Gebrauchsanleitung

VESTAR 300

Inhalt

Inhalt ...2
1.Allgemeines 5
1.1 Warenzeichen 5
1.2 Copyright 5
1.3 Hersteller-Adresse und Telefon-Nummern 5
1.4 Typenschild 5
1.5 Verwendete Symbole 6
2.Sicherheit....7
2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch 7
2.2 Haftungsausschluss 7
2.3 Wichtige Hinweise – unbedingt lesen 7
2.4 Elektrische Sicherheit 8
2.5 Umweltbedingungen 8
2.6 Reinigung 9
2.7 Eindringen von Flüssigkeit 9
2.8 Wartung und Instandhaltung 9
3.Systemkomponenten 10
4.Begriffe und Abkürzungen....12
5.Ein- und Ausschalten des VESTAR 300 Systems 14
5.1 Einschalten des Systems 14
5.2 Ausschalten des Systems 14
6.Das BalanceLab-Programm 15
6.1. Starten des BalanceLab Programms 15
6.2 Patientenverwaltung 16
6.2.1 Benutzerregistierung 16
6.2.2 Anlegen eines Patienten 17
6.2.3 Auswahl eines bereits registierten Patienten / einer bereits registrierten Patientin 19
6.2.4 Eingabe der Anamnese 19
6.3 Vorbereiten der Messung 20
6.3.1 Anlegen der ENG-Elektroden 20
6.3.2 Hinweise zur zuverlässigen Ableitung 21
6.4 Auswahl und Start einer Untersuchung 22
6.5 Durchführen einer Untersuchung 24
6.5.1. Darstellung der Signale 24
6.5.2 Obere Menüleiste und weitere Schaltflächen 25
6.5.3 Einfügen von Textmarken 27
6.6 Auswertung der Daten 27
6.7 Auswählen von zuvor aufgenommenen Untersuchungen 28
6.8 Ausdrucken von Untersuchungen 29
6.8.1 Ausdrucken einer Einzelmessung 29
6.8.2 Ausdrucken der numerischen Daten mehrerer Messungen 29
6.8.3 Untersuchungsreport 29
7.Untersuchungsprogramme 30
7.1. Kalibration 30
7.1.1 Analyse der Kalibration 31
7.2 Fixation 32
7.3 Spontannystagmus 32

7.4 Sakkaden-Analyse ... 32
7.4.1 Analyse der Sakkaden-Analyse ... 33
7.5 Langsame Blickfolgebewegungen (Smooth Pursuit) ... 34
7.6 Optokinetischer Nystagmus (OKN) ... 36
7.6.1 Nystagmusanalyse (OKN) ... 37
7.7 Drehpendel ... 37
7.7.1 Nystagmusanalyse (Drehpendel) ... 38
7.7.2 Drehpendelanalyse ... 39
7.8 Drehstopp (Velocity Step) ... 40
7.8.1 Nystagmusanalyse (Drehstopp) ... 41
7.8.2 Drehstopp-Analyse ... 42
7.9 Rotation ... 43
7.10 Kalorik ... 43
7.10.1 Fixation ... 44
8.Einstellungen ändern *(Administrator)* ... 45
8.1 Anmelden ... 45
8.2 Systemeinstellungen ändern ... 45
8.2.1 Kanaleinstellungen ... 46
8.2.2 Farbeinstellungen ... 47
8.3 Eingabe, Änderung oder Löschung einer Untersuchungskonfiguration ... 48
8.3.1 Allgemeines ... 48
8.3.2. Kanäle (Channels) ... 49
8.3.3. Anzeigekanäle ... 50
8.3.4. Stimulatoren ... 51
8.4 Sicherung/Wiederherstellung der Daten ... 52
9.Analysen ... 53
9.1. Kalibration ... 53
9.1.1. Analysemethode ... 53
9.1.2. Parameter ... 53
9.2. Nystagmusanalyse ... 54
9.2.1. Analysemethode ... 54
9.2.2. Parameter ... 56
9.3. Sakkadenanalyse ... 57
9.3.1. Analysemethode ... 57
9.3.2. Parameter ... 58
9.4. Spektralanalyse ... 59
9.4.1. Analysemethode ... 59
9.4.2. Parameter ... 60
9.5. Filterung ... 60
9.5.1. Differentiation ... 61
9.5.2. Medianfilter ... 61
9.5.3. Perzentilfilter ... 61
9.5.4. Mittelwertbildung ... 61
9.5.5. Integration ... 61
9.5.6. Parameter ... 62
10.Stimulatoren ... 62
10.1. Visueller Stimulator ... 62
10.1.1. Visuelle Ziele ... 63
10.1.2. Profile und Parameter ... 63
10.1.3. Online-Parameter ... 64

10.2. Drehstuhl-Stimulator 65
10.2.1. Profile und Parameter 65
10.2.3. Drehstuhloptionen 67
9.2.4. Profilvorschau 67
11.Anhang A - Empfohlene Literatur und Referenzen 68
12.Anhang B - Formeln und Berechnungen 70

1. Allgemeines

Diese Gebrauchsanleitung gilt als Bestandteil des **ekida**-Gerätes VESTAR 300. Sie enthält wichtige Informationen zur Inbetriebnahme und Handhabung des Gerätes und ist jederzeit gut zugänglich aufzubewahren. Sie dokumentiert den zur Zeit der Erstellung gültigen Stand des Gerätes. Änderungen, die der technischen Verbesserung des Gerätes dienen, sind vorbehalten.

Für den bestimmungsgemäßen Gebrauch Ihres **ekida**-Gerätes VESTAR 300 ist die genaueste Beachtung der Gebrauchsanleitung Voraussetzung.

Mit dem Nystagmographiesystem VESTAR 300 erhalten Sie ein System zur Untersuchung des Gleichgewichtssystems mit Drehstuhl. Zu diesem System bietet **ekida** diverse Optionen an. Beschreibungen dieser optionalen Komponenten erkennen Sie an dem Zusatz (Option) in der jeweiligen Überschrift des Abschnitts.

1.1 Warenzeichen

Diese Gebrauchsanleitung wurde mit Microsoft® Word 2010 verfasst. Microsoft, Windows sind Warenzeichen der Microsoft Corporation.

1.2 Copyright

Copyright **ekida GmbH**, Buggingen. Alle Rechte vorbehalten. Diese Gebrauchsanleitung darf, auch auszugsweise, ohne schriftliche Zustimmung von ekida in keiner Weise vervielfältigt oder für andere Zwecke als der Verwendung als Gebrauchsanleitung verwendet werden.

1.3 Hersteller-Adresse und Telefon-Nummern

ekida GmbH
Gewerbering 11
79426 Buggingen
Tel.: 07631-938-5343
Fax: 07631-938-5345
e-mail: info@ekida.de
Internet: www.ekida.de

Wenn Sie Fragen, Anregungen oder Bemerkungen haben, wenden Sie sich bitte an die o. g. Adresse.

Copyright © 2017 , ekida GmbH, Buggingen

1.4 Typenschild

Die Typenbezeichnung Ihres Gerätes sowie weitere Informationen finden Sie auf dem Typenschild auf der Rückseite des Steuergerätes.

Abb. 1 Typenschild

1.5 Verwendete Symbole

Die am Gerät verwendeten Symbole entsprechen den Vorgaben der IEC417 und IEC878.

Wechselstrom

Masse (eventuell floatend, nicht erdverbunden)

Potentialausgleich

Schutzleiter

AUS (Netzschalter)

EIN (Netzschalter

Gerät Typ BF

Achtung, gefährliche Spannung

CE-Zeichen

2. Sicherheit

2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

VESTAR 300 ist ein System zur Untersuchung des Gleichgewichtssystems des Menschen.

Die Benutzer der VESTAR-Systeme müssen in das System eingewiesen sein und über Erfahrung mit dieser Art von Untersuchungen verfügen. Insbesondere muss der Untersucher die verbleibenden Risiken dieser Untersuchungen kennen und beurteilen können und die entsprechenden Maßnahmen ergreifen (z. B. muss der Patient immer auf dem Drehstuhl angeschnallt sein). Entsprechende Hinweise finden Sie in dieser Gebrauchsanleitung.

Das Steuer- und Auswerteprogramm BalanceLab ist als Unterstützung für den Untersucher entwickelt worden. Die Verantwortung für die Diagnose, die u. a. mit Hilfe der Ergebnisse des BalanceLab Programms erstellt wird, liegt allein beim untersuchenden Arzt.

BalanceLab verwendet Algorithmen, die im Rahmen vieler Untersuchungen entwickelt und validiert wurden. Eine Liste der Veröffentlichungen finden Sie im Anhang dieser Gebrauchsanleitung.

2.2 Haftungsausschluss

ekida übernimmt keine Haftung für Schäden, die durch nicht bestimmungsgemäßen oder falschen Gebrauch des Gerätes entstanden sind.

2.3 Wichtige Hinweise – unbedingt lesen

Die Installation und Einweisung der VESTAR-Systeme erfolgt durch den technischen Kundendienst der **ekida GmbH** oder von **ekida** autorisiertem Personal. In dieser Gebrauchsanleitung ist deshalb auf die Beschreibung der Installation verzichtet worden.

Die folgenden Abschnitte beschreiben die Systemkomponenten, soweit sie für die Bedienung erforderlich sind. Bitte beachten Sie insbesondere die Hinweise zur zuverlässigen Ableitung sowie die Sicherheitshinweise in dieser Anleitung. Wichtige Hinweise sind rot markiert.

Das Programm BalanceLab steuert die Komponenten des Systems, nimmt die Messwerte auf und erstellt Auswertungen aufgrund dieser Messwerte. Die Programmabläufe der jeweiligen Untersuchung sind vordefiniert. Möchten Sie eigene Untersuchungsabläufe erstellen oder Parameter auf Ihre Standardabläufe anpassen, so empfehlen wir, bestehende Programmabläufe zu modifizieren bzw. diese vom **ekida-**Kundendienst ändern zu lassen. Hierzu bietet der **ekida**-Kundendienst einen Online-Service mit dem Fernwartungsprogramm Teamviewer an.

Beachten Sie:

Nur erfahrene Anwender dürfen Programmabläufen, Auswerteparametern usw. ändern. Andernfalls kann die Auswertung zu falschen Ergebnissen führen.

Das BalanceLab Programm unterscheidet zwei Benutzer-Berechtigungen. Die Standardberechtigung und die des Administrators. Die Standardberechtigung ist für die Verwendung des Systems in der täglichen Routine vorgesehen. Der Bediener kann aus einer Liste vordefinierter Untersuchungsabläufe die benötigten Untersuchungen auswählen, Untersuchungen durchführen und die Daten auswerten. Für diese Untersuchungen ist es weder notwendig noch sinnvoll, Parameter oder ganze Abläufe zu ändern.

Administratoren hingegen haben die Möglichkeit, Programmabläufe und/oder einzelne Parameter zu ändern oder ganz neue Untersuchungsabläufe zu definieren.

Dieser Benutzerlevel darf nur erfahrenen Untersuchern und/oder Systemadministratoren zugänglich gemacht werden, die die Folgen ihrer Eingriffe in den Untersuchungsablauf zuverlässig einschätzen können.

Die Zugangsberechtigung des Administrators ist Kennwort-gesichert. Geben Sie dieses Kennwort bitte nur an berechtigte Personen weiter.

2.4 Elektrische Sicherheit

Der PC und alle anderen System-Einheiten der VESTAR-Systeme sind CE-zertifiziert. Sie werden über ein Sicherheitsnetzteil versorgt.

Der Verstärker ist Patienten-isoliert, Typ BF, und entspricht den Bestimmungen für die elektrische Sicherheit von Medizinprodukten. Darüber hinaus verfügen alle von der Software BalanceLab gesteuerten Einheiten eigene elektrische Sicherheitsvorrichtungen, die, z. B. bei Fehlfunktionen, das System abschalten oder auf andere Weise die Patientensicherheit gewährleisten.

Die Sicherheit der VESTAR-Systeme ist nur gewährleistet,

- wenn es an eine Wandsteckdose mit einer ordnungsgemäßen Erdung angeschlossen wird. Steckdosenleisten sind nicht zugelassen.
- wenn die angeschlossenen Einheit, z.B. der PC über das Sicherheitsnetzteil der Steuereinheit versorgt wird.
- wenn es im Innenbereich eingesetzt wird.
- nur wenn Systeme, die eine CE-Zertifizierung besitzen und von ekida zugelassen sind (Unbedenklichkeitserklärung), an das VESTAR-System angeschlossen werden.
- wenn eine sichere Trennung zu externen Systemen besteht. Sollte das System z.B. an ein Netzwerk angeschlossen werden, so ist eine Entkopplung mit einer 4 KV Trennung von diesem Netzwerk notwendig, z. B. durch einen Netzwerkkoppler Art. Nr. 993915.

Aufstellung, Erweiterungen, Änderungen und Reparaturen dürfen nur durch qualifiziertes Personal und von **ekida** autorisierten Personen vorgenommen werden. Der Aufstellungsort muss den Umwelt-bedingungen des Gerätes entsprechen (siehe Abschnitt 2.5).

Das Gerät ist nicht für den Betrieb in explosionsgefährdeten Räumen oder in verbrennungsfördender Atmosphäre konstruiert.

