te printen. Het daarvoor toegevoegde module biedt de gelegenheid een standaard rapportage te maken, deze te printen en in de database op te bergen. Daar dit op semikwantitatieve wijze gebeurt leent ook dit zich tot een bepaalde vorm van statistische analyse.

In de NIPG-versie van BRAINFO zijn keuzes opgenomen op de overige 'extra' pagina's die voor intern gebruik zijn bedoeld en o.a. betrekking hebben op de ontwikkeling van het pakket.

6.8.1 Spectraalwaarden afdrukken.

Deze module geeft de mogelijkheid reeds berekende gegevens van een patiënt opnieuw af te drukken en grafisch te bekijken. Het bevat een subset van de mogelijkheden die beschreven zijn in paragraaf 6.4.4. Deze module is bedoeld om de meest relevante gegevens uit de spectra van een bepaalde registratie van een patiënt opnieuw te bekijken zonder dat deze opnieuw berekend hoeven te worden of dat het ruwe EEG aanwezig hoeft te zijn. Dit kan nuttig zijn als men een aantal registraties van één of meerdere patiënten snel achter elkaar wil bekijken.

De bediening is overeenkomstig wat beschreven is in genoemde paragraaf. Voor verdere informatie wordt verwezen naar de handleiding.

6.8.2 Berekenen en wegschrijven (eind)ijkwaarden.

Het zal vaak voorkomen dat men achteraf nieuwe ijkwaarden bij een registratie wil voegen, bijv. omdat men de versterking heeft veranderd zonder een nieuwe ijking op te nemen of omdat men omwille van de nauwkeurigheid meerdere keren heeft geijkt, iets wat in research situaties nog wel eens kan voorkomen. Met deze module kunnen de ijkwaarden uit de opgenomen ijkfile (opnieuw) berekend worden en toegevoegd aan de gewenste registratiebestanden.

Het is een 'utility' die weinig uitleg behoeft. De bediening is weer een subset van de commando's welke onder paragraaf 6.3.1 zijn beschreven.

6.8.3 Rapportage visuele beschrijving.

Met dit module kunnen rapporten worden gemaakt die de visuele beoordeling van het EEG op standaardwijze presenteren.

Het is ontwikkeld vanuit een 25-jarige ervaring in de visuele beoordeling van EEG's in de klinische praktijk en bevat alle elementen nodig om een EEG volledig te beschrijven.

De beschrijving bestaat uit voorgeprogrammeerde teksten (activiteiten en eigenschappen) waaruit de gebruiker kan kiezen. De indeling is logisch en systematisch en volgt de algemeen gebruikelijke wijze van beschrijven.

In fig. 6.18 is een voorbeeld gegeven van een uitgewerkte beschrijving van een EEG zoals dat bij de status van een patiënt of proefpersoon kan worden gevoegd. De gebruikte nomenclatuur bevat de internationaal aanvaarde omschrijvingen van de verschillende begrippen uit het EEG en kunnen in beperkte mate met eigen begrippen worden uitgebreid.

Date: 04-mar-92 Handmatige beoordeling van het EEG Time: 12:53:52

Code: AB1430 (m) Geboorte datum: 19-jul-1970 leeftijd: 20 jr. 6mnd.

Afdeling: neurologie

Registratie datum: 10-jan-1991 Beoordelings datum: 30-jan-1992

Alpha

#trad af en toe op ,beiderzijds ,frequentie van 9/sec.,
amplitudo tot 15 μ V ,sterk wisselend ,onregelmatig ,occipitaal ,
temporo-occipitaal .

Beta

#was levendig ,beiderzijds ,frequentie van 20 /sec. ,amplitudo tot 20 μ V.

Theta

#trad af en toe op ,beiderzijds ,frequentie van 7/sec. ,
amplitudo to 15 μ V ,sterk wisselend ,onregelmatig ,geïsoleerd ,
in de voorste sch.h. .

Rectiviteit

#openen der ogen ,alpha-activiteit ,wat onderdrukt .

#slaap ,alpha-activiteit ,geheel onderdrukt .

Slaap

#sporadisch ,zwaaiende oogbewegingen .

Fotostimulatie

niet verricht

Reden aanvraag

Wegens verzamelen normale waarden.

Algemene opmerkingen

Goede cooperatie.

Conclusie

Normaal EEG, gespannen persoon

De gegevens worden ook in de patiënt-database opgeslagen voor latere referentie vanaf de werkstations. Indien BRAINFO gekoppeld is met een ZIS, kunnen deze gegevens ook daar naartoe worden verzonden. Om die reden is dit dan ook het enige module van BRAINFO waarin de naam van de patiënt/proefpersoon moet worden opgegeven. Om geheimhouding te waarborgen wordt de BRAINFO-code niet in deze rapportage opgenomen zodat geen koppeling naar de registratiebestanden mogelijk is anders dan via de beveiliging in BRAINFO.

Voor een gedetailleerde beschrijving van het gebruik van dit module wordt verwezen naar de handleiding.

7. TOEPASBAARHEID VAN BRAINFO

7.1 Inleiding

In de vorige hoofdstukken is een overzicht gegeven van de historische, theoretische en technische aspecten van het BRAINFO systeem. Dit hoofdstuk zal de toepassingsmogelijkheden tot onderwerp hebben.

Een essentieel element daarin is de referentie database die in het kader van de ontwikkeling van BRAINFO als belangrijk onderdeel van dit project is opgesteld.

Het toepassingsterrein van het systeem is breed en beperkt zich zeker niet alleen tot het ziekenhuis. Juist de flexibiliteit, het gebruiksgemak en de referentie database maken het een bij uitstek geschikt instrument voor toepassing op velerlei research gebieden. Ieder onderzoek waarbij in korte tijd electrofysiologische signalen van grote groepen mensen gemeten moeten worden kan in principe hiermee worden uitgevoerd. Door de grote mate van ingebouwde administratie, de modulaire opbouw en de cliënt-server opzet van het systeem kunnen gegevens van meerdere proefpersonen tegelijk op verschillende plaatsen geregistreerd en bewerkt worden en kunnen daardoor de tijd voor het verkrijgen van resultaten aanzienlijk bekorten.

In de navolgende paragrafen zullen de verschillende toepassingsgebieden nader worden toegelicht.

7.2 Klinisch neurofysiologische toepassingen

Het BRAINFO systeem is primair ontwikkeld om toegepast te worden in humaan neuro-wetenschappelijk onderzoek. Het is echter bij uitstek geschikt om te worden gebruikt voor de routinematige toepassing van kwantitatieve EEG-analyse in de dagelijkse klinische praktijk. Dat is ook de primaire reden geweest om het samen met een industriële partner te ontwikkelen waarvoor financiële ondersteuning van het ministerie voor Economische Zaken is verkregen.

Alle diagnostische vraagstellingen waarvoor het EEG of EP's gebruikt worden kunnen met het BRAINFO systeem behandeld worden. De in het systeem opgenomen database structuur maakt het daarenboven uitermate geschikt voor de administratieve automatisering van een klinische afdeling. De flexibele structuur maakt het mogelijk het systeem te koppelen aan een ziekenhuis informatie systeem (ZIS) waardoor patiënt- en andere gegevens uit een centrale database overgenomen kunnen worden. Anderzijds kunnen diagnostische gegevens langs deze koppeling algemeen bereikbaar worden gemaakt. Het is tevens in principe mogelijk - alhoewel nog niet in de praktijk getest - gegevens van andere neurofysiologische functie-onderzoeken als myografie, Doppler, etc. in de centrale database van BRAINFO op te slaan zodat alle patiënt-gegevens op één plaats bereikbaar zijn.

De netwerkstructuur van BRAINFO maakt het uitermate geschikt voor de toepassing van het qEEG op verschillende plaatsen in een ziekenhuis. Daarbij valt, naast de afdeling klinische neurofysiologie te denken aan de afdeling Intensive Care voor controle en bewaking van patiënten met hersenfunctie stoornissen en de operatiekamer, voor bewaking tijdens operaties, zoals vaatoperaties aan de hersenen, neurochirurgische operaties en andere ingrepen waarbij het noodzakelijk kan zijn de cerebrale activiteit te monitoren.