Sollten Flüssigkeiten in das Gerät eingedrungen sein, so müssen diese umgehend durch den ekida-Kundendienst beseitigt und das Gerät einer sicherheitstechnischen Prüfung unterzogen werden (siehe auch Abschnitt 1.4).

Bei beschädigte Steckverbindungen und/oder Leitungen muss das Gerät abgeschaltet werden. Es dar erst wieder in Betrieb genommen werden, wenn die beschädigten Teile durch eine Fachkraft ausgetauscht wurden.

2.5 Umweltbedingungen

Die VESTAR-Systeme dürfen nicht in unmittelbarer Nähe von z. B. Röntgengeräten, Motoren oder Transformatoren mit großer Anschlussleistung aufgestellt werden, da elektrische oder magnetische Störfelder Messungen verfälschen bzw. unmöglich machen können. Benachbarte Starkstromleitungen sind ebenfalls zu vermeiden.

Die Systeme sind zum Betrieb unter als normal geltenden klimatischen Umgebungsbedingungen bestimmt.

Temperatur:	+ 10° ... + 40° C
Relative Luftfeuchte:	20% ... 80% (nicht kondensierend)
Luftdruck:	600 ... 1060 hPa

Sie sind daher vor besonderer Feuchtigkeitseinwirkung zu schützen. Die Lüftungsschlitze des Gerätes müssen frei bleiben, um die Luftzirkulation nicht zu behindern.

Für die Lagerung der Geräte gelten folgende klimatischen Umgebungsbedingungen:

Temperatur:	- 20° ... + 50° C
Relative Luftfeuchte:	10% ... 90% (nicht kondensierend)
Luftdruck:	500 ... 1200 hPa

2.6 Reinigung

Vor der Reinigung von Komponenten des VESTAR-Systems müssen Sie das System am Netzschalter ausschalten. Reinigen Sie die Komponenten nur mit einem feuchten, nicht tropfenden, fusselfreien Lappen. Sie können eine milde Reinigungslösung verwenden.

Zur Desinfektion des Patientensitzes sind folgende Desinfektionsmittel zugelassen:

- Incindin perfekt, Incidin Plus (Ecolab)
- Incidur-Spray (Henkel)
- Melsept, Melsitt, Melsiseptol, Helipur (B.Braun)
- Softasept N, Kodan, Octenisept (Schülke & Mayer)
- Cutasept (Bode)

Sollten Sie sich unsicher sein, welche Reinigungsflüssigkeit Sie verwenden können, wenden Sie sich bitte an **ekida** oder einen **ekida**-Händler.

Chemikalien, die für die Anwendung oder Pflege benötigt werden, dürfen aufgrund der Verwechslungsgefahr nur in den dafür vorgesehenen Behältern aufbewahrt, zubereitet und bereitgehalten werden.

2.7 Eindringen von Flüssigkeit

Vor der Reinigung von Komponenten des VESTAR-Systems müssen Sie das System am Netzschalter Sollte Flüssigkeit in eine der Komponenten eingedrungen sein, benachrichtigen Sie umgehend den **ekida**-Kundendienst bzw. Ihren **ekida**-Händler, damit dieser die Flüssigkeit entfernt und das System wieder in Betrieb nimmt.

Beachten Sie:
Schalten Sie das System in einem solchen Fall keinesfalls wieder ein!

2.8 Wartung und Instandhaltung

Die Verantwortung über den einwandfreien Zustand des Gerätes liegt in Händen des Betreibers.

ekida empfiehlt eine Sicherheitsüberprüfung in jährlichen Abständen durchzuführen (wiederkehrende Sicherheitstechnische Kontrollen). Diese sicherheitstechnischen Kontrollen kann der **ekida**-Kundendienst als Einzelauftrag oder im Rahmen eines Wartungsvertrages durchführen.

Nur ein ordnungsgemäß in regelmäßigen Zeitabständen gewartetes Gerät gewährleistet die Sicherheit und Zuverlässigkeit Ihres Gerätes.

3. Systemkomponenten

Das System VESTAR 300 besteht aus

- PC mit Tastatur und Maus
- Untersuchungs- und Steuerprogramm BalanceLab (auf dem PC installiert)
- PC-Lautsprecher
- Monitor
- Drucker
- Visueller Stimulator mit Video-Beamer
- Drehstuhl
- Verstärker (am Drehstuhl montiert)
- Steuereinheit mit Sicherheitsnetzteil
- Elektrodensatz
- Wasserkaloristat (Option)
- Luftkaloristat (Option)

Abb. 3.1: PC mit Komponenten

Abb. 3.2: Visueller Stimulator

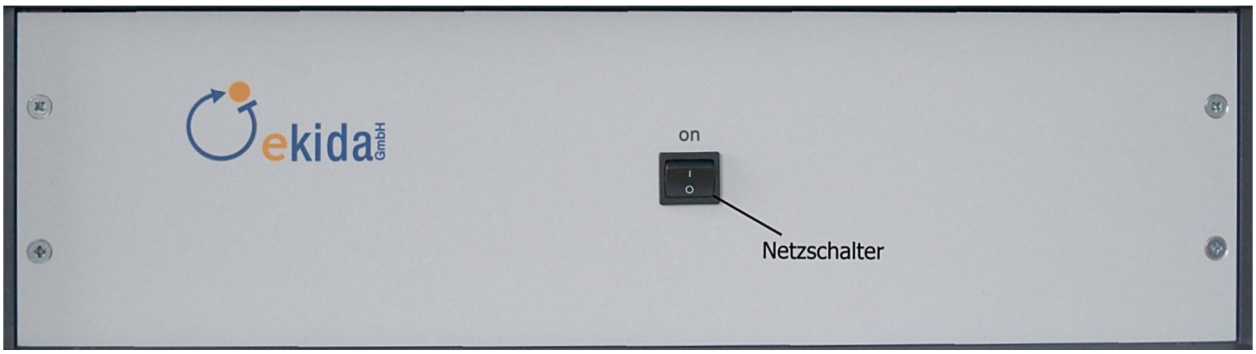


Abb. 3.3: Steuereinheit

Abb. 3.4: Drehstuhl VESTAR 300

4. Begriffe und Abkürzungen

Das Untersuchungs- und Steuerprogramm BalanceLab benötigt das Microsoft Betriebssystem Windows 7 Professional.

Für Benutzer die noch nicht mit den unter Windows üblichen Bedienungsgewohnheiten vertraut sind, werden im Folgenden einige häufig gebrauchte Begiffe erläutert.

Für viele Bedienschritte ist die Bedienung mit der Maus (vgl. Abb. 3.1) üblich. Der Mauszeiger, in der Regel als Pfeilsymbol auf dem Monitor zu sehen, folgt den Bewegungen der Maus. Symbole, auf die der Mauszeiger zeigt, können durch Drücken der linken - und in einigen Fällen auch der rechten - Maustaste angewählt werden und lösen einen Vorgang aus.

Begriff	Bedienung
Klick oder Mausklick	Kurzes Betätigen der linken Maustaste. Falls die rechte Maustaste bedient werden soll, wird dies als „rechter Mausklick“ benannt
Doppelklick	Drücken der linken Maustaste zweimal kurz nacheinander
Mit der Maus eine Linie ziehen	Mit dem Mauszeiger auf den Punkt zeigen an dem die Linie starten soll, die linke Maustaste drücken und mit gedrückter Maustaste auf den Endpunkt der Linie fahren. Dann die Maustaste loslassen.

Tabelle 4.1: Bedienung mit der Maus

Auf dem Monitor sind Symbole und Felder zu sehen. Diese werden folgendermaßen benannt:

Feld/ Symbol (Beispiel)	Benennung
	Symbol, hier das Windows-Symbol, das sich in der linken unteren Ecke des Monitors befindet. Durch Klicken auf dieses Symbol wird das Herunterfahren (Ausschalten) des PCs gestartet.
	Button, hier der Button **Report**. Dieser Button hat, je nach Menü, verschiedene Funktionen. Durch Klick auf diesen Button erzeugt das BalanceLab Programm z.B. den Report.
	Leiste mit mehreren Buttons, die jeder für sich eine Funktion auslösen.
	Registerkarte, Feld zur Auswahl eines Bildschirmfeldes. Durch Klick auf die Registerkarte, hier z.B. **Data Examinations** erscheint der Bildschirm mit den gemessenen Originalkurven. Klicken Sie auf **Results and analysis**, erscheint der Auswertebildschirm.

Tabelle 4.2: Bedienfelder

Welche Vorgänge durch diese Felder ausgelöst werden, erklärt der jeweilige Abschnitt.

Begriffe und Abkürzungen, die häufig verwendet werden, zeigt die nachfolgende Tabelle 4.3. Diese Begriffe werden in den einzelnen Abschnitten nochmals erklärt.

Begriff	Benennung
Standardbediener	Benutzer der Standardprogramme. Er/sie kann Patientendaten auswählen, eingeben und speichern und alle verfügbaren Untersuchungen durchführen, Ergebnisse speichern, auswerten und drucken.
Administrator	Autorisierter Benutzer. Er/sie kann zusätzlich zum Standardbenutzer bestehende Untersuchungsabläufe ändern, neue Untersuchungsabläufe konfigurieren sowie Parameter und das Aussehen, z.B. Farbgebung, der Anzeige ändern.
Tabsheet	Teil des Bildschirms mit Zusatzinformationen und/oder der Möglichkeit Informationen einzugeben.
Untersuchung	Eine Untersuchung besteht aus mehreren Untersuchungsschritten (Tests), z.B. Kalibration, Spontannystagmus, Optokinetik usw.
Test	Untersuchungsschritt
Testkonfiguration	Festlegung eines Testablaufs. Die Konfiguration legt u.a. fest: - Welche Untersuchung wird durchgeführt - Welche Kanäle werden aufgezeichnet - Welche Kanäle werden dargestellt - Welche Stimulatoren werden mit welchen Einstellungen verwendet - Welche Auswertungen werden auf welche Kanäle angewendet - Welche Normwerte werden angewendet
Protokoll	Liste mit Tests. Für eine Untersuchung können Tests von einem oder mehreren Protokollen verwendet werden
Session	Gesamte Untersuchung eines Patienten an einem Termin
Nystagmus	Augenbewegungen mit einer langsamen und einer schnellen Phase, die durch einen visuellen oder vestibulären Reiz hervorgerufen wird oder spontan aufgrund einer Erkrankung auftritt.
Sakkade	Horizontale oder vertikale Sprungbewegungen des Auges.
SCV	Slow Component Velocity, die Geschwindigkeit der langsamen Phase des Nystagmus.
FCV	Fast Component Velocity, die Geschwindigkeit der schnellen Phase des Nystagmus.
ENG	Electro NystagmoGraphy, Erfassung der Augenbewegung mittels Elektroden, die rechts und links (horizontaler Kanal) bzw. oberhalb und unterhalb des Auges (vertikaler Kanal) gesetzt werden.
VOG	Video OculoGraphy, Registrierung der Augenbewegung mit Videokameras.

Tabelle 4.3: Häufig verwendete Begriffe und Abkürzungen

5. Ein- und Ausschalten des VESTAR 300 Systems

5.1 Einschalten des Systems

Zum Betrieb des VESTAR 300 müssen alle Einheiten eingeschaltet werden. Dies sind:

- Hauptsteuerung
- PC
- Monitor
- Drucker
- Visueller Stimulator
- Videoprojektor

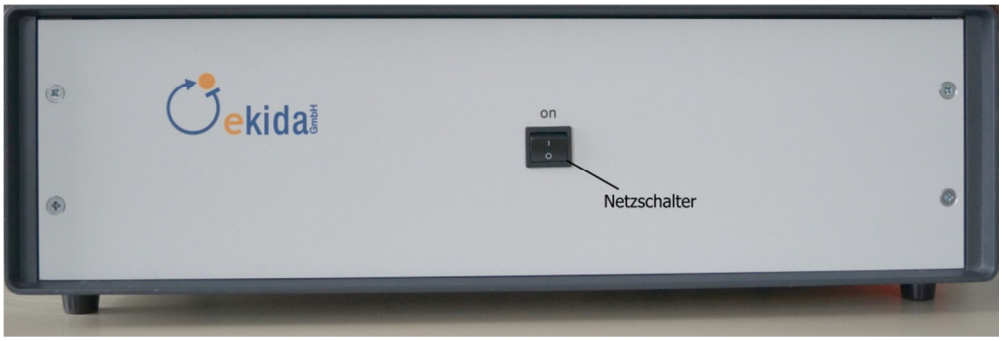


Abb. 5.1 Steuereinheit

Alle Einheiten werden über die Steuereinheit eingeschaltet (Abb. 5.1). Schalten Sie deshalb zunächst die Steuereinheit am Netzschalter ein, dann den visuellen Stimulator (Abb. 3.2), den PC (Abb. 3.1) sowie den Videoprojektor (mit der Fernsteuerung).

Beachten Sie:

Beim Einschalten des Systems darf der Patient/die Patientin weder an die Elektroden angeschlossen sein noch darf er/sie auf dem Drehstuhl sitzen.

Dies ist eine Vorsichtsmaßnahme, da ein möglicher Defekt, auch wenn er ausgesprochen selten ist, meist beim Einschalten auftritt. (Sie kennen sicher den Effekt, dass eine Glühbirne meist beim Einschalten und nicht während des Betriebs durchbrennt)

Sofern der Patient wie vorgeschrieben auf dem Drehstuhl angeschnallt ist, besteht zwar keine unmittelbare Gefährdung des Patienten, allerdings kann ein Defekt eine Fehlfunktion auslösen, z. B. ein kräftiger Rück es Drehstuhls, die der Patient als sehr unangenehm empfinden kann.

Beachten Sie:

Um die Sicherheit des Patienten/der Patientin zu gewährleisten, muss er/sie immer auf dem Sitz des Drehstuhls angeschnallt sein.

5.2 Ausschalten des Systems

Sobald Sie das Programm BalanceLab beendet haben, können Sie das System ausschalten. Der visuelle Stimulator ist bereits beim Beenden des BalanceLab - Programms durch die Software ausgeschaltet worden.

Bevor Sie nun das Gerät am Netzschalter der Steuereinheit ausschalten, schalten Sie bitte den Videoprojektor mit der Fernsteuerung aus; er schaltet allerdings erst dann endgültig ab, wenn die Projektionslampe ausreichend abgekühlt ist. Lüftergeräusche nach dem Ausschalten mit der Fernbedienung sind deshalb normal.

Fahren Sie nun den PC herunter. Klicken Sie hierzu auf das Windows-Symbol in der linken unteren Ecke des Monitors. Wählen Sie **herunterfahren** und bestätigen mit einem Maus-Klick. Nun fährt der PC herunter und schaltet seine Spannungsversorgung automatisch ab. Sobald der Monitor dunkel wird, ist dieser Vorgang abgeschlossen. Jetzt können Sie das System am Netzschalter der Steuereinheit ausschalten.

Monitor und Drucker können beim Ausschalten des Gerätes immer eingeschaltet bleiben, sie sind dann beim Einschalten des Gerätes sofort betriebsbereit.

6. Das BalanceLab-Programm

6.1. Starten des BalanceLab Programms

Klicken Sie auf das BalanceLab Symbol (Doppelklick mit der linken Maustaste). BalanceLab startet und überprüft, ob alle Einheiten ansprechbar sind.

Vergewissern Sie sich, dass sich der Drehstuhl frei bewegen kann und niemand durch die Drehstuhlbewegung gefährdet ist.

Der Drehstuhl fährt in die Nullposition und auf dem Monitor erscheint der Eröffnungsbildschirm mit der Patientenverwaltung.

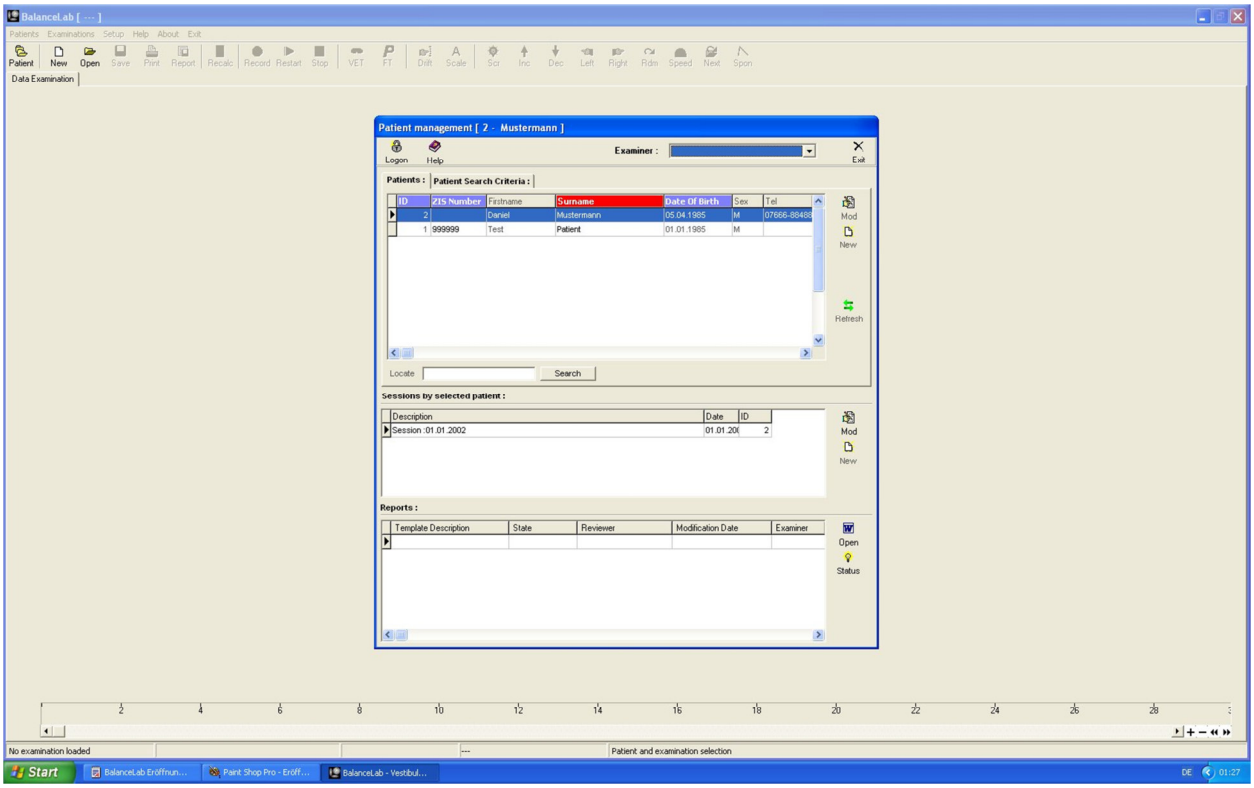


Abb. 6.1 Eröffnungsbildschirm

6.2 Patientenverwaltung

6.2.1 Benutzerregistierung

Bevor Sie eine Untersuchung durchführen, müssen Sie die Patientendaten eingeben und sich als Untersucher registrieren.

Abb. 6.2 zeigt die Patientenverwaltung.

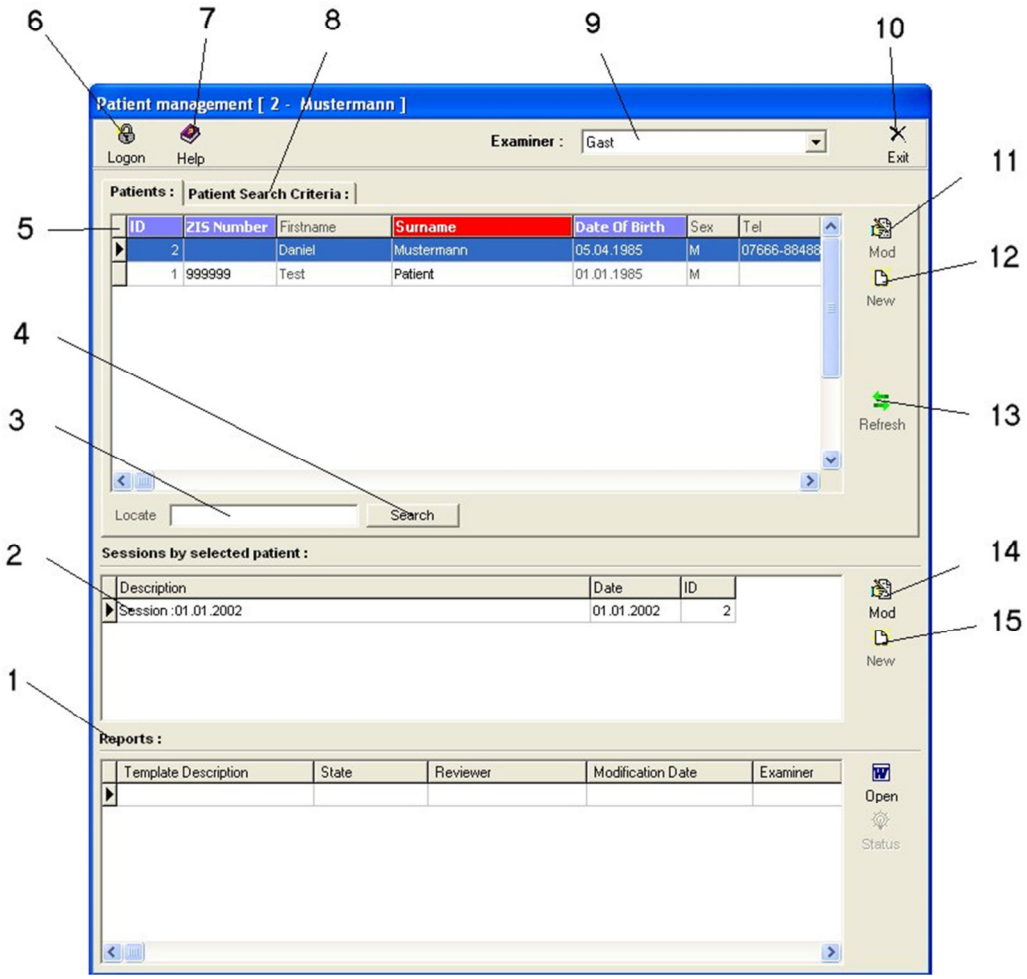
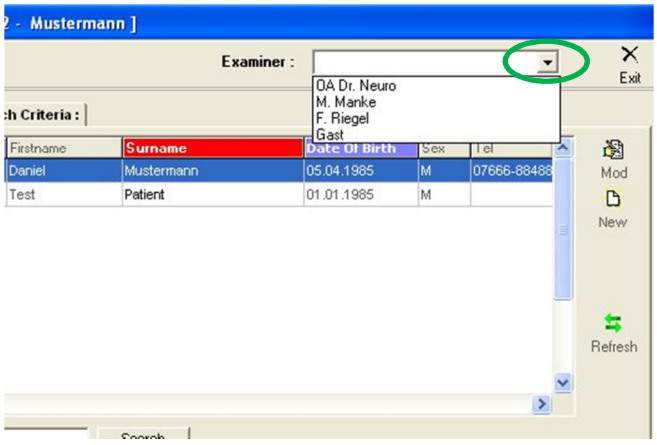


Abb. 6.2 Patientenverwaltung



Zur Registrierung Klicken Sie auf das Dreieck rechts neben dem Feld **Examiner**. Es erscheint eine Liste aller in Ihrem Hause registrierten Benutzer (Beispiel in Abb. 6.3).

Abb. 6.3: Beispiel registrierter Benutzer

Tabelle 6.4 gibt Ihnen eine Übersicht über die einzelnen Felder des Patientenmenüs. Die Zahlen in Abb. 6.2 finden Sie als **Lfd. Nr.** in dieser Tabelle wieder. Auf diese Zahlen beziehen sich auch die Erläuterungen im Text. Die Zahlen sind in dann Klammern gesetzt, z.B. (5).

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Funktion
1	Reports	In diesem Menü sind die zu dieser Session gehörenden Reports gelistet.
2	Session	Liste der einzelnen Untersuchungstermine (Sessions). Zu jedem dieser Untersuchungstermine fanden diverse Tests (Untersuchungsschritte, Einzelmessungen) statt. Eine Liste der durchgeführten Tests erhalten Sie, wenn Sie durch Klicken auf eine Session diese anwählen und anschließend einen Doppelklick darauf ausführen bzw. „Mod“ anklicken (siehe Lfd. Nr. 14)
3	Locate-Feld	Suchfeld. 6
4	Search	Starten der Suche
5	Patientenliste	Liste aller Patienten
6	Logon	Zugang zu Funktionen des Administrators. Dieser Zugang ist Passwort-gesichert. Siehe Abschnitt 8
7	Help	Hilfe, Aufruf der Gebrauchsanleitung durch Klicken auf dieses Feld.
8	Patient Search Criteria	Öffnet ein Menü, in das Suchkriterien eingegeben werden können. Diese Suche bezieht sich Wörter in der Anamnese . Damit ist es möglich, Patienten mit gleichem Krankheitsbild zu selektieren z.B. als Grundlage für wissenschaftliche Veröffentlichungen.
9	Examiner	Untersucher
10	Exit	Beenden des BalanceLab Programms
11	Mod	Patientenmenü des angewählten Patienten (blau hinterlegt) aufrufen
12	New	Neuen Patienten anlegen
13	Refresh	Patientenliste neu laden
14	Mod	Liste der Tests in der angewählten Session (blau hinterlegt) aufrufen
15	New	Neue Session beginnen

Tabelle 6.4: Menüpunkte der Patientenverwaltung

6.2.2 Anlegen eines Patienten

Meistens kommt der Patient / die Patientin zum ersten Mal zu einer Nystagmographieuntersuchung. Die Patientendaten sind dann nicht im VESTAR-System gespeichert.

Zur Eingabe eines Patienten / einer Patientin sählen Sie den Punkt **New** (Abb. 6.2 (12)). Es erscheint der folgende Bildschirm.