Voor dergelijke toepassingen zullen wel aparte modules ontwikkeld moeten worden daar daarbij andere eisen gesteld worden aan registratie en presentatie van de gegevens dan voor diagnostische registraties. De modulaire opbouw van het systeem maakt dit echter heel goed mogelijk.

Een ander gebied waarvoor BRAINFO ingezet kan worden is de specifieke epilepsie diagnostiek. Deze vergt vaak langdurige registraties met hoge personele en instrumentele inzet. Automatisering van de analyse is daarbij van groot belang waarvoor modules ontwikkeld zullen moeten worden.

Voor alle diagnostische toepassingen geldt dat de referentie database een onmisbaar onderdeel van het systeem vormt. Belangrijke factoren daarbij zijn de nauwkeurigheid en de representativiteit voor de betrouwbaarheid ervan in de diagnostiek. Om die reden is daar dan ook zeer veel aandacht aan besteed. De database zal in meerdere vormen aanwezig zijn om zo specifiek mogelijke referentie gegevens te leveren.

Het spreekt vanzelf dat niet TNO de leverancier van dit geheel aan de ziekenhuizen zal zijn. Daarvoor is er een zakelijke overeenkomst met een commerciële partner die de vertegenwoordiging naar de eindgebruikers heeft en verantwoordelijk is voor de installatie en onderhoud in de eerste lijn van het systeem.

7.3 Research toepassingen

Een ander belangrijk gebied wordt gevormd door de rol die het systeem kan spelen in wetenschappelijk onderzoek. Ook daarvoor zijn weer de twee facetten van het systeem, de netwerkstructuur en de referentie database, van groot belang.

Door op efficiënte wijze gebruik te maken van het netwerk en de aanwezige DBMS, kunnen meerdere facetten van een onderzoek gemakkelijk gecombineerd worden waardoor het analyseren van de resultaten sterk wordt versneld. De ORACLE database structuur leent zich uitstekend voor het verrichten van statistische analyse op gegevens en het analyseren van verbanden.

7.3.1 Gebruik van de referentie populatie

De referentie database laat zich op twee manieren gebruiken voor wetenschappelijk onderzoek.

Het eerste terrein is het beantwoorden van vragen betreffende de referentiepopulatie. Daarbij wordt de referentie database gebruikt als een gegevensverzameling waaruit zich bepaalde vragen laten beantwoorden. Dit soort onderzoek zal in de eerste plaats uitgevoerd moeten worden door diegenen die de originele registraties voor de database bezitten maar het is heel goed mogelijk om voor bepaalde vragen antwoorden rechtstreeks uit de database te halen.

Voorbeelden daarvan zijn in de eerste plaats het al dan niet voorkomen van leeftijdsveranderingen in bepaalde componenten van het qEEG. Hoewel deze vooral belangrijk zijn voor meer fundamentele vragen betreffende de ontwikkeling van het zenuwstelsel, kunnen zij een duidelijke praktische waarde hebben m.n. voor het objectiveren van

functionele veroudering van het zenuwstelsel wat in de problematiek rond de arbeidsongeschiktheid een uiterst belangrijke rol kan spelen. Tot nog toe zijn er geen methoden voorhanden die op objectieve wijze de functionele belasting van het zenuwstelsel door cerebrale arbeid kan meten. Mentale en/of psychische problematiek vormt echter wél een van de belangrijke oorzaken voor arbeidsongeschiktheid. Hoewel een deel daarvan zeker veroorzaakt zal worden door slechte arbeidsomstandigheden in sociaal-psychisch opzicht, is het met name de afname in functionele cerebrale capaciteit die op oudere leeftijd ertoe kan leiden dat men niet meer in staat is zijn taken op het te verwachten niveau uit te voeren. Voor bepaalde beroepen kent men wel een functionele leeftijdspensionering (piloten, verkeersleiders) maar voor de meeste professies bestaat dit, m.b.t. cerebraal functionele veroudering, niet.

7.3.2 Toepassing op het gebied van de toxicologie

Een tweede belangrijke toepassing van de database wordt gevormd door het gebruik voor problemen met betrekking tot toxiciteit in het milieu en op de arbeidsplaats.

Voorbeelden daarvan zijn het toepassen voor het bepalen van MAC en ADI-waarden, waarvoor verwezen wordt naar het door het NIPG uitgevoerde Bromide onderzoek (Sangster e.a. 1986).

Wanneer gebruik gemaakt kan worden van een reeds bestaande referentie database kan een antwoord gevonden worden op de vraag of concentraties van bepaalde potentieel toxische stoffen in de werksomgeving waarneembare veranderingen in het qEEG teweeg brengen. Daarbij kan worden nagegaan of deze veranderingen reversibel zijn, of er functieveranderingen optreden die de taakuitoefening kunnen beïnvloeden etc. Dit voorbeeld maakt duidelijk dat hiermee objectieve gegevens gecombineerd kunnen worden aan subjectieve gegevens welke door de onderzochte personen zelf worden aangegeven. Daarmee is niet gezegd dat een dergelijke koppeling altijd duidelijk zal zijn, wel dat ze de mogelijkheid geeft na te gaan of een dergelijke koppeling bestaat en, indien dit het geval is, of er een dosis-afhankelijkheid bestaat.

7.3.4 Toepassing op het gebied van het geneesmiddelen onderzoek

Een volgend terrein waarop het BRAINFO systeem met de referentie database van grote waarde kan zijn is het geneesmiddelen onderzoek. Het aantal geneesmiddelen dat het zenuwstelsel beïnvloedt neemt dagelijks toe. Daarbij hoeven het zeker niet geneesmiddelen te zijn die specifiek bedoeld zijn voor het behandelen van cerebrale functiestoornissen, hetzij van organische, hetzij van psychische aard. Vele geneesmiddelen hebben bijwerkingen die het cerebrale functioneren in meer of mindere mate kunnen beïnvloeden. Het op objectieve wijze signaleren - of ontbreken - daarvan kan een belangrijke winst betekenen bij het beoordelen van de toelating van geneesmiddelen op de nederlandse en/of internationale markt.

Voor geneesmiddelenonderzoek in fase II of fase III is het BRAINFO systeem uitermate geschikt daar zowel de ingebouwde database structuur als de referentie database het opsporen van verbanden en het signaleren van effecten sterk vergemakkelijkt.

7.3.5 Toepassing op epidemiologisch gebied

Hoewel het minder voor de hand lijkt te liggen is toepassing in epidemiologische onderzoeksterreinen wel degelijk een terrein van onderzoek waarbij het BRAINFO systeem een belangrijke bijdrage kan leveren. De opzet van het systeem en de hoge mate van flexibiliteit maken dat metingen in bepaalde veldsituaties heel goed mogelijk zijn. Daarbij kan gedacht worden aan het gebruik met behulp van een busje waarin de apparatuur staat opgesteld, vergelijkbaar met veldmetingen met Röntgen-toestellen, etc. Een andere mogelijkheid is echter de uitvoering van een draagbare versie van het systeem waarbij het EEG-toestel is vervangen door een apart versterkerssysteem, het zgn. 'paperless' EEG. Deze ontwikkeling is een logisch uitvloeisel van de opzet van het BRAINFO systeem dat immers reeds een aparte voorversterker kent in de vorm van de 'isobox' (zie hfdst. 2). Een versterkerssysteem dat het EEG-signaal versterkt tot het niveau van de isobox en tevens beschikt over digitaal omschakelbare filters en versterkers is met de huidige technieken op eenvoudige wijze te fabriceren en voor het grootste deel reeds commercieel voorhanden.

Met een dergelijk portable systeem is het mogelijk registraties in het veld te verrichten op dezelfde wijze als dit met andere biometrische methoden gebeurt.

Onderzoek gericht op maatregelen tot preventie van ziekten dient, meer nog dan op curatie gericht onderzoek, te beschikken over gevoelige signaleringsmethoden voor veranderingen in het menselijk lichaam. Deze dienen daarenboven niet alleen gebruikt te worden om de vroege symptomen van aandoeningen op te sporen maar ook om het eventuele effect van genomen maatregelen objectief te kunnen evalueren.

7.3.6 Toepassing in klinisch onderzoek

Tenslotte is een van de belangrijkste onderzoeksterreinen waarop het systeem ingezet kan worden de diagnostiek van aandoeningen van het zenuwstelsel. Juist ten aanzien van dit terrein bestaan er grote misverstanden en vooroordelen die helaas een gebruik op grote schaal van qEEG methoden in de praktijk in de weg staan.

Het eerste en belangrijkste vooroordeel is dat slechts anatomische stoornissen uiting zijn van pathologie en dus ook als belangrijkste criterium in de diagnostiek dienen te gelden. Zelfs als dit zo was, dan is het qEEG van grote waarde voor de diagnostiek daar met het qEEG duidelijke topografische informatie m.b.t. stoornissen verkregen kunnen worden. Echter, lang niet alle pathologie, met name niet wanneer zij nog in een beginstadium verkeert, geeft anatomische afwijkingen. Afwijkingen in functionele zin zijn vaak in een vroeg stadium met het qEEG aantoonbaar (NUWER 1988, Lopez da Silva 1990). Daarenboven is het (functionele) verloop van een aandoening met behulp van het qEEG beter te volgen dan met de verschillende imaging technieken (CT, MRI, PET) mogelijk is.

Een tweede misvatting wordt gevormd door onbekendheid met de betekenis van de met het qEEG verkregen variabelen daar men het gevoel heeft dat deze slechts een vage afspiegeling van de realiteit vormen. Niets is echter minder waar. Deze variabelen representeren de elektrische activiteit die wordt gegenereerd door de fysiologische processen die de basis vormen van het cerebraal functioneren. Deze fysiologische processen kunnen door ziekten, beschadiging, intoxicatie, etc. verstoord worden hetgeen merkbaar wordt in veranderingen in de variabelen van het qEEG.

Voor het ontstaan van deze misvattingen zijn een groot aantal oorzaken aan te geven waarop hier niet zal worden ingegaan. Zij zijn echter wel oorzaak van een sterke onderwaarding van het qEEG en daarmee samenhangende meetmethoden zowel in de kliniek als de research.

Deze misvattingen en vooroordelen hebben ook grote financiële en personele consequenties. De kosten van een CT-scan zijn gemiddeld 4 keer zo hoog als die van een qEEG, een MRI zelfs 14 keer. Daarenboven kan een EEG ongelimiteerd herhaald worden terwijl dit voor niet alle imaging technieken geldt.

Bovenstaande argumenten maken duidelijk waarom tot nog toe het aantal goed gefundeerde studies naar de stoornissen bij bepaalde ziektebeelden nog maar nauwelijks is uitgevoerd. Enige studies m.b.t. CVA's hebben de voordelen van het qEEG duidelijk aangetoond (e.g. v. Huffelen e.a., 1980, 1984) ook t.a.v. dementie zijn dergelijke publikaties voorhanden. Zelfs op het gebied van tumoren, een terrein bij uitstek voor imaging technieken, kan het qEEG een belangrijke bijdrage leveren in de follow-up en het bepalen van de prognose (Lopes da Silva 1990).

In alle overzichtspublicaties betreffende het gebruik van het qEEG in de klinische praktijk wordt er de nadruk opgelegd dat het ontbreken van een goede, gestandaardiseerde referentie database serieuze studie van klinische entiteiten in de weg staat. Het mag duidelijk zijn dat de referentie database van het BRAINFO systeem daarvoor een bij uitstek geschikt uitgangspunt biedt en daarom een belangrijke bijdrage kan leveren in onderzoek op dit gebied.

7.4 De betekenis van qEEG gegevens

Dat kwantitatieve EEG-analyse een gevoelige en objectieve meetmethode is zal geen punt van discussie behoeven te zijn. Nader onderzoek zal echter uitsluitsel moeten geven over de gevoeligheid en de stabiliteit met name in relatie tot individuen. Voor onderzoek naar het verschil tussen groepen is dit wel aangetoond.

Anders ligt het echter met de interpretatie van de ermee verkregen informatie. Veel zal nog gedaan moeten worden om meer duidelijkheid te verkrijgen in de betekenis ervan zowel voor de klinische als de research praktijk.

De belangrijkste vraag is immers wat de betekenis is van het vinden van een verandering t.o.v. de referentie database voor het maken van conclusies. Deze vraag is de explicitering van een veel algemenere vraag naar de betekenis en interpreteerbaarheid van het vinden van afwijkingen t.o.v. een bepaald referentiekader. Deze is echter afhankelijk van het referentiekader van de **vraagstelling** en niet van het referentiekader van de gemeten parameters. Daarbij doet zich het feit voor dat veranderingen die een bekend referentiekader betreffen veel gemakkelijker betekenis worden toegekend als veranderingen t.o.v. een onbekend referentiekader.

Wanneer men een statistisch significante (reversibele) afwijking in de reactiesnelheid vindt bij mensen die een bepaalde stof wordt toegediend dan wordt dit door iedereen als afwijkend, in de zin van dat het een effect van de stof is die al dan niet consequenties voor het gebruik kan hebben, geïnterpreteerd. Vindt men echter een statistisch significante (reversibele) afwijking in het qEEG bij mensen die een bepaalde stof toegediend krijgen dan wordt direct gevraagd naar de betekenis. Kennelijk is het referentiekader voor het reactievermogen veel directer 'begrijpbaar' dan het, schijnbaar abstractere, referentiekader van het qEEG. Toch is dit laatste een directe registratie van de algemene fysiologische processen die aan het cerebrale functioneren ten grondslag liggen terwijl het eerste een subjectief en intra-individueel variabele grootheid is die door een groot aantal interne en externe factoren wordt beïnvloedt.

Discussie over de betekenis van veranderingen (afwijkingen) in het qEEG, hetzij door externe factoren (trauma, infecties, tumoren, intoxicaties, etc.), hetzij door interne factoren (veroudering, congenitaal, etc.) moet gezien worden in het referentiekader van de vraagstelling. Daarbij dient niet de vraag naar de betekenis van het gevonden effect (waarvoor? voor wie?) beantwoord te worden maar of men een dergelijke verandering - al dan niet reversibel - accepteert als een aanvaardbaar risico. De vraag dient immers niet te zijn of de **verandering** een risico is, want het is een afwijking die in de referentie populatie niet voor komt en dus als afwijkend (van de referentiepopulatie) moet worden aangemerkt, maar of de verandering een risico voor de gezondheid of het functioneren betekent.

Het beantwoorden van deze vraag is direct gekoppeld aan de onderzoeksvraagstelling waarvoor de gegevens zijn verworven. Er zullen onderzoeksvragen zijn waarbij het uitgangspunt moet zijn dat geen enkele afwijking van datgene wat in een normale

populatie voorkomt geaccepteerd moet worden. Dit geldt bijv. voor vraagstellingen naar het effect van voedsel additiva, stoffen in het milieu, etc. In het algemeen voor die blootstellingen die langdurig, c.q. chronisch zijn en waarbij geen sprake is van een noodzaak (zoals bijv. in het geval van geneesmiddelen).

Bij andere vraagstellingen zal dit echter geheel anders kunnen liggen, met name wanneer de afwijkingen reversibel zijn en functionele stoornissen niet, licht of aanvaardbaar zijn. Bovenstaande maakt hopelijk duidelijk dat de interpretatie van qEEG gegevens niet los kan staan van additionele informatie welke in een onderzoek wordt verkregen en dat het gebruik van het qEEG te vergelijken is met iedere andere biometrische maat die in een onderzoek wordt toegepast.

LITTERATUUR

BLOM, J.L. Het EEG-profiel I. Rapport I. Leiden, Nederlands Instituut voor Preventieve Geneeskunde TNO (1980).

BLOM, J.L. Het EEG-profiel II. Leiden. II. Referentiewaarden van het kwantitatieve EEG bij kinderen van 5-13 jaar. Nederlands Instituut voor preventieve Gezondheidszorg TNO (1990).

BLOM, J.L. EEGAN, a brain signal analysis system. In: MEDINFO 83 J.H. van Benne, M.J. Ball, O. Wiggerts (eds). North Holland 867-878 (1983).

BLOM, J.L. Experience with EEGAN in toxicological and developmental research: Past, Present and Future. In: Proceedings 'Le traitement du signal en électrophysiologie expérimentale et clinique du système nerveux central': Court L, Trocherie S., Doucet J. (eds). pp 617-633 Parijs (1986).