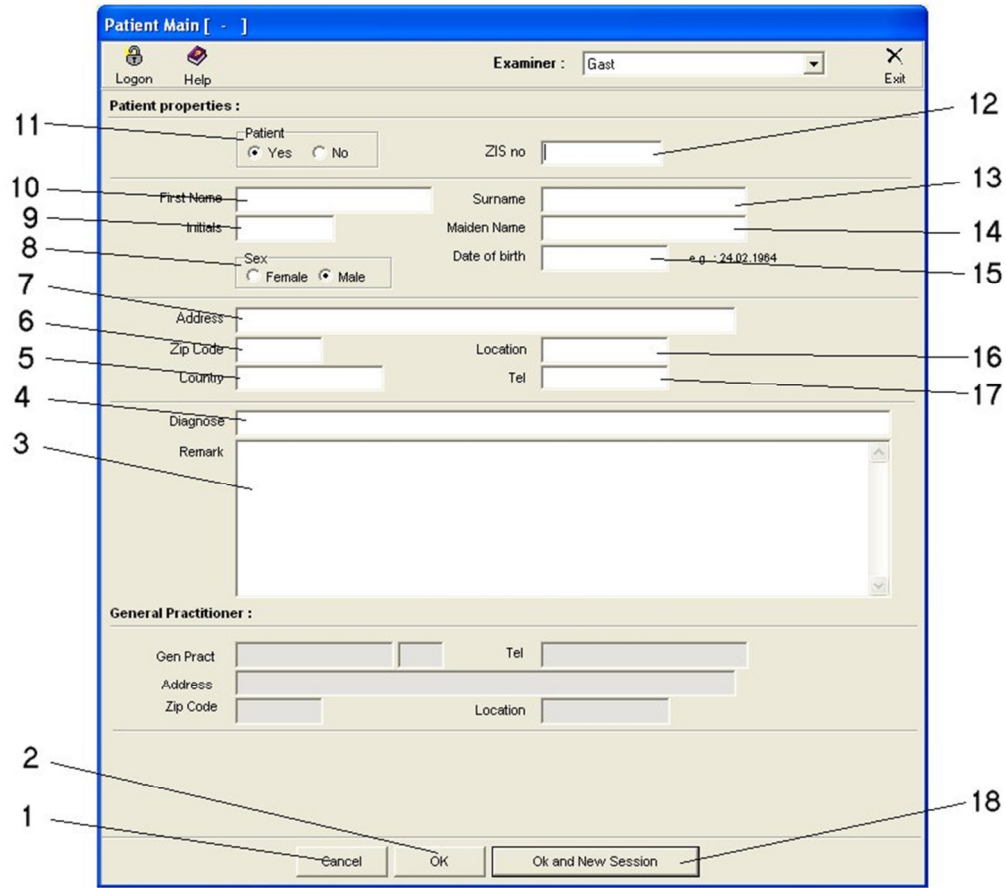


Abb 6.4: Eingabemenü Patientendaten

Die Felder des Patientenmenüs im Einzelnen:

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Funktion
1	Cancel	Menü verlassen ohne die eingegebenen Daten zu speichern
2	OK	Eingegebene Daten speichern und zurück zur Patientenliste
3	Remark	Eingabefeld Bemerkungen
4	Diagnose	Eingabefeld Diagnose
5	Country	Landeszugehörigkeit des Patienten/der Patientin
6	Zip Code	Postleitzahl des Patienten-Wohnorts
7	Address	Adresse, Straße und Hausnummer des Patienten-Wohnorts
8	Sex	Geschlecht des Patienten, Female = weiblich, Male = männlich
9	Initials	Patienten-Kürzel
10	First Name	Vorname
11	Patient	Patient? Yes = ja, No = nein, Bei „No“ vergibt BalanceLab eine fortlaufende ZIS no, die mit P beginnt. So können SieMessungen mit Patienten von Messungen, z.B. in der Forschung, unterscheiden.
12	ZIS no	Patientenkennung der Klinik, frei wählbar
13	Surname	Patienten- Nachname
14	Maiden Name	Mädchenname des Patienten/der Patientin
15	Date of birth	Geburtsdatum
16	Location	Patienten-Wohnort
17	Tel	Telefonnummer des Patienten/der Patientin
18	Ok and new Session	Eingegebene Daten speichern und weiter zu Sessiondetails

Tabelle 6.5: Menüpunkte Eingabebildschirm Patientendaten

6.2.3 Auswahl eines bereits registierten Patienten / einer bereits registrierten Patientin

War der Patient/die Patientin schon einmal zu einer Untersuchung, so wählen Sie Ihn aus der Patientenliste aus. Als Suchhilfe stehen Ihnen eine Sortierfunktion und ein Suchfenster (Abb. 6.2, (3)) zur Verfügung. Sie können den Patienten/die Patientin nach

- **ID** (Patienten-Idemtifikationsnummer des Systems)
- **ZIS Number** (Patientenkennung der Klinik)
- **Surname** (Nachname)
- **Date of Birth** (Geburtsdatum)

suchen. Klicken Sie hierzu auf das entsprechende Feld. Das angewählte Feld ist nun rot hinterlegt und die Daten dieses Feld sind aufsteigend (von A-Z) sortiert. Die Suche können Sie weiter einschränken, indem Sie in das Suchfeld (3) den Anfang oder den gesamten Suchbegriff eintragen. Haben Sie z.B. die Spalte **Surname** angewählt, so tragen Sie den Anfang oder den gesamten Nachnamen des gesuchten Patienten/ der gesuchten Patientin ein. In der Patientenliste erscheinen nun alle Patienten/ Patientinnen, die dem Suchbegriff entsprechen.

6.2.4 Eingabe der Anamnese

Nachdem die Daten des Patienten / der Patientin eingegeben bzw. ausgewählt wurden, kann die Untersuchung gestartet werden. Klicken Sie hierzu auf **Ok and New Session** (Abb. 6.4, (18)).

Es erscheint das Menü zur Eingabe der Anamnese (Abb. 6.5).

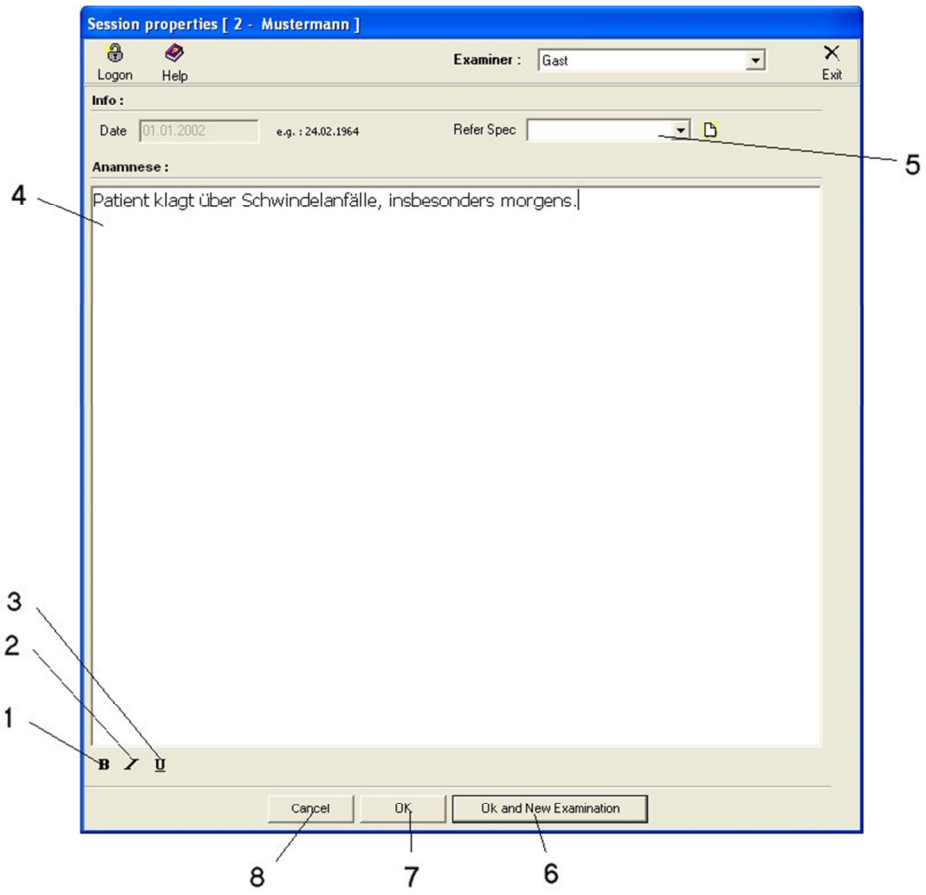


Abb. 6.5: Eingabe Anamnese

Die Felder der Anamnese im Einzelnen:

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Funktion
1	B	Fettschrift markierter Worte/Abschnitte
2	*I*	Kursiv-Schrift markierter Worte/Abschnitte
3	U	Unterstreichen markierter Worte/Abschnitte
4	Anamnese	Eingabefenster für die Anamnese
5	Refer Spec	Details zu ggf. zu einem Gutachter
6	Cancel	Verlassen des Menüs ohne speichern, zurück zum vorhergehenden Menü
7	OK	Speichern der Eingabe und zurück zum vohergehenden Menü
8	Ok and New Examination	Weiter zur Liste der Tests (Untersuchungsschritte)

Tabelle 6.6: Menüpunkte Bildschirm Anamnese

Eine Eingabe der Anamnese wird empfohlen, ist jedoch nicht zwingend für die Durchführung der Untersuchung erforderlich.

Mit **Ok and New Examination** gelangen Sie in die Liste der Untersuchungsschritte (Tests), Abb. 6.6.

6.3 Vorbereiten der Messung

Bevor Sie eine Untersuchung starten, legen Sie dem Patienten / der Patientin die Elektroden an (Aufnahme mit den ENG-Verstärkern) oder setzen dem Patienten die VOG-Brille auf (Aufnahme mit der VOG-Brille (Option)). Danach müssen Sie das System kalibrieren. Dies erfolgt über die Untersuchungsschritte **Kalibrierung horizontal** und **Kalibrierung vertikal**. Wird die Kalibrierung nicht oder nicht erfolgreich durchgeführt, gibt das System die Meldung **System not Calibrated** beim Start eines Untersuchungsprogramms aus.

6.3.1 Anlegen der ENG-Elektroden

Bei der Untersuchung mittels ENG-Verstärkern gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Elektroden zu platzieren. Standardmäßig wird VESTAR 300 mit vier Verstärkerkanälen ausgeliefert. Die Platzierung der Elektroden für eine 2-Kanal-Ableitung ist in Abb. 5.1 dargestellt. Hierbei ist der horizontale Kanal auf dem Verstärker mit Kanal 1 und der vertikale Kanal mit Kanal 2 bezeichnet.

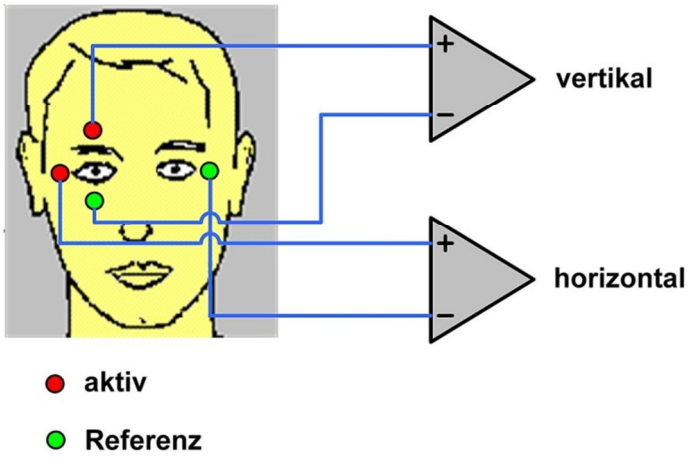


Abb. 6.6: 2-Kanal-Ableitung

Bei einer 4-Kanal-Ableitung können Sie die horizontalen und vertikalen Augenbewegungen für beide Augen getrennt messen. Abb. 6.7 zeigt die Position der Elektroden einer 4-Kanal Ableitung. Dargestellt ist die Beschaltung der Verstärker für das rechte Auge. Oft wird nur ein vertikaler Kanal benötigt. Dann entfällt der vierte Kanal.