BLOM, J.L. & A.W. VAN BLOKLAND. Analysis technique of evoked responses and peak identification for use in mental load research. In: Matejcek M, and G.K. Schenk (ed): 'The quantification of the electroencephalogram II: Proceedings of the 2nd Symposium of the Study Group for EEG-methodology'. Jogy-sur-vevey (1975).

BLOM, J.L., P.G. BARTH & S.L. VISSER. The visual evoked response in children from 0 - 6 years. *Electroenceph.clin.Neurophysiol.* 43 (1977) 490.

BLOM, J.L., P.G. BARTH & S.L. VISSER. The visual evoked potential in the first years of life. *Electroenceph.clin.Neurophysiol.* 48 (1980) 395-405.

DUFFY, F.H., J.L. Burchfiel & Lombroso C.T. Brain electrical activity mapping (BEAM): a method for extending the clinical utility of EEG and Evoked potentials. *Ann. Neurol.* 5 309-321 (1979).

GEMUNDT, J.J. VAN, K. MECHELSE, J.D. NIJE & J.J. RADDER. Methoden ter vergelijking van electroencefalogrammen van normale en afwijkende kinderen. Leiden Nederlands Instituut voor Preventieve Geneeskunde TNO (2 delen) (1977).

HJORTH, B. EEG analysis based on time domain properties. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 29 306-310 (1970).

HJORTH, B. An on-line transformation of scalp potentials into orthogonal source derivations. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 39 526-530 (1975).

HJORTH, B. An adaptive EEG derivation technique. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 54, 654-661 (1982).

HUFFELEN, A.C. VAN. Quantitative electroencephalography in central ischemia. Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht (1980).

HUFFELEN, A.C. VAN, D.C.J. POORTVLIET & C.J.M. VAN DER WULP. Quantitative EEG in cerebral ischemia: detection of abnormalities in "normal" EEG's. In: Pfurtscheller G., Jonkman E.J., F.H. Lopes da Silva (eds.): *Brain ischemia: quantitative EEG and imaging techniques*. Amsterdam: Elsevier, 29-50 (1984).

PFURTSCHELLER G., E.J. JONKMAN & F.H. LOPES DA SILVA (eds.). *Brain ischemia: quantitative EEG and imaging techniques*. Amsterdam: Elsevier, 29-50 (1984).

JOHN, E.R., B.Z. KARMEI, W.C. CORNING, P. EASTON, D. BROWN, H. AHN, M. JOHN, T. HARMONY, L. PRICHEP, A. TORO, I. GERSON, F. BARTLETT, R. THATCHER, H. KAYE, P. VALDES & E. SCHWARTZ. Neurometrics: numerical taxonomy, identifies different profiles of the brain functions within groups of behavioral similar people. *Science* 196 1393-1410 (1977).

JOHN, E.R. Functional neuroscience vol II: Neurometrics: clinical application of quantitative electroencephalography. Wiley & Sons Newyork, Toronto London Sidney (pp 287) (1977).

LEHMANN D. From mapping to the analysis and interpretation. In: 'Topographic Brain Mapping of EEG and Evoked Potentials'; K. Maurer (ed) Springer Verlag Berlin Heidelberg 53-76 (1989).

LOPES DA SILVA, F.H. A critical review of clinical applications of topographic mapping of brain potentials. J. Clinical Neurophysiol. 7 1-25 (1990).

MATOUSEK, M. Frequency analysis in routine electroencephalography. Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 24 365-373 (1968).

NUWER, M.R. Quantitative EEG:II Frequency analysis and topographic mapping in clinical settings. J. Clin. Neurophysiol. 5(1) 45-85 (1988).

SANGSTER, B., J.L. BLOM, C. BAAS, J.G. LOEBER & A.G. RAUWS. Onderzoek naar de invloed van natriumbromide bij menselijke vrijwilligers;III. RIVM rapportnr 348301001. (1986).

SCHENK, G., J.L. BLOM & A.C. VAN HUFFELEN. Het EEG-profiel IV. Referentie gegevens van het quantitative EEG bij volwassenen van 20 tot 80 jaar. Nederlands Instituut voor Preventieve Gezondheidszorg TNO 1992 (in bewerking).

APPENDIX I

Matrix met de gewichtsfactor voor het berekenen van de Source
referentie.

De amplitudowaarde op een willekeurig tijdstip van elektroden
en is de som van de waarden van de deelnemende elektroden e_k maal hun gewichtsfactor

$$w_k \sum e_i = \sum_{k=1}^n w_k * e_k$$

$$Vb: Fp_1 = 50 \times Fp_1 - 8.55 \times F_7 - 4.30 \times T_3 - 4.30 \times C_3 - 6.40 \times F_0 - 8.55 \times Fp_2 - 4.30 \times F_8 - 5.15 \times F_4.$$

SOURCE DERIVATION MATRIX

IN.	Fp1	F7	F3	T3	C3	T5	P3	O1	F0	C0	P0	Fp2	F8	F4	T4	C4	T6	P4	O2	A1	A2
out	50.00	8.55	-8.55	-4.30	-4.30				-6.40			-8.55	-4.30	-5.15							
Fp1																					
F7	-9.30	50.00	9.30	-9.30	-6.45	-5.20			-5.20			-5.20									
F3	-9.30	9.30	50.00	-6.35	-9.30				9.30	-6.35											
T3	-4.20	-8.35	-6.15	50.00	-8.35	8.35	-6.15	-4.20		-4.20											
C3		-5.05	-7.40	-7.40	50.00	5.05	-7.40		-5.05	-7.40	-5.05								-5.20		
T5		-5.20		-9.30	-6.45	50.00	-9.30	-9.30			-5.20										
P3				-6.35	-9.30	9.30	50.00	-9.30		-6.35	-9.30										
O1				-4.30	-4.30	8.55	50.00			-6.40							-4.30	-5.15	-8.55		
F0	-6.15	-3.35	-7.40		-5.05				50.00	-6.15		-6.15	-3.35	-7.40		-5.05					
C0			-5.05		-7.40		-5.05		-7.40	50.00	-7.40			-5.05		-7.40		-5.05			
P0					5.05	-3.35	-7.40	-6.15		-6.15	50.00					-5.05	-3.35	-7.40	-6.15		
Fp2	-8.55	-4.30	-5.15						-6.40			50.00	-8.55	-8.55	-4.30	-4.30					
F8									-5.20			9.30	50.00	9.30	-9.30	-6.45	-5.20				
F4									-9.30	-6.35		9.30	9.30	50.00	-6.35	9.30					
T4										-4.20		-4.20	-8.35	-6.15	50.00	-8.35	-8.35	-6.15	-4.20		
C4									-5.05	-7.40	-5.05		-5.05	-7.40	-7.40	50.00	-5.05	-7.40			
T6								-5.20			-5.20		-5.20		-9.30	-6.45	50.00	-9.30	-9.30		
P4										-6.35	-9.30				-6.35	-9.30	-9.30	50.00	-9.30		
O2						-4.30	-5.15	-8.55			-6.40				-4.30	-4.30	-8.55	-8.55	50.00		
A1																					
A2																					

APPENDIX IIA

Deze bevat de complete omschrijving van de codes welke binnen BRAINFO gebruikt worden om de diverse condities, tijden, etc. vast te leggen van een patiëntenbestand. Iedere meting binnen een registratie heeft een dergelijk headerblok dat alle relevante informatie bevat.

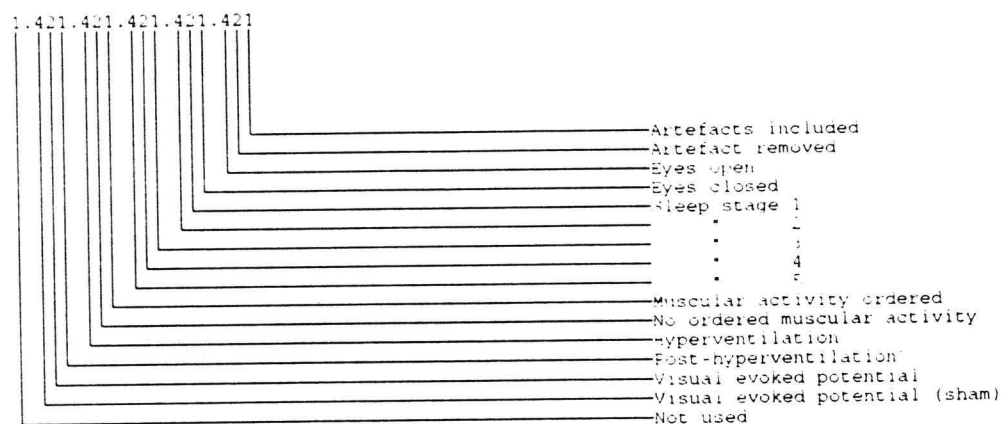
Ruwe data-files bestaan uit records van $n \times 512$ bytes ($n = \#$ kanalen) met de gedigitaliseerde EEG-waarden ($\text{integer} \times 2$) in de volgorde zoals ze opgenomen zijn, dus 1,2,3,...,n, 1,2,3,...,n, etc. Echter in het eerste record staat alleen in de eerste 512 bytes de headergegevens. Bij andere data-files staan ook in de eerste 512 bytes de headergegevens, maar de recordlengte verschilt. Voor alle duidelijkheid: de files zijn weggeschreven onder MS-DOS in MS-FORTRAN.

Description of the header for all data-files.

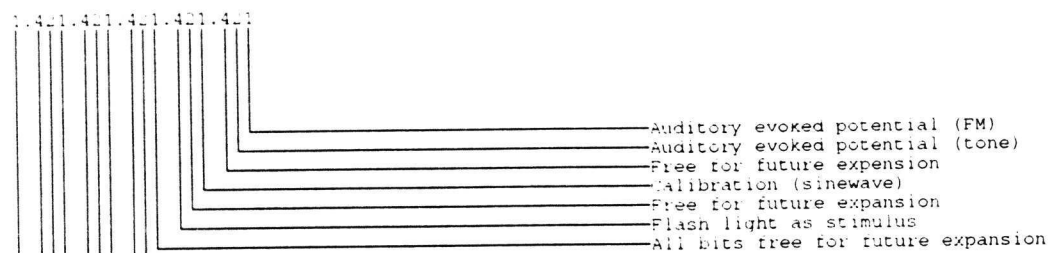
Its 256 integer values are designated as follows: (each integer value is 2 bytes)

1- 20	Subject identification (filename, ZIScode, ond. nr, Tapecode) (40A1)
21- 22	WORM or diskette storagecode (b.v. WO1A or F001)
23- 86	Calibration values of max. 32 channels (32 real Values)
87- 91	Pointer to previous file
92	Direct (0) or indirect (1) write to the storage medium
97	Protocolcode (2A1)
98	EEG-recording station
99-104	Registration date and time (61) (day, month, year, hour, min, sec.)
105-110	Calibration data and time (61) (idem)
111-112	'Condition'-codes: 2 words bit-wise allocated as follows:

A. 111:



B: 112:



113	Sampling frequency (integer value)
114	Nr. of samples per block for this file
115	Nr. of channels in this file
116	Nr. of blocks (records for F-file) in this file
117	ADC accuracy (# bits/sample)
	For the average (per group) F-files: 1=power, 2=10logpower
118-125	External filters 118 1 ° High-pass (3dB point)
	119 1 ° " (dB/oct suppression)
	120 2 ° " (3dB point)
	121 2 ° " (dB/oct suppression)
	122 1 ° low-pass (3dB point)
	123 1 ° " (dB/oct suppression)
	124 2 ° " (3dB point)
	125 2 ° " (dB/oct suppression)
126-157	DC-values of the EP (next 16 real values (4 bytes) or DC-values of the calibration (next 16 real values; calibration-file only)
158	Filterfactor evoked potential
159	Continuity evoked potential
160-162	Patients date of birth (31)
163-170	4*2 channelnrs. for coherence (F-file only)
171	# seconds (F-file only)
172	Displayed (and processed) montage (F-file only)
173	First byte: exclusive ('J') or inclusive ('N') artefacts Second byte: bandcode (1=Matousek) (both F-file only)
174	2 bytes for device specification ('E:', ' ', 'F:', 'A:')
175	Amplification (µV/cm) at recording time For average (per group) F-file : startfrequency, correction calculation
176	Nr. events (per epoch of 1.25 sec.)
177-236	Epoch nrs. of the events (maximally 60)
177-208	DC-values of the ER (first 16 real values) or DC-values of the calibration (first 16 real values; calibration-file only)
237	Evoked potential : Nr. of points/channel
238	Nr. of µ-sec sampling interval
239	Pre-stimulus time (# of samples)
240	Amplification (µV/cm) at recording time
241	Nr. of sweep
242-243	EEGAN codes (4A1): The first byte indicates the EEG montage
244	Nr. of channels : for EEG's as well as Evoked's
245-246	Sampling frequentie (real value) : idem
253-255	Name used programm
256	Code Male(100) or female(200)

APPENDIX IIB

Hierin staat de betekenis voor de diverse letters en cijfers die de patiëntcode samenstellen voor het BRAINFO systeem zoals dit op het NIPG-TNO in gebruik is. Tevens staat hierin de betekenis van de verschillende velden die ingevuld moeten worden bij opgave van de patiëntgegevens. Uit deze opgave wordt automatisch de bestandsnaam geconstrueerd waarmee het bestand wordt opgeslagen.

Bij een systeem dat geïntegreerd is met een ZIS (ziekenhuis informatie systeem) wordt het merendeel van de gegevens daaraan ontleend en hoeft de laborant(e) weinig toe te voegen.

Voordat men opname van EEG's of ER's kan worden begonnen moet er eerst patientinformatie worden gegeven. In BRAINFO gebeurt dit in een kader met de tekst:

Device: a:Pat.code:bbbb:ZIS.code:cccc-dd-ee:ond.nr.:ffff:Tapcode:999:

a	=1,2,3 of 4 corresponderend met 'E:'(server),' ' (eigen schijf) 'A:'(diskette) of 'F:'(WORM). De gegevens worden op het aangegeven medium opgeslagen.
bbbbbb	=patientcode. Deze is als volgt opgebouwd: eerste twee karakters: onderzoekscodering, volgende 4 karakters: getal dat patiëntnummer aangeeft
cccc-dd-ee	=ZIS code-nummer. Deze code is vrij te kiezen. Wordt in BRAINFO niet verder gebruikt. Is bedoeld voor koppeling naar de code van een Ziekenhuis Informatie Systeem.
ffff	=administratief nummer (evenals voorgaande bedoeld voor identificatie)
999	=code van de analoge band (of ander parallel opslagsysteem).

De eerste 40 bytes van het headerblock zijn in BRAINFO als volgt gedefinieerd:

1. Eerste letter van de patiëntcode (=bestandsnaam)
 - A: ruwe average van EP's
 - C: berekende coherenties en crosscorrelations
 - E: gedigitaliseerde ruwe EEG-data
 - F: Fourier spectra (alle afleidingen) en coherenties, reële en imaginaire delen
 - G: berekende EEG-variabelen (Hjorth, spectra, zwaartepunten, procesvariabelen, etc.)
 - X: file met afgekeurde epochs ter grootte en gelijk aan de header van de E-file
 - S: file met standaarddeviaties van de sweeps van evoked potentials
 - etc:
- 2-7 patientcode:bbbbbb: De eerste is een letter die het type protocol aangeeft (zie hoofdstuk 6 paragraaf 8)
- 8 letter, die het metingnummer aangeeft, A=1, B=2, etc.
- 9-13 'DAT' of 'Dxx met xx = jaar
- 14-24 ZIS code: cccc-dd-eee
- 25-29 'OND.' (vaste code)
- 30-33 onderzoeksnummer: ffff
- 34-37 'AT.' (vaste code)
- 38-40 tape code: 999

Als een file bij een andere hoort, kan men met pointers hiernaar verwijzen. Het registratienummer en opnamestation kan naar believen ingevuld worden. De condition-codes zijn twee woorden van 16 bits elk en voor elk bit geldt, dat als hij op 1 staat de bijbehorende bovenstaande conditie (of tekst) van toepassing is. De EP's worden met een n-punts (veld 158) digitaal filter gefilterd en de continuity geeft aan, dat bij topdetectie een criterium gehandteerd werd, dat het signaal over stukjes van n punten (veld 159) continu dalend of stijgend moest zijn. Nadat de files opgenomen zijn, kunnen ze schoongemaakt worden, oftewel de artefacten kunnen 'verwijderd' worden. Aangegeven hoeveel (veld 176) en welke (veld 177-236) er afgekeurd zijn. Alleen als dit de header van de F-file is, staan op veld 163-170 de elektrodenparen, waarvan de knniscorrelatie bepaald is. Een epoch is altijd 256 samples x # kanalen (i.e. 1 record).