Die Zuordnung zu den Verstärkern ist für die 4-Kanal-Anordnung so definiert:

Kanal 1 => Rechtes Auge horizontal

Kanal 2 => Rechtes Auge vertikal

Kanal 3 => Linkes Auge horizontal

Kanal 4 => Linkes Auge vertikal

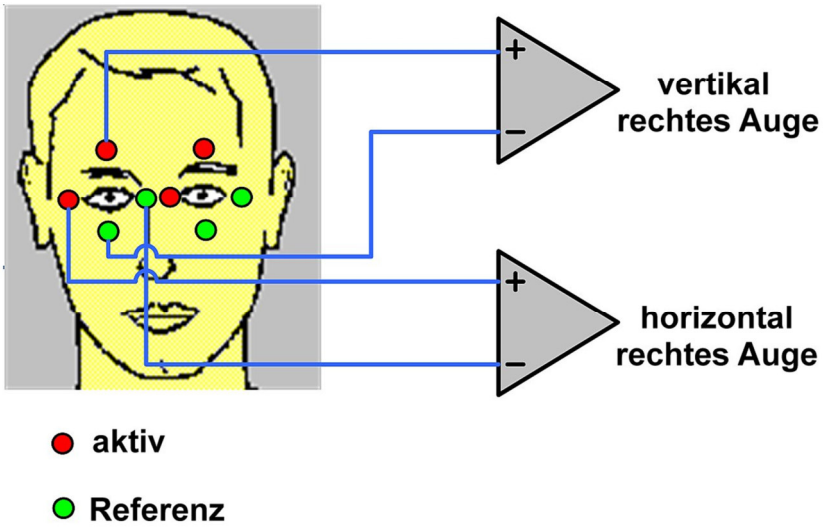


Abb. 6.7: 4-Kanal-Ableitung

6.3.2 Hinweise zur zuverlässigen Ableitung

Um eine einwandfreie Ableitung sicherzustellen, beachten Sie Folgendes:

- Bevor Sie die Elektroden anlegen, entfetten Sie die Haut an den Stellen, an denen die Elektroden gesetzt werden sollen, mit Alkohol. Rauen Sie die Haut mit einer Aufraupaste auf.
- Als Ableitelektroden verwenden Sie Silber/Silberchlorid-Elektroden (Ag/AgCl-Elektroden).
- Nach dem Anlegen der Elektroden sollten Sie fünf bis zehn Minuten bis zur Untersuchung warten (zur Verminderung der Signaldrift).
- Führen Sie die Untersuchung im abgedunkelten Raum durch und stellen Sie sicher, dass der Patient sich an die Dunkelheit gewöhnt hat. Kommt der Patient aus einer sehr hellen Umgebung, ist es erforderlich, mindestens 15, besser 20 Minuten zu warten, bevor Sie die Kalibrierung durchführen.
- Vermeiden Sie starke Helligkeitsunterschiede während der Messung. Dies bedeutet auch, dass Sie keinesfalls in einem sehr hellen Raum die Kalibration durchführen und dann den Patienten während der Messung bitten, die Augen zu schließen. Dies hat erhebliche Messfehler zur Folge!
- Nach dem Anlegen der Elektroden messen Sie die Elektrodenimpedanz und achten auf niedrige Impedanzen, siehe Abschnitt 6.5

6.4 Auswahl und Start einer Untersuchung

Nachdem Sie **Ok** and **new examination** angewählt haben, erscheint der Bildschirm mit einer Liste der zur Verfügung stehenden Untersuchungen (Abb. 6.8 (1)).

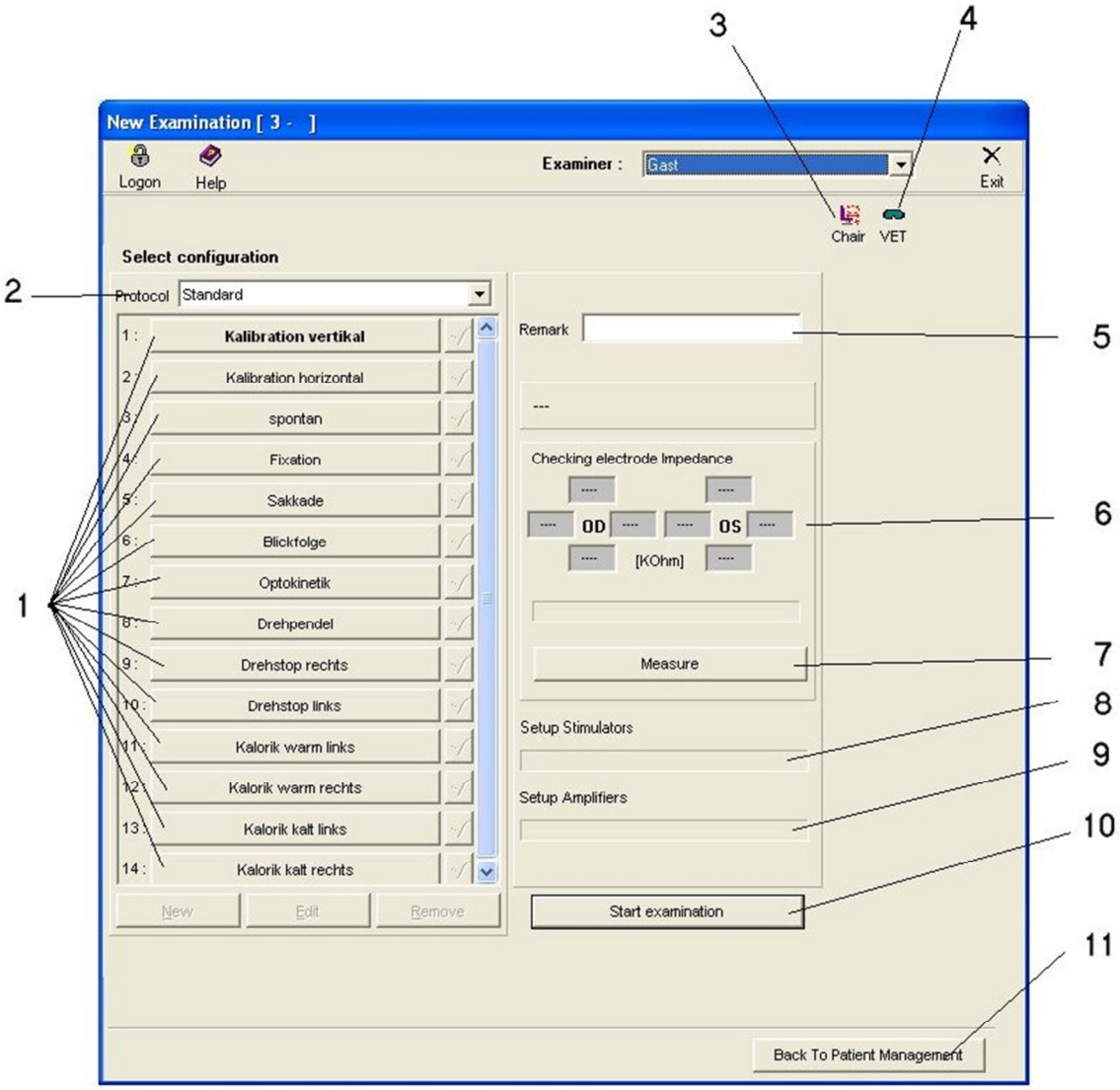


Abb. 6.8: Bildschirm mit der Liste der zur Verfügung stehenden Untersuchungen

BalanceLab kann mehrere solcher Listen (Protokolle) verwalten. Sie werden unter **Protocol** (Abb. 6.9 (2)) ausgewählt (Dreieck auf der rechten Seite des Anzeigenfelds anklicken). Während eines Untersuchungsablaufs ist es möglich, Untersuchungen aus verschiedenen Protokollen zu verwenden. Die Reihenfolge der Untersuchungen kann beliebig gewählt werden. Vor einem Untersuchungsablauf muss jedoch in jedem Fall eine Kalibration durchgeführt werden. Das gleiche gilt, wenn Untersuchungen aus einem anderen Protokoll aus einem anderen Protokoll ausgewählt werden.

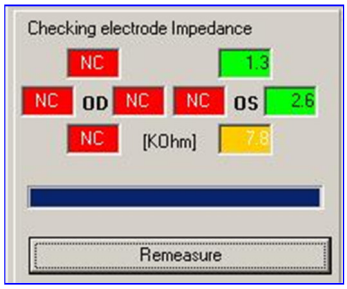
Untersuchungen sind nur dann zuverlässig, wenn **zuvor** eine Kalibration durchgeführt wird. Die Kalibrationswerte gelten für alle folgenden Messungen **dieses** Patienten / **dieser** Patientin in **dieser** Session und in diesem Protokoll. Sie gelten bis zur nächsten Kalibration in dieser Session!

Eine nachträgliche Kalibration ist nicht möglich.

Messen Sie auch die Elektrodenimpedanz vor der ersten Messung.

Nur niedrige Elektrodenimpedanzen gewährleisten eine störungsfreie Messung.

Klicken Sie hierzu auf **Measure** (Abb. 6.8 (7)). Die Impedanz wird wie in Abbildung 6.9 dargestellt angezeigt. Ist eine oder sind mehrere Impedanzen zu hoch, so müssen sie verbessert werden. Anschließend klicken Sie auf **Remeasure** (Abb. 6.9), um die Impedanzen noch einmal zu messen.



Impedanzen kleiner als 5 kOhm sind grün, Impedanzen zwischen 5 und 20 kOhm gelb und Impedanzen größer als 20 kOhm rot hinterlegt. Impedanzen unterhalb von 5 kOhm sind anzustreben, jedoch sind auch Messungen bei Impedanzen zwischen 5 und 20 kOhm möglich. Impedanzen oberhalb von 20 kOhm sollten Sie vermeiden.

Sie können Impedanzen verbessern, indem Sie die Haut unterhalb der Elektrode mit Aufraupaste aufrauen und die Elektrode dann neu kleben.

Abb. 6.9: Anzeige der Elektrodenimpedanz

Wählen Sie nun die gewünschte Untersuchung durch Anklicken des entsprechenden Feldes. Die Schrift dieses Feldes wechselt zu Fettschrift. Klicken Sie anschließend auf **Start Examination** (Abb. 6.8 (10). BalanceLab programmiert jetzt die Stimulatoren und die Verstärker, wie Sie in den Untersuchungs-programmen definiert sind. Diesen Vorgang erkennen Sie an den Fortschrittsbalken (Abb. 6.8 (8) und (9). Schließlich erscheint der Aufnahmebildschirm, wie er für die einzelnen Messungen benötigt wird.

Sobald eine Messung abgeschlossen ist, markiert BalanceLab diese Messung mit einem grünen Haken (siehe Abb. 6.10).

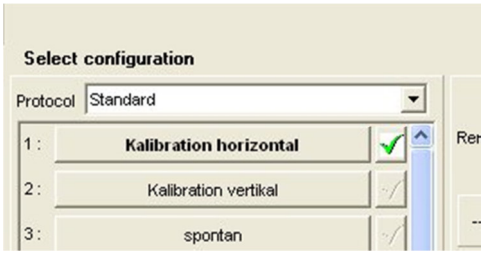


Abb. 6.10: Die durchgeführte Messung erhält einen grünen Haken

Die weiteren Felder des Untersuchungsbildschirms:

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Funktion
1	Tests	Die einzelnen Untersuchungsschritte
2	Protocol	Untersuchungsliste (Untersuchungsprotokoll)
3	Chair	Positionieren des Drehstuhls (nur Nydiak 200)
4	VET	Menü zum Einstellen der VOG-Brille
5	Remark	Feld zum Eingeben von Bemerkungen bezogen auf diese Untersuchung
6	Checking Electrode Impedance	Anzeige der Elektrodenimpedanzen während und nach der Impedanzmessung
7	Measure	Button zum Starten der Impedanzmessung
8	Setup Stimulator	Fortschrittsbalken – nach Starten der Messung zeigt er an, wie weit die Einstellung der Stimulatoren fortgeschritten ist
9	Setup Amplifier	Fortschrittsbalken – nach Starten der Messung zeigt er an, wie weit die Einstellung der Verstärker fortgeschritten ist
10	Start Examination	Starten der angewählten Untersuchung

Tabelle 6.7: Funktionen des Untersuchungsbildschirms

6.5 Durchführen einer Untersuchung

Wenn eine Untersuchung durch Anklicken der Schaltfläche **Start Examination** gestartet wurde, erscheinen die gemessenen Signale entsprechend der Konfiguration der Untersuchung auf dem Bildschirm. Achtung: Zu diesem Zeitpunkt werden noch keine Signale aufgenommen! Sie erkennen dies auch an dem Wort **Preview** (Vorschau) im Hintergrund des Signalbildschirms. Diese Signalvorschau erlaubt es Ihnen, die Qualität der Signale zu überprüfen. Wird für die Untersuchung ein visueller Stimulator benötigt, so projiziert er bereits jetzt das gewünschte Muster. Alle anderen Stimulatoren, insbesondere der Drehstuhl, werden erst dann gestartet, wenn die Signale aufgenommen werden.

6.5.1. Darstellung der Signale

Während der Aufnahme stellt BalanceLab die Signale so dar, wie sie in der Untersuchungskonfiguration definiert worden sind (siehe Abb. 6.11)

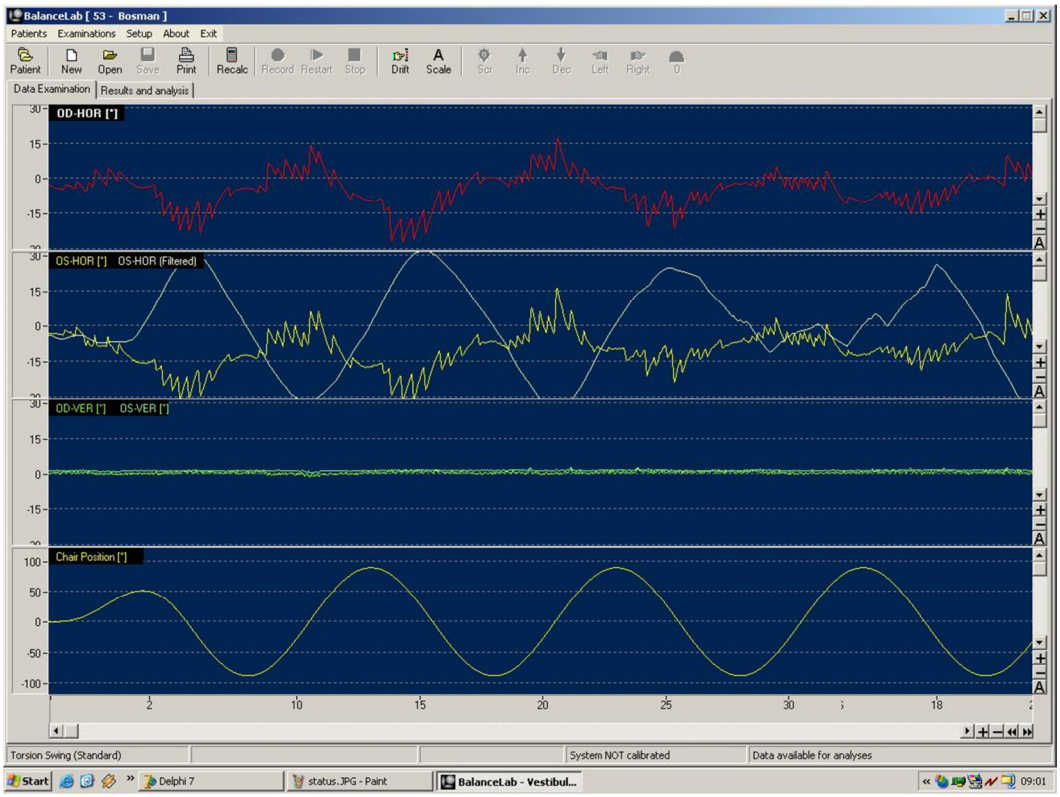
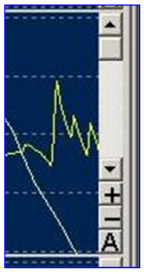


Abb. 6.11: Anzeige der Signale bei einer Untersuchung

Zu jedem Kanal erscheinen auf der linken Seite die Skalierung und auf der rechten Seite einige Bedienknöpfe. In der linken oberen Ecke des jeweils dargestellten Kanals sehen Sie die Bezeichnung des Kanals und die Einheit der Skalierung z. B. **Grad, Grad pro Sekunde** etc.