De BRAINFO conditiecodes zijn standaard:

byte 1 : afleidingsnummer

byte 2-4 : combinatie van de volgende letters:

Maximaal 3 combinaties zijn tegelijk mogelijk.

O=ogen open

H=hyperventilatie

D=ogen dicht

P=Post-hyperventilatie

V=visuele evoked potential (VEP)

A=auditieve evoked potential (AEP)

Z=blind VEP (samen met V)

T=toon AEP (samen met A)

L=flits VEP (samen met V)

F=freq.mod. AEP (samen met A)

C=schaakbord VEP (samen met V)

B=brainstem AEP (samen met A)

K=klik AEP (samen met A)

De naam van het (hoofd)programma op het moment dat de file aangemaakt werd, wordt vermeld in veld 253-255.

APPENDIX IIIA

Voorbeeld van de bewerkte gegevens van een patiënt. Hier zijn de gegevens van de Matousekbanden, de kruiscorrelaties en de Hjorth parameters gegeven. Bij opgave van andere parameters voor bewerking worden deze op indentieke wijze weergegeven. Een opsomming met de meest relevante afwijkende gegevens kan aan het einde worden weergegeven (hier niet aanwezig).

Date: 09-mar-92
Session: 1
Nr. Epochs: 10

SPECTRAAL ANALYSE
(14- 5-91) Code: A81805(V) (9:59: 7)
Born : 10-10-13 Age : 77 jr. 7 m.

Time: 15:09:29 BRAINFO
Montage: 1 Band: 1
Duration: 10.0 Sec.

Dit is montage 1. Zien dicht # Kanalen: 21. Sample frequentie: 204.8 Hz. Montage bij opname: 1
Common Average Bandcode: 1 Matousek banden Common Average
VERMOGENS-spectra gemiddeld over 10 maal 10.0 seconden. Exclusief artefacten.

KANAAL:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BAND	F01 - Av	F7 - Av	F3 - Av	T3 - Av	C3 - Av	T5 - Av	P3 - Av	O1 - Av	F0 - Av	C0 - Av	P0 - Av	Fp2 - Av
1- 1.4 HZ	27.94	15.52	9.70	13.15	2.84	5.59	4.08	18.64	9.40	5.56	4.91	23.81
1.5- 3.4 HZ	11.43	8.11	5.52	5.62	1.95	3.55	2.79	6.40	4.20	3.73	3.67	10.43
3.5- 7.4 HZ	12.25	9.94	7.64	7.09	4.41	6.55	9.38	13.01	6.60	4.65	10.96	11.30
7.5- 9.4 HZ	9.05	9.03	8.86	8.92	5.62	9.31	7.21	39.81	8.43	5.45	7.79	9.01
9.5-12.4 HZ	5.66	7.24	6.20	7.88	3.84	7.97	7.54	33.71	5.18	3.71	6.98	6.62
12.5-17.4 HZ	5.45	5.19	4.46	4.68	3.47	8.47	7.54	13.34	3.70	3.78	6.38	5.33
17.5-24.9 HZ	6.07	7.06	5.27	3.46	2.85	4.85	4.89	9.11	3.28	3.15	3.57	6.37
25.0-30.0 HZ	1.60	3.53	2.02	1.09	.94	1.51	.38	1.34	.97	1.60	.58	3.12
TOTAAL:	62.74	65.33	49.67	52.09	25.92	47.81	44.41	135.87	41.76	31.63	44.94	76.69

Matousek banden parameters

THETA-BAND:												
TOP (HZ)	5.7	5.8	5.8	bov.gr	7.3	bov.gr	6.1	bov.gr	6.0	bov.gr	5.8	5.7
POWER TOP:	.52	.43	.34	n.aanw	.16	n.aanw	.40	n.aanw	.26	n.aanw	.51	.49
1/2 H. P. P.	7.40	4.38	4.19	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	6.33
ALPHA-BAND:												
TOP (HZ)	9.4	9.4	9.3	9.4	8.4	8.1	9.4	9.4	9.3	8.2	9.4	9.4
POWER TOP:	.70	.72	.61	.69	.34	.55	.62	3.78	.55	.35	.68	.58
1/2 H. P. P.	10.35	10.61	10.68	10.01	6.12	n.aanw	7.94	44.49	9.83	n.aanw	6.89	10.17
BETA-BAND:												
TOP (HZ)	13.2	14.2	16.9	12.6	12.7	12.7	14.5	14.8	16.9	13.2	14.6	12.9
POWER TOP:	.13	.13	.12	.16	.10	.23	.18	.31	.10	.10	.17	.14
1/2 H. P. P.	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw
TH/ALPH(1):	1.3653	1.1013	.8616	.7944	.7837	.7033	1.3010	.3267	.7824	.8535	1.4062	1.3096
TH/ALPH(2):	1.7999	1.5735	1.2313	.8997	1.1461	.8212	1.2440	.3859	1.2734	1.2563	1.5702	1.7297
TH/ALPH(1+2):	.7764	.6112	.5069	.4219	.4654	.3768	.6359	.1769	.4846	.5082	.7418	.7453

GEMIDDELTE COHERENTIE VAN EEG-KRUISPECTRA

KANAALPAAR:	2 EN 8		3 EN 9		4 EN 10		6 EN 12	
BAND	SANDCOH.	TOP	TOPCOH.	SANDCOH.	TOP	TOPCOH.	SANDCOH.	TOP
1- 1.4 HZ	.0173			.0537			.0126	
1.5- 3.4 HZ	.0034			.0343			.0118	
3.5- 7.4 HZ	.0044	5.8(B)	.1255	.0190	5.2(B)	.6657	.0035	---
7.5- 9.4 HZ	.0236			.0448			.0034	
9.5-12.4 HZ	.0105	9.4(A)	.5772	.0271	9.5(A)	.9363	.0012	9.4(A)
12.5-17.4 HZ	.0021			.0126			.0018	
17.5-24.9 HZ	.0017	14.2(B)	.1163	.0062	16.9(B)	.7593	.0005	12.6(B)
25.0-30.0 HZ	.0012			.0061			.0017	

ZWAARTEPUNTEN in de banden:

1- 1.4 HZ	.4999	.5453	.5762	.7925	.6314	.6110	.6108	.5112	.5842	.6131	.5729	.4877
1.5- 3.4 HZ	2.5533	2.3329	2.3263	2.2883	2.3569	2.2908	2.3708	2.3194	2.2571	2.3368	2.3444	2.3651
3.5- 7.4 HZ	5.4573	5.4967	5.5694	5.6149	5.7051	5.8241	5.8307	5.5791	5.5842	5.4600	5.8771	5.4698
7.5- 9.4 HZ	8.6330	8.6361	8.5924	8.6176	8.5334	8.4711	8.6767	8.7059	8.5718	8.4287	8.6595	8.6411
9.5-12.4 HZ	10.4362	10.4304	10.4522	10.5737	10.7222	10.7581	10.6024	10.3347	10.4542	10.7187	10.5107	10.5022
12.5-17.4 HZ	14.9160	14.8331	15.0192	14.6169	14.6351	14.7526	15.0419	14.6869	14.9780	14.6059	14.8681	14.8263
17.5-24.9 HZ	20.8367	21.0405	20.7962	20.6853	20.5262	20.5425	20.2168	20.3520	20.5326	20.7768	20.0339	20.9151
25.0-30.0 HZ	27.4557	27.4138	27.3366	27.1465	27.3355	27.3040	27.3066	27.1910	27.2236	27.2631	27.3309	27.4302

Date: 09-mar-92
 Session: 1
 Nr. Epochs: 10

SPECTRAAL ANALYSE
 (14- 5-91) Code: AB1806(V) (9:59: 7)
 Born: 10-10-13 Age: 77 jr. 7 m.

Time: 15:09:29 BRAINFO
 Montage: 1 Band: 1
 Duration: 10.0 Sec.

Dit is montage 1. Ogen dicht
 Common Average

Kanalen: 21 Sample frequentie: 204.8 Hz. Montage bij opname: 1
 Sangoede: 1 Matousek banden Common Average

VERMOGENS-spectra gemiddeld over 10 maal 10.0 seconden. Exclusief artefacten.

NAVAAL:	13	14	15	16	17	18	19	20	21
BAND	F1 - Av	F4 - Av	F4 - Av	F4 - Av	F5 - Av	F4 - Av	F2 - Av	A1 - Av	A2 - Av
1.5- 3.4 HZ	20.32	9.29	11.75	1.40	8.04	5.15	24.85	17.35	20.71
3.5- 7.4 HZ	7.23	5.00	5.97	2.38	4.54	3.43	5.67	8.06	8.12
7.5- 12.4 HZ	3.48	7.10	7.54	8.64	9.63	11.96	10.92	11.00	11.80
12.5- 17.4 HZ	8.83	8.03	10.92	5.03	22.08	11.59	40.90	10.85	11.56
17.5- 24.9 HZ	7.49	5.64	12.25	5.04	12.01	9.50	25.97	9.32	12.62
25.0-30.0 HZ	5.86	4.58	5.99	5.18	10.34	6.51	8.00	6.20	7.24
30.1-35.0 HZ	5.79	5.55	4.07	2.91	6.08	4.51	6.86	4.35	4.35
35.1-40.0 HZ	3.52	2.59	1.34	1.01	1.35	.85	1.18	1.76	2.07
TOTAAL:	69.53	47.77	60.84	33.67	74.06	53.50	125.55	58.89	79.07

Matousek banden parameters

THETA-BAND:

TOP (HZ)	5.8	5.8	pow.gr	5.8	pow.gr	5.8	pow.gr	5.6	5.8
POWER TOP:	.57	.41	.aanw	.48	.aanw	.72	.aanw	.37	.43
1/2 H. P. P.	n.aanw	n.aanw	n.aanw	4.64	n.aanw	5.71	n.aanw	n.aanw	n.aanw

ALPHA-BAND:

TOP (HZ)	9.4	9.4	9.3	8.6	8.5	9.3	9.3	9.4	9.6
POWER TOP:	.66	.57	.69	.29	1.40	1.12	3.33	.79	.91
1/2 H. P. P.	10.54	9.47	14.03	n.aanw	22.50	10.30	45.13	13.19	15.46

BETA-BAND:

TOP (HZ)	18.8	14.8	12.6	ond.gr	12.6	14.3	ond.gr	12.8	12.6
POWER TOP:	.15	.11	.21	n.aanw	.31	.17	n.aanw	.19	.24
1/2 H. P. P.	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw	n.aanw
Tr/ALP+(1):	1.0728	.6645	.6595	1.7175	.4361	.5973	.2670	1.0135	1.0214
Tr/ALP+(2):	1.2646	1.2597	.6236	1.7137	.3019	1.2583	.4224	1.1802	.9356
Tr/ALP+(1+2):	.5504	.5256	.3297	.6578	.2825	.5564	.1533	.5453	.4683

ZWAARTEPUNTEN in de banden:

1.5- 3.4 HZ	15.95	15.464	16.418	16.084	15.725	15.712	14.935	15.863	15.538
3.5- 7.4 HZ	2.3088	2.1466	1.3138	2.3556	2.3529	2.3981	2.3554	2.2131	2.2558
7.5- 12.4 HZ	5.5609	5.6119	5.5064	5.7302	5.6728	5.7605	5.5236	5.6350	5.5304
12.5- 17.4 HZ	3.6493	3.6005	3.6266	8.4659	8.5561	8.7339	8.7004	8.5858	8.6412
17.5- 24.9 HZ	10.5072	10.5065	10.5929	10.7594	10.6638	10.4456	10.2315	10.5113	10.5978
25.0- 30.0 HZ	14.8187	14.9700	14.5575	14.7692	14.6943	14.7666	14.6677	14.5955	14.5473
30.1- 35.0 HZ	20.8717	20.7527	20.5431	20.5224	20.4298	20.3281	20.3922	20.5842	20.7930
35.1- 40.0 HZ	27.4134	27.5155	27.5117	27.2845	27.1794	27.1760	27.3009	27.4178	27.4260
EINDTID: 15:09:42	Maximum delta-band: 4.78		Maximum rest spectrum: 3.76						

Date: 09-mar-92

Session: 1

Nr. Epochs: 10

GIRTH PARAMETERS

(14- 5-91) Code: A81805(V) (9:39: 7)

Geb.dat: 10-10-13 Leeft.: 77 jr. 7 m.

Time: 15:09:44 BRAINFO

Montage: 1 Band: 1

Duration: 10.0 Sec.

Kanaal:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Fp1 - Av	F7 - Av	F3 - Av	T3 - Av	C3 - Av	T5 - Av	P3 - Av	O1 - Av	F0 - Av	C0 - Av	P0 - Av	Fp2 - Av
Activity (uitgedrukt in μV^2)												
Epoch nr.												
1	112.75	91.29	56.28	62.24	29.13	58.34	44.85	124.58	39.74	35.79	49.74	89.74
2	95.57	74.97	57.67	49.57	27.36	53.17	52.55	125.10	43.49	31.83	64.13	39.78
3	99.95	71.93	50.17	45.63	25.63	44.61	34.47	117.42	37.56	31.20	34.50	97.64
4	67.47	72.25	57.80	59.73	28.45	55.60	46.58	148.16	46.10	36.40	48.29	54.40
5	90.55	82.53	56.97	71.91	29.09	54.21	45.76	130.63	42.10	34.95	36.96	75.14
6	87.71	71.64	58.08	51.53	33.20	46.74	46.02	146.67	50.68	36.73	47.09	95.29
7	82.35	72.75	50.13	52.92	26.68	48.80	50.88	155.65	40.38	28.47	41.81	83.21
8	98.62	83.47	52.43	53.21	28.31	45.83	53.04	159.72	43.65	30.98	52.80	105.07
9	84.87	63.33	60.87	48.30	30.29	45.03	41.79	137.77	45.47	33.03	42.76	30.33
10	107.51	86.08	65.75	61.79	26.39	61.88	47.07	138.22	43.73	33.05	46.10	91.27
Gen:	84.74	77.22	56.62	55.68	28.45	51.48	46.30	138.39	43.29	33.24	46.40	39.56
S.Dev:	10.01	8.72	4.80	8.05	2.19	6.16	5.47	14.08	3.70	2.70	8.44	8.22
	(10.6%)	(11.3%)	(8.5%)	(14.5%)	(7.7%)	(12.0%)	(11.8%)	(10.2%)	(8.5%)	(8.1%)	(18.2%)	(9.2%)

Mobility (uitgedrukt in Hertz)

Epoch nr.												
1	12.98	15.32	14.67	12.14	13.88	15.05	13.02	11.27	11.37	12.72	11.39	13.13
2	13.74	15.73	14.37	12.70	14.06	13.91	12.39	11.48	11.59	12.97	11.14	13.60
3	12.53	14.67	14.40	12.93	14.31	14.52	13.42	10.74	11.38	12.45	11.57	13.73
4	14.71	15.73	14.37	11.69	14.32	13.25	12.47	11.08	11.33	12.53	11.53	15.09
5	14.42	14.89	13.95	10.98	13.61	13.04	12.11	10.77	10.95	11.88	11.24	16.44
6	13.46	16.41	14.71	12.03	13.27	15.30	12.53	10.76	10.69	12.39	11.42	13.56
7	14.72	15.42	15.19	11.91	13.63	13.36	12.37	10.90	10.77	13.01	11.78	16.19
8	13.73	15.12	14.60	11.78	13.98	13.65	11.61	9.83	10.79	12.58	10.76	14.10
9	15.44	15.78	14.88	12.74	13.77	13.51	13.23	11.09	10.77	12.39	11.95	15.53
10	14.01	15.29	14.91	11.79	14.82	12.96	12.57	10.69	11.18	13.50	10.75	14.47
Gen:	13.36	15.44	14.60	12.07	13.95	13.65	12.57	10.86	11.08	12.64	11.41	14.58
S.Dev:	.38	.50	.35	.59	.43	.67	.53	.44	.33	.44	.44	1.17
	(5.3%)	(3.2%)	(2.4%)	(4.9%)	(3.1%)	(4.9%)	(4.2%)	(4.1%)	(2.9%)	(3.5%)	(3.9%)	(8.0%)