Mit den Schaltflächen auf der rechten Seite können Sie die Darstellung des Signals verkleinern (Schaltfläche **[-]**) oder vergrößern, (Schaltfläche **[+]**). Wenn Sie die Schaltfläche **[A]** betätigen, skaliert BalanceLab automatisch. Unterhalb des Signalbildschirms sind die Zeitachse und ihre Skalierung zu sehen. Nach dem Start der Aufnahme zeigt das System den Anteil der abgelaufenen Zeit der Untersuchung an.

Abb. 6.12: Schaltflächen zur vertikalen Skalierung

Während und nach der Aufnahme kann die Skalierung der Zeitachse mittels der **[+]** - und **[-]** Schaltflächen unterhalb der Zeitachse (siehe Abb. 6.13.) verändert werden. Die Schaltflächen **[<<]** und **[>>]** sind erst nach der Aufnahme aktiv. Damit können Sie durch die Aufnahme scrollen.

Abb. 6.13: Schaltflächen zur horizontalen Skalierung

Sowohl die horizontale als auch die vertikale Achse haben verschiedene Scrollbalken. Diese sind erst nach der Aufnahme aktiv und können dazu benutzt werden, durch die Aufnahme zu scrollen.

Für den Fall, dass ein Augensignal in einem Kanal dargestellt wird (ENG oder VOG), stellt BalanceLab die horizontale und vertikale Achse in einem bestimmten Verhältnis zueinander ein: z.B. entspricht 1 cm horizontal einer Sekunde und 1 cm vertikal 10 Grad der Augenbewegung. Dieses Verhältnis kann verändert werden, indem Sie die **Strg**-Taste auf der Tastatur während der Skalierung drücken. Während der Kalibrierung ist dies jedoch nicht möglich.

Unterhalb der horizontalen Achse sehen Sie eine Statusleiste. (siehe Abb. 6.14.), die Informationen zur dargestellten Untersuchung wiedergibt. Dies sind:

- Name der Untersuchung (hier **Calibration Horizontal**), in Klammern dahinter der Name des Protokolls (hier **Standard**)
- Die verstrichene Zeit der Untersuchung (hier **3.5 sec**, also 3,5 Sekunden) sowie die maximale Dauer der Untersuchung in Klammern (hier **10 sec**)
- Anzeige der bereits vergangenen Zeit der Untersuchung als Prozentwert (hier **33%**)
- Anzeige, ob das System kalibriert wurde oder nicht (hier **System NOT calibrated**, also System nicht kalibriert)
- Status des Programms (hier **Recording in progress**, Aufnahme läuft) sowie zusätzliche Bedieninformationen (**hit <F2> to pause or <ESC> to stop**), drücken Sie die Taste F2 um die Aufnahme anzuhalten oder die ESC-Taste um die Aufnahme zu beenden)

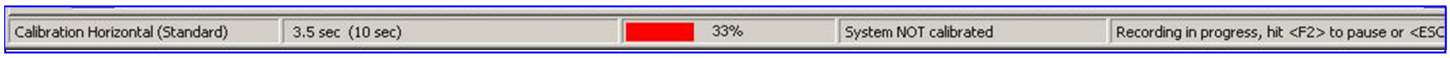


Abbildung 6.14: Statusleiste

6.5.2 Obere Menüleiste und weitere Schaltflächen

Während und nach einer Untersuchung sind verschiedene Menüpunkte und Schaltflächen aktiv. Abb. 6.16. zeigt einen Teil der oberen Menüleiste.

Weitere Buttons werden zu den jeweiligen Untersuchungen dargestellt und erklärt.

Abbildung 6.15: Menüleiste und Schaltfläche

Tabelle 6.8 beschreibt die Schaltflächen (Buttons) z.B.

und Menüpunkte, z.B. **Examinations**. Die Schaltflächen sind nicht immer aktiv. Dies hängt vom Status und der Art des Programms ab. Der Button

steht in Programmen wie einer Drehstuhluntersuchung oder der Kalorik nicht zur Verfügung. Das ist für diese Messungen nicht sinnvoll und würde zu falschen Ergebnissen führen.

Funktionen können sowohl über den Button als auch über Menüpunkte oder die Tastatur bedient werden. Ist eine solche Funktion auf der Tastatur verfügbar, wird dies in Tabelle 6.8 angegeben

Schalt-fläche	Menüpunkt (Unterpunkt)	Funktions-taste	Beschreibung
	Patients (select)	F1	Wechselt zur Patientenverwaltung, siehe Abb. 5.2
	Examinations (New)		Wechselt zum Bildschirm, in dem eine neue Untersuchung gestartet werden kann, siehe Abb. 5.6
	Examinations (Select)		Zeigt vorangegangene Untersuchungen des ausgewählten Patienten an. Diese Untersuchungen können ausgewählt und angesehen werden.
		F9	Speichert die aktuelle Untersuchung
	Examinations (Print)	F7	Druckt den aktuellen Bildschirm aus.
	Examinations (Recalculate)	F5	Führt die Analyse der Daten mit den vorgegebenen Parametern durch. Die Analyseparameter können nur nach anwählen des Buttons **LOGON** und Eingabe des Passwortes geändert werden.
		F10	Start der aktuellen Aufnahme der Signale.
		F2	Neustart der Aufnahme: Alle aufgenommenen Signale werden gelöscht und die Aufnahme wird neu gestartet.
		Esc	Beenden der Aufnahme.
		F8	Alle in dieser Untersuchungskonfiguration ausgewählten ENG-Signale werden auf Null gesetzt.
			Einstellung der VOG-Videobrille.
			Die vertikale Skalierung aller angezeigten Signale wird so eingestellt, dass alle Teile der Signale sichtbar sind.
		F3	Fügt eine Textmarke während der Aufnahme ein (siehe Abschnitt 6.4.3.).
		F11	Schaltet zum Drehstuhl-Positionier-Menü um.
	About		Informationen zum BalanceLab System.
	Exit		Verlassen des BalanceLab Programms.

Tabelle 6.8: Funktionen der oberen Menüleiste

Nach dem Anklicken der Schaltfläche **Record** startet die Aufnahme der Signale. Alle ausgewählten Stimulatoren werden gleichzeitig aktiviert. Die Schaltfläche **Record** ändert sich nun in **Pause**. Wenn diese Schaltfläche angeklickt wird, wird die Aufnahme des Signals unterbrochen. Während der Unterbrechung ändert diese Schaltfläche ihre Bezeichnung wieder in **Record**. Diese Schaltfläche ermöglicht es dem Untersucher, die Aufnahme zu starten, zu unterbrechen und wieder zu starten. Die Untersuchung wird durch Anklicken der Schaltfläche **Stop** beendet. Drehstuhl- und Kalorikprogramme können nicht unterbrochen sondern nur beendet werden.

Die Hintergrundfarbe der Signale ändert sich, sobald die Aufnahme gestartet wird. Sie wird wieder in die ursprüngliche Farbe des Vorlaufs (Preview) zurückgesetzt, sobald die Aufnahme unterbrochen oder beendet wird.

Die Schaltfläche **[Restart]** ist inaktiv, sobald ein Drehstuhl als Stimulator ausgewählt ist oder während einer kalorischen Untersuchung.

6.5.3 Einfügen von Textmarken

Textmarken können nach Drücken der Funktionstaste **F3** auf der Tastatur eingefügt werden. Es erscheint ein Feld, in das der Untersucher Text eingibt. Nach der Aufnahme erscheint dieser Text unterhalb des Signals zu dem Zeitpunkt, an dem **F3** gedrückt wurde.

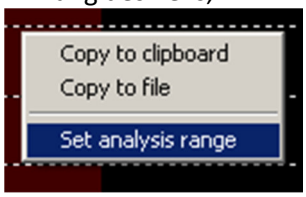
6.6 Auswertung der Daten

Nach einer Untersuchung führt BalanceLab automatisch die vorgegebenen Analysen durch. Die Ergebnisse dieser Analysen sehen Sie auf dem Bildschirm **Results and analysis**. Die aufgenommenen Signale zeigt der Bildschirm **Data Examination.**

Abbildung 6.16: Registerkarten Data Examination und Result and Analysis.

Die Analysen, die automatisch durchgeführt werden, können auch vom Untersucher durchgeführt werden. Eine Beschreibung der Analysen finden Sie in der Beschreibung der Untersuchungsprogramme.

BalanceLab analysiert die Daten der kompletten Untersuchung. Analysen können jedoch auch auf einen Bereich der Untersuchung begrenzt werden. Hierzu führen Sie den Mauszeiger auf den Anfang des Teils, den Sie analysieren möchten. Drücken Sie die **Strg**-Taste der Tastatur und dann die linke Maustaste. Halten Sie die **Strg**-Taste und den Mausknopf gedrückt und bewegen den Cursor bis zum Ende der Sektion, die Sie analysieren möchten. Lassen die nun Maustaste los. Der Analysebereich ist nun farblich markiert und es erscheint ein Menü, in dem der Analysebereich gesetzt werden kann. Wenn Sie auf die Schaltfläche **Set analysis range** klicken, führt BalanceLab die Analyse für den ausgewählten Bereich durch.



Der markierte Bereich kann auch in ein Textprogramm (mit **copy to file**) oder in die Windows-Zwischenablage (**copy to clipboard**) übertragen werden. Aus der Zwischenablage steht die Grafik für Programme wie Word oder Bildverarbeitungsprogrammen zur Verfügung.

6.7 Auswählen von zuvor aufgenommenen Untersuchungen

Nachdem der Patient ausgewählt wurde (Abschnitt 6.2.), kann von diesem Patienten eine zuvor aufgenommene Untersuchung ausgewählt und angezeigt werden. Dies erfolgt über das Anwählen einer Session (Doppelklick auf die Session (Abb. 6.2 (2)) oder Klick auf die Session und anschließend Klick auf Mod (Abb. 6.2 (14). Die Liste der durchgeführten Untersuchungen wird wie im folgenden Bildschirm angezeigt.

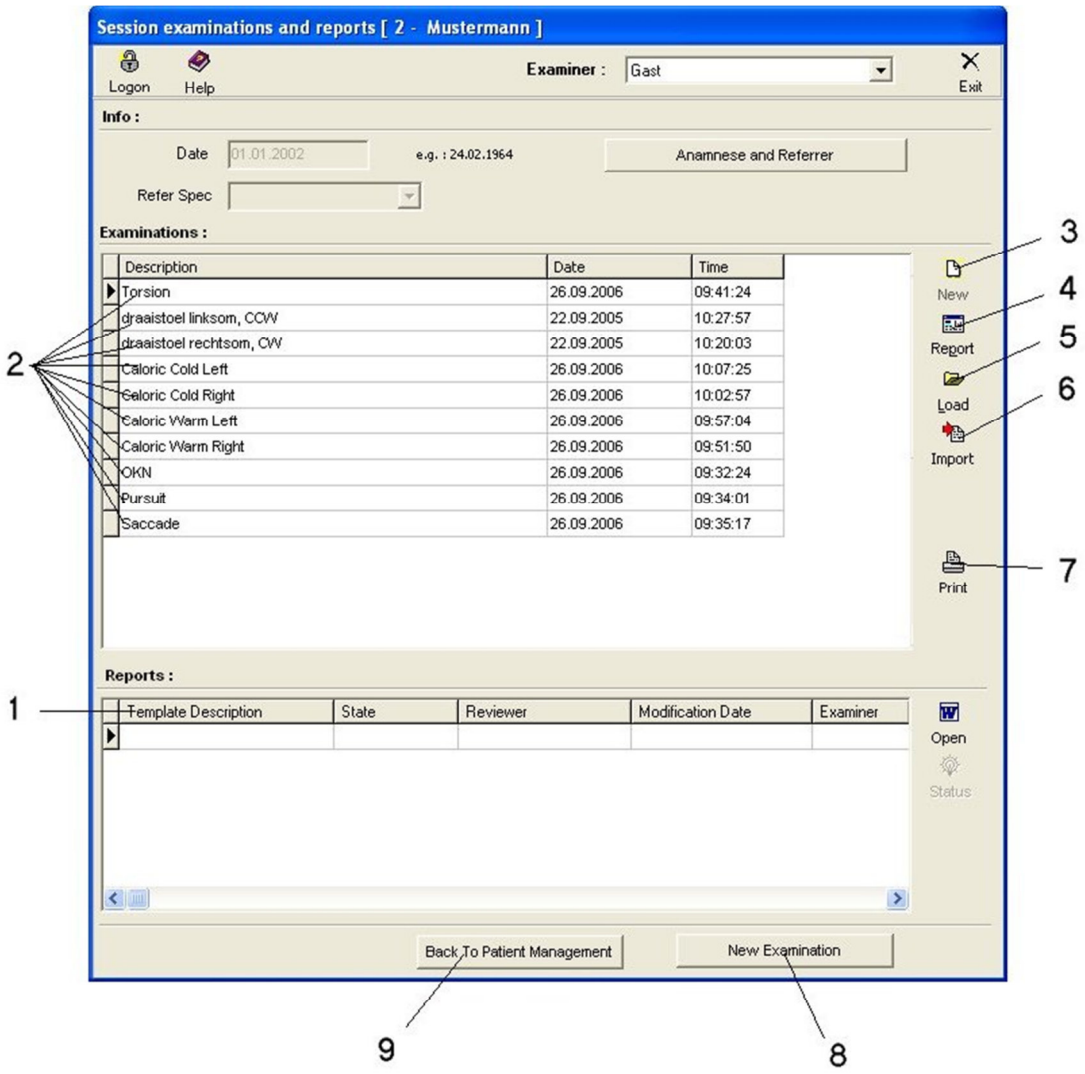


Abb. 6.18: Durchgeführte Untersuchungen

Durch Doppelklick auf eine Untersuchung oder Klick auf eine Untersuchung und anschließend auf **Load** wählen Sie die Untersuchung aus. Die Signale werden so dargestellt, wie sie während der Aufnahme angezeigt wurden. Untersuchungen, die zusammengehören, wie z.B. die vier Kalorik-Tests, können zusammen angewählt werden. Dies ist notwendig, wenn Sie das komplette Butterfly-Diagramm sehen möchten. Klicken Sie hierzu zunächst den ersten Test an, gehen dann mit dem Mauszeiger auf den nächsten Test und drücken die **Strg**-Taste auf Ihrer Tastatur während Sie den Test anklicken. Fahren Sie in gleicher Weise fort bis die gewünschten Test alle angewählt sind (erkennbar daran, dass sie blau hinterlegt sind) und klicken dann auf **Load**. Auf dem Bildschirm erscheint die angewählte Untersuchung gemäß Abb. 6.11.

6.8 Ausdrucken von Untersuchungen

BalanceLab besitzt 3 Druckoptionen.

- Ausdruck einer Messung
- Ausdruck der numerischen Daten mehrerer Messungen
- Untersuchungsreport

6.8.1 Ausdrucken einer Einzelmessung

Wenn eine Messung abgeschlossen ist, können Sie diese über den Button

ausdrucken. Auf dem Ausdruck erscheint die Grafik des Bildschirms **Results and Analysis** so, wie Sie sie auf dem Bildschirm sehen. Haben Sie z.B. die Skalierung der Grafik geändert, so wird dies in den Ausdruck übernommen. Das gleiche gilt für Messungen, die Sie aus der Liste der durchgeführten Untersuchungen ausgewählt haben.

6.8.2 Ausdrucken der numerischen Daten mehrerer Messungen

Im Bildschirm der durchgeführten Messungen (Abb. 6.17) finden Sie den Button (7).

Selektieren Sie die Messungen, dessen numerische Daten Sie drucken wollen, jeweils mit Strg + linker Maustaste. Klicken Sie anschließend auf den Print-Button zum Ausdrucken der Daten.

6.8.3 Untersuchungsreport

Mit diesem Ausdruck haben Sie die Möglichkeit, mehrere Messungen in einem zusammen-fassenden Report zusammenzustellen und auszudrucken. Der Report enthält neben den Patienten- und Klinikdaten ausgewählte Untersuchungsergebnisse in Tabellen und Grafiken. Der Report ist ein Microsoft-Word Dokument. Sie haben die Möglichkeit, dieses Dokument selbst zu gestalten, Ihr Logo einzutragen und eine Auswahl der Untersuchungsergebnisse zu treffen.

Die Grafiken für den Report fügen Sie über den Button im Analysebildschirm der durchgeführten Messung (Abb. 6.11) ein. Den Report

erstellen Sie, indem Sie in der Liste aller durchgeführten Messungen (Abb. 6.17) die gewünschten Messungen jeweils mit Strg + linker Maustaste anklicken und dann auf den Button **Report** (Abb. 6.17 (4)) klicken. Es öffnet sich das Programm Word mit allen selektierten Einträgen.

7. Untersuchungsprogramme

Die folgenden Abschnitte beschreiben die einzelnen Untersuchungsprogramme mit Informationen zu ihrer Durchführung, der Analyseund der Bildschirmdarstellung. Die Formeln zur Berechnung der Ergebnisse sind im Anhang B beschrieben.

Die voreingestellten Parameter haben sich in der Praxis bewährt. Dennoch sind sie nicht bindend. Es sind Anhaltswerte und können zum Teil von Klinik zu Klinik abweichen. Falls Sie andere Parameter verwenden möchten, z.B. andere Endgeschwindigkeiten beim Drehstopp, kann der ekida Kundendienst oder Mitarbeiter unserer autorisierten Händler, dies ändern.

Beachten Sie:

Nur erfahrene Anwender dürfen Programmabläufe, Auswerteparameter usw. ändern. Andernfalls kann die Auswertung zu falschen Ergebnissen führen.

Das BalanceLab Programm unterscheidet hierzu zwei Benutzer-Berechtigungen. Die Standard-berechtigung und die des Administrators. Die Standardberechtigung ist für die Verwendung des Systems in der täglichen Routine vorgesehen. Der Bediener kann aus einer Liste vordefinierter Untersuchungs-abläufe die benötigten Untersuchungen auswählen, Untersuchungen durchführen und die Daten auswerten. Für diese Untersuchungen ist es weder notwendig noch sinnvoll, Parameter oder ganze Abläufe zu ändern.

Administratoren hingegen haben die Möglichkeit, Programmabläufe und/oder einzelne Parameter zu ändern oder ganz neue Untersuchungsabläufe zu definieren.

Beachten Sie:

Dieser Benutzerlevel darf nur erfahrenen Untersuchern und/oder Systemadministratoren zugänglich gemacht werden, die die Folgen ihrer Eingriffe in den Untersuchungsablauf zuverlässig einschätzen können.

Die Zugangsberechtigung des Administrators ist Kennwort-gesichert. Geben Sie dieses Kennwort bitte nur an berechtigte Personen weiter.

7.1. Kalibration

Bevor ein Untersucher eine Sequenz von Untersuchungen durchführt, müssen alle Kanäle, die Augenbewegungen darstellen (entweder ENG oder VOG), kalibriert werden. Das bedeutet, dass BalanceLab die Beziehung zwischen der gemessenen Spannung am Auge (ENG) bzw. der Anzahl Pixel (VOG) zu einem Grad Augenbewegung darstellt.

Zur Kalibrierung muss nicht unbedingt ein visueller Stimulator benutzt werden (siehe Abschnitt 8.3.4).

In der Regel werden zwei verschieden Kalibrationen durchgeführt, Kalibration horizontal und Kalibration vertikal. Für die horizontale Kalibration werden Blicksprünge von +/- 20° ausgegeben, für die vertikale +/- 10°. Wir empfehlen die Kalibration mit **Sprung zu Mitte** durchzuführen. Das bedeutet, das der Lichtpunkt z.B. von +20° zurMitte, dann nach -20°, anschließend wieder zur Mitte, nach + 20° usw. springt. Hiermit lassen sich Fehler vermeiden, falls der Patient z.B. nur nach rechts ausreichend gut dem Lichtpunkt folgen kann.

Die Kalibration dauert in der Regel 20 Sekunden.

Nach einer Kalibrierung berechnet BalanceLab automatisch die entsprechenden Kalibrierparameter (Abb. 7.1. zeigt das Ergebnis einer Kalibrierung). Der Start und Endpunkt eines Blicksprungs wird durch zwei Marker dargestellt. Änderungen der automatisch gesetzten Parameter sind im Abschnitt 7.1.1 beschrieben. Alle Änderungen werden sofort automatisch berechnet und gehen in die Berechnung der Kalibrierparameter ein.

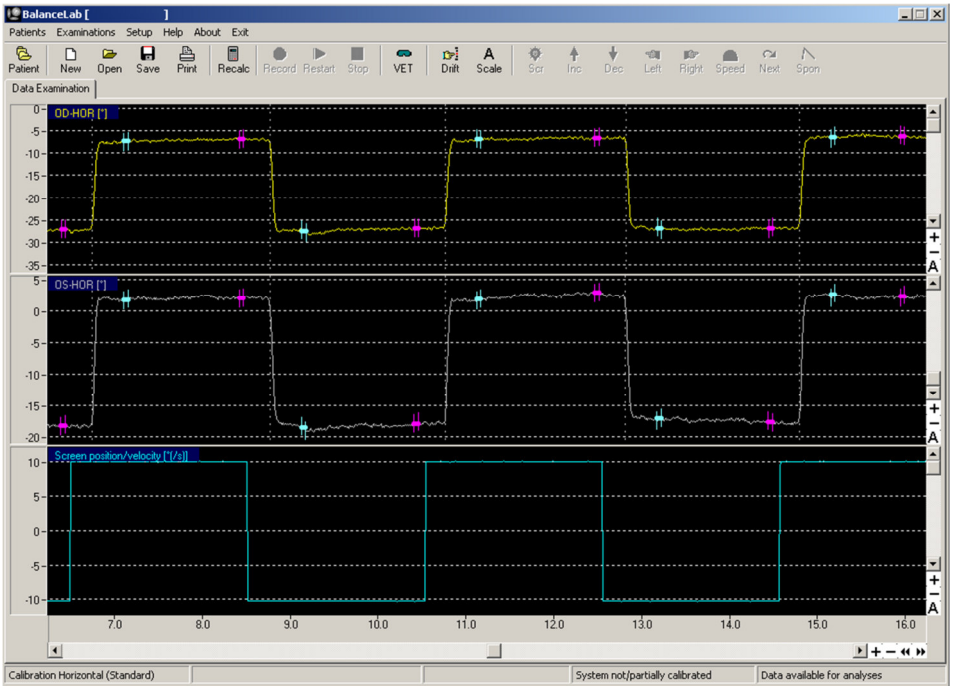


Abb. 7.1: Bildschirm nach einer Kalibration

7.1.1 Analyse der Kalibration

BalanceLab erkennt automatisch die Blicksprünge. Diese können jedoch manuell entfernt oder gesetzt werden. Um einen Blicksprung zu entfernen, wählen Sie einen Blicksprung mit einem Mausklick auf eine Markierung des Blicksprungs aus. Die Farbe der Markierung dieses Blicksprungs verändert sich, um die Auswahl anzuzeigen (siehe Abb. 7.2.). Wenn Sie nun die **Entf**-Taste auf der Tastatur drücken, wird der Blicksprung aus der Auswertung genommen. BalanceLab berechnet nun automatisch den Kalibrierwert aus den verbleibenden Blicksprüngen. Wichtig ist, dass Sie falsch markierte Blicksprünge in jedem Fall entfernen. Andernfalls kann dies zu erheblichen Kalibrierfehlern führen.

Beachten Sie:

Falsch berechnete Kalibrierwerte führen zu falschen Ergebnisse. Dies kann im Nachhinein nicht mehr geändert werden!

Ein Blicksprung kann auch eingefügt werden. Hierzu fahren Sie mit dem Mauszeiger auf den Beginn oder das Ende eines Blicksprungs, drücken die linke Maustaste, und ziehen den erscheinenden Balken bei gedrückter Maustaste auf das andere Niveau (siehe Abb. 7.2, rechte Abbildung). Der Blicksprung ist nun zu den Kalibrierwerten hinzugefügt worden und der Kalibrierwert wird automatisch neu berechnet.