Complexity

Epoch nr.												
1	23.19	21.58	21.55	19.93	18.60	18.76	15.73	13.76	17.48	18.42	15.12	22.61
2	22.20	21.34	20.55	19.84	19.23	17.54	15.47	14.02	17.18	17.70	14.90	22.00
3	23.66	22.22	21.03	20.65	18.68	18.15	16.25	14.41	18.21	18.21	17.63	23.52
4	21.79	21.23	19.91	20.16	18.37	17.65	16.25	13.56	17.90	18.09	16.23	21.43
5	22.52	21.74	20.98	19.86	18.78	18.87	16.09	14.28	18.24	18.96	17.91	21.90
6	22.18	20.97	20.91	20.25	18.58	17.48	15.35	13.90	17.62	17.81	15.68	22.13
7	21.58	20.82	20.72	19.41	18.29	17.71	15.23	12.93	18.11	17.39	15.82	21.75
8	22.46	21.30	20.32	20.27	19.38	17.38	15.67	14.40	17.75	18.93	15.62	22.69
9	21.61	20.57	20.82	20.18	18.62	18.35	16.54	13.42	17.12	17.59	15.75	21.27
10	22.55	21.61	21.61	20.17	18.83	18.03	15.66	14.31	17.92	17.80	16.92	22.15
Gen:	22.38	21.37	20.74	20.07	18.74	17.99	15.82	13.90	17.75	18.09	16.16	22.15
S.Dev:	.67	.52	.46	.33	.34	.53	.44	.49	.40	.54	1.02	.66
	(3.0%)	(2.5%)	(2.2%)	(1.7%)	(1.8%)	(3.0%)	(2.8%)	(3.5%)	(2.3%)	(3.0%)	(6.3%)	(3.0%)

Date: 09-mar-92
Session: 1
Nr. Epochs: 10

HJORTH PARAMETERS
(14- 5-91) Code: A81805(V) (9:39: 7)
Geb.dat: 10-10-13 Leeft.: 77 jr. 7 m.

Time: 15:09:51 BRAINFO
Montage: 1 Band: 1
Duration: 10.0 Sec.

Kanaal:	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	F3 - Av	F4 - Av	T4 - Av	C4 - Av	T6 - Av	P4 - Av	O2 - Av	A1 - Av	A2 - Av
Activity (uitgedrukt in μV^2)									
Epoch nr.									
1	78.60	52.44	60.49	34.74	77.46	55.79	117.95	72.72	92.59
2	79.52	56.85	83.56	38.79	90.38	67.29	122.36	70.91	99.82
3	75.62	54.59	54.46	30.57	56.20	46.28	119.14	63.28	71.49
4	82.32	61.44	63.19	37.78	65.48	51.11	115.23	92.33	85.56
5	75.83	56.29	61.28	35.63	81.79	50.89	129.05	75.51	84.59
6	91.42	65.66	73.21	40.13	82.30	55.47	137.13	71.69	86.02
7	82.34	58.82	66.81	32.09	90.46	50.56	126.23	65.43	76.32
8	100.55	61.41	49.61	28.95	63.14	61.98	149.90	74.11	81.12
9	75.33	59.57	77.81	39.55	91.02	58.65	146.99	62.85	90.61
10	92.60	53.97	72.50	47.48	70.21	65.36	117.86	96.98	105.04
Gem:	83.42	58.13	66.33	36.57	76.84	56.34	128.18	74.58	87.32
S.Dev:	8.63	4.10	10.64	5.43	12.52	6.92	12.49	11.51	10.17
	(10.3%)	(7.1%)	(16.0%)	(14.8%)	(16.3%)	(12.3%)	(9.7%)	(15.4%)	(11.7%)

Mobility (uitgedrukt in Hertz)									
Epoch nr.									
1	14.47	15.52	13.27	13.53	12.26	12.14	10.40	12.05	12.38
2	15.04	16.00	12.25	13.38	11.52	11.65	10.31	13.14	12.86
3	16.85	16.65	13.64	13.90	12.77	11.83	10.08	13.30	12.85
4	16.42	16.35	13.35	13.41	12.51	12.50	10.37	11.32	13.24
5	17.13	17.04	13.82	13.41	11.35	12.09	10.12	11.64	12.85
6	15.02	15.70	12.77	13.10	11.60	11.77	10.05	12.44	13.46
7	16.23	16.64	13.20	13.71	11.38	12.15	10.45	13.10	13.92
8	14.57	16.59	13.96	14.28	12.37	11.37	9.34	12.09	12.76
9	16.09	15.60	11.78	12.71	11.63	12.03	10.43	12.89	13.07
10	15.25	16.34	12.55	12.64	12.09	11.11	9.92	11.75	12.80
Gem:	15.71	16.29	13.06	13.41	11.95	11.86	10.15	12.39	13.02
S.Dev:	.95	.55	.71	.50	.51	.41	.34	.68	.43
	(6.1%)	(3.4%)	(5.4%)	(3.6%)	(4.3%)	(3.4%)	(3.4%)	(5.5%)	(3.3%)

Complexity									
Epoch nr.									
1	22.05	20.88	19.78	18.69	16.97	16.35	15.04	20.96	21.42
2	21.12	20.03	18.75	18.16	15.51	16.00	15.20	19.80	19.71
3	21.64	21.01	19.76	18.75	17.15	17.49	14.72	21.71	21.66
4	21.25	20.75	20.31	18.24	16.30	16.43	15.50	20.47	21.65
5	20.77	20.63	19.48	19.52	15.88	16.79	14.96	21.47	21.84
6	22.41	21.31	19.52	18.95	15.22	15.36	14.83	20.71	20.62
7	21.28	20.63	19.60	18.65	14.42	16.25	14.64	19.98	20.13
8	22.67	21.35	20.86	19.46	16.70	16.42	15.04	21.17	21.81
9	21.05	20.53	20.07	18.67	15.99	16.37	14.26	20.67	21.01
10	22.16	20.39	20.35	17.54	16.44	16.62	15.71	20.33	21.78
Gem:	21.65	20.75	19.85	18.66	16.06	16.51	14.99	20.73	21.16
S.Dev:	.64	.41	.58	.59	.34	.40	.42	.62	.77
	(3.0%)	(2.0%)	(2.9%)	(3.2%)	(5.2%)	(2.4%)	(2.8%)	(3.0%)	(3.6%)

Finetijp: 15:09:57

APPENDIX IIIB

Voorbeeld van de opgave voor batchverwerking van 2 patiënten. Op deze wijze kan een bestand voor automatisch verwerking van grote groepen patiënten gemaakt worden. Het aantal wordt slechts beperkt door de ter beschikking staande schijfruimte.

Dsp: Display

Plo: Plotten (weergave op papier)

Hjo: Berekening Hjorth parameters

Pri: Print van de gegevens (weergave als in appendix IIIa)

Skipart: Overslaan van gemarkeerde arte facten

Swmont: Andere montage dan de standaard (Average)

Band: Bandcode (1=matousekbanden; 2/10 andere (zie hoofdstuk 6)

bestanden: Aantal bestand en van een patiënt die bewerkt gaat worden.

Date: 09-mar-92

Time: 15:12:06 BRAINFO

VOORBEWERKING BEPERKENING
SPECTRAALWAARDEN MEERDERE EEG'S

#	Van	Naar	Dsp	Plo	Hjo	Pri	Skipart	Swmont	Band	#Bestanden
1	WORM	Eigen schijf	J	N	J	J	J	N	1	3
	EA81806A.D92									
	EA81806B.D92									
	EA81806C.D92									
2	WORM	Eigen schijf	J	N	J	N	J	N	2	2
	EA82115B.D91									
	EA82115C.D91									

Totaal: 5

Reprografie NIPG-TNO
Projectnummer: 3770