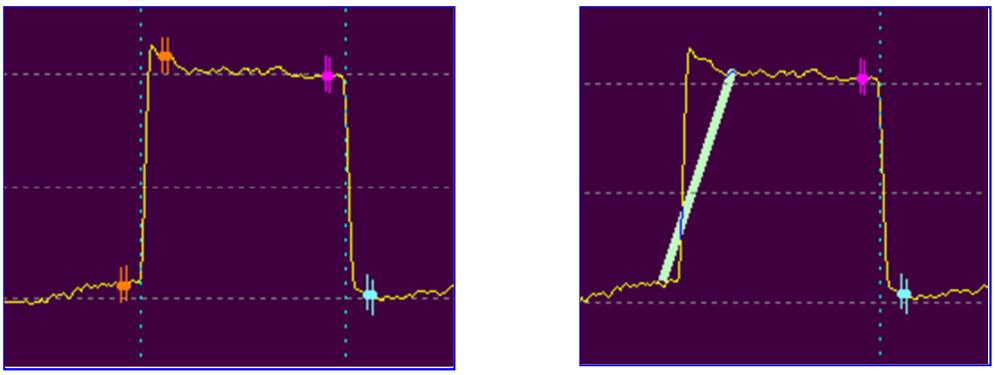


Abb. 7.2: Auswahl eines Blicksprungs (links) und hinzufügen (rechts)

Überprüfen Sie bitte die Kalibrierung anhand der Skalierung. Die angezeigten Blicksprünge müssen den in der Kalibration vorgegebenen Werten entsprechen. So muss z.B. bei einer Kalibration horizontal mit Sprung zur Mitte und Sprunghöhe 20° der einzelne Blicksprung auch etwa 20° (+/- 2°) betragen. Bei sehr kranken und unruhigen Patienten können die Abweichungen von den einzelnen Blicksprüngen auch höher sein. Vermerken Sie dies bitte bei der Messung als Kommentar (**Remark** in der Untersuchungs-auswahl).

7.2 Fixation

Hier wird nur das Originalsignal dargestellt, es gibt keine spezifische Analyse.

Der Report enthält keine Daten der Fixationsuntersuchung.

7.3 Spontannystagmus

Hier wird - wie bei der Fixation - lediglich das Originalsignal dargestellt, es gibt keine spezifische Analyse. Der Report enthält keine Daten des Spontannystagmus.

7.4 Sakkaden-Analyse

Bei Sakkadenuntersuchungen werden die Augenbewegungen beim Verfolgen eines visuellen Ziels untersucht. Diese Untersuchung kann für horizontale und vertikale Blicksprünge durchgeführt werden. Hierzu muss ein visueller Stimulator gewählt und auf die Durchführung von Sakkadenuntersuchungen eingestellt werden. Das Signal des visuellen Stimulators und die Bewegung eines Auges oder beider Augen werden aufgezeichnet.

Nach Aufzeichnung der Signale wird die Sakkaden-Analyse automatisch durchgeführt. Der Analyse-Bildschirm ist in Abb. 7.3 dargestellt.

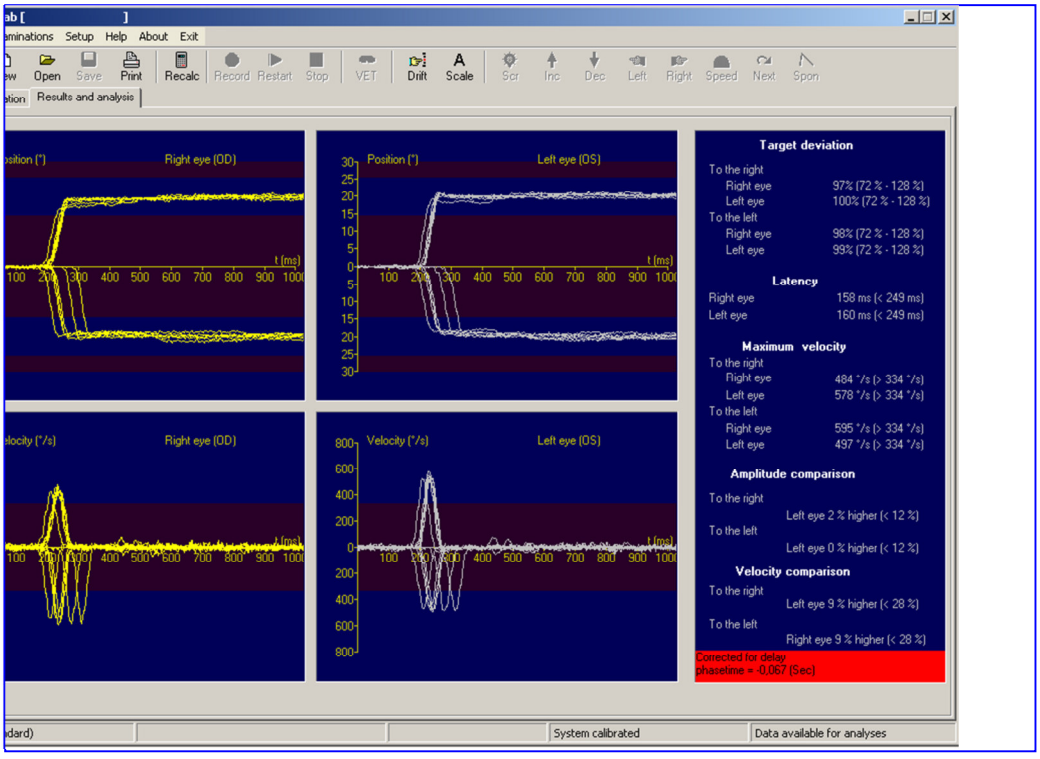


Abb. 7.3: Analyse-Bildschirm der Sakkaden-Analyse

Hierbei stellen die linken Diagramme die Ergebnisse des rechten Auges und die rechten Diagramme die des linken Auges dar.

Die oberen Diagramme zeigen das Augenpositionssignal der Sakkaden, die für jedes Auge analysiert wurden, angefangen mit dem Moment, in dem das Signal des visuellen Ziels an eine andere Position sprang. In den Ergebnissen sind Latenzzeit und Genauigkeit zu erkennen.

Der hellere Hintergrund zeigt den Normwertbereich für die Sakkaden an.

Die unteren Diagramme zeigen das Geschwindigkeitsprofil jeder analysierten Sakkade. Die Höchstgeschwindigkeit jeder Sakkade ist klar zu erkennen. Auch hier zeigt der hellere Hintergrund den Normwertbereich für die Sakkaden an. Sakkaden können manuell entfernt, aber nicht hinzugefügt werden.

Die Vorgehensweise ist die gleiche wie bei dem Löschen von Blicksprüngen in der Kalibrierung. Mit dem Löschen eines Blicksprungs wird auch automatisch die maximale Geschwindigkeit und die Latenzzeit (die Zeit zwischen dem Start des visuellen Stimulatorsprunges und dem Start der Augenbewegung) dieser Sakkade gelöscht.

Abb. 7.4 zeigt ein Beispiel einer Sakkade mit markiertem Blicksprung.

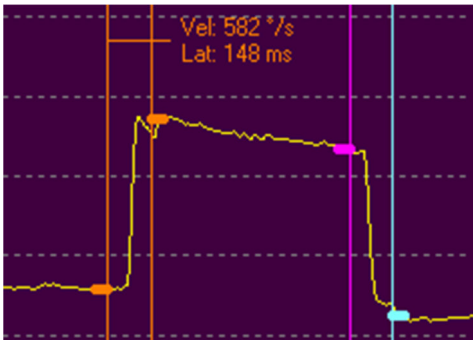


Abb. 7.4: Auswahl einer Sakkade

7.4.1 Analyse der Sakkaden-Analyse

Es werden verschiedene Abweichungen aller akzeptierter Sakkaden berechnet und auf der rechten Seite (Abb. 7.3) mit Zahlenwerten angezeigt.

Positionsvergleich (Dysmetrie)
Die mittlere Abweichung der gemessenen Sakkaden im Vergleich zur Sakkade des visuellen Ziels.

Latenzzeit
Mittlere Latenzzeit (Reaktionszeit vom Zeitpunkt des optischen Signals zum Blicksprung des Auges) der zwei schnellsten Sakkaden (niedrigste Latenzzeit) pro Auge.

Maximum velocity
Mittlere Geschwindigkeit der zwei schnellsten Sakkaden mit der maximalen Geschwindigkeit pro Richtung.

Amplitude comparison (Konjugation)
Vergleich der Größe der Sakkaden von linkem Auge und rechtem Auge.

Velocity comparison (Konjugation)
Vergleich der berechneten mittleren maximalen Geschwindigkeit von linkem Auge und rechtem Auge.

7.5 Langsame Blickfolgebewegungen (Smooth Pursuit)

Bei einer Untersuchung der Blickfolgebewegungen (Smooth Pursuit) folgt das Auge des Patienten einem visuellen Ziel, das sich vor und zurück bewegt. Das Signal des visuellen Stimulators und eines Auges oder beider Augen werden aufgezeichnet. Es können zwei Analysearten für die Ergebnisse ausgewählt werden, eine Filter- und eine Spektralanalyse. Beide Analysen werden nach Abschluss einer Untersuchung automatisch durchgeführt. In Abbildung 7.5 ist der Bildschirm dargestellt, der nach der Analyse einer Smooth-Pursuit-Untersuchung angezeigt wird.

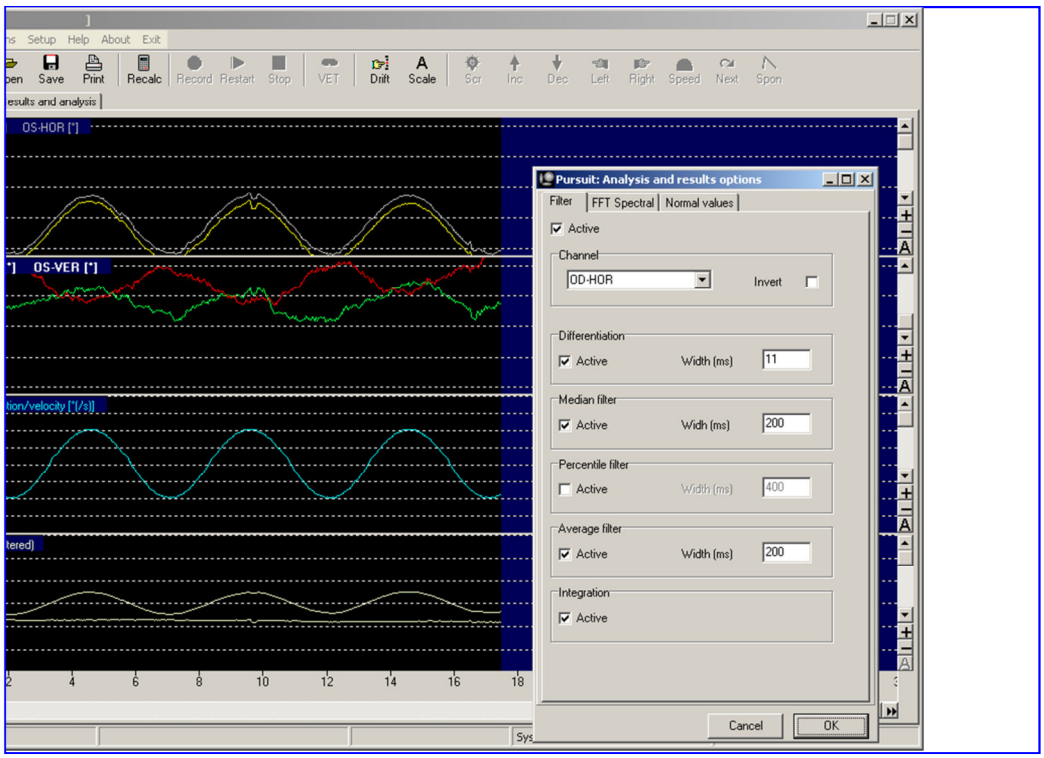


Abb. 7.5: Ergebnisse der Filteranalyse einer Smooth-Pursuit-Untersuchung

Das obere Signal in Abb. 7.5 zeigt die horizontale Bewegung des rechten Auges des Patienten, das zweite Signal zeigt das linke Auge. Das dritte Signal zeigt die vertikalen Bewegungen sowohl des rechten als auch des linken Auges in einem Diagramm. Das untere Signal ist das Signal des visuellen Stimulators.

Für die Smooth-Pursuit-Untersuchung kann eine Filteranalyse durchgeführt werden. Das Ergebnis der Filterung wird zusammen mit dem ursprünglichen Signal angezeigt, das für die Analyse gewählt wurde (rechtes Auge in Abb. 7.5).

Wie auf dem Parameterbildschirm in Abb. 7.5 zu sehen ist, wird das Signal zuerst differenziert und anschließend mit einem Median- und einem Mittelwertfilter gefiltert, gefolgt von einem Integrationsschritt. Es ergibt sich eine Visualisierung des glatten Abschnitts der Augenbewegung. Wenn beide Signale ähnlich sind, hat der Patient keine Probleme mit einer Folgebewegung. Wenn ein Unterschied zwischen den Signalen sichtbar ist, z. B. aufgrund von Sakkaden in der Augenbewegung, fällt die Amplitude des glatten Abschnitts niedriger als die Amplitude des ursprünglichen Signals aus. Wenn diese Sakkaden nur in einer Richtung auftreten, hat der Patient Schwierigkeiten, dieser Richtung zu folgen. Das gefilterte Signal wird mit einer Verschiebung nach oben (rechts) oder nach unten (links) angezeigt.

Auch eine Spektralanalyse kann durchgeführt werden. Das Spektrum zeigt die in einem Signal enthaltenen Frequenzen an. Ein Beispiel ist in Abbildung 7.6 dargestellt. In diesem Beispiel ist der Stimulus für die Spektralanalyse das Feedbacksignal des visuellen Stimulators, das Antwortsignal ist das horizontale Signal des rechten Auges.

Unten links werden die Spektren beider Signale angezeigt, oben das Stimulusspektrum und darunter das Antwortspektrum. Unten rechts befindet sich ein Diagramm, in dem das Antwortsignal gegen das Stimulussignal aufgetragen ist.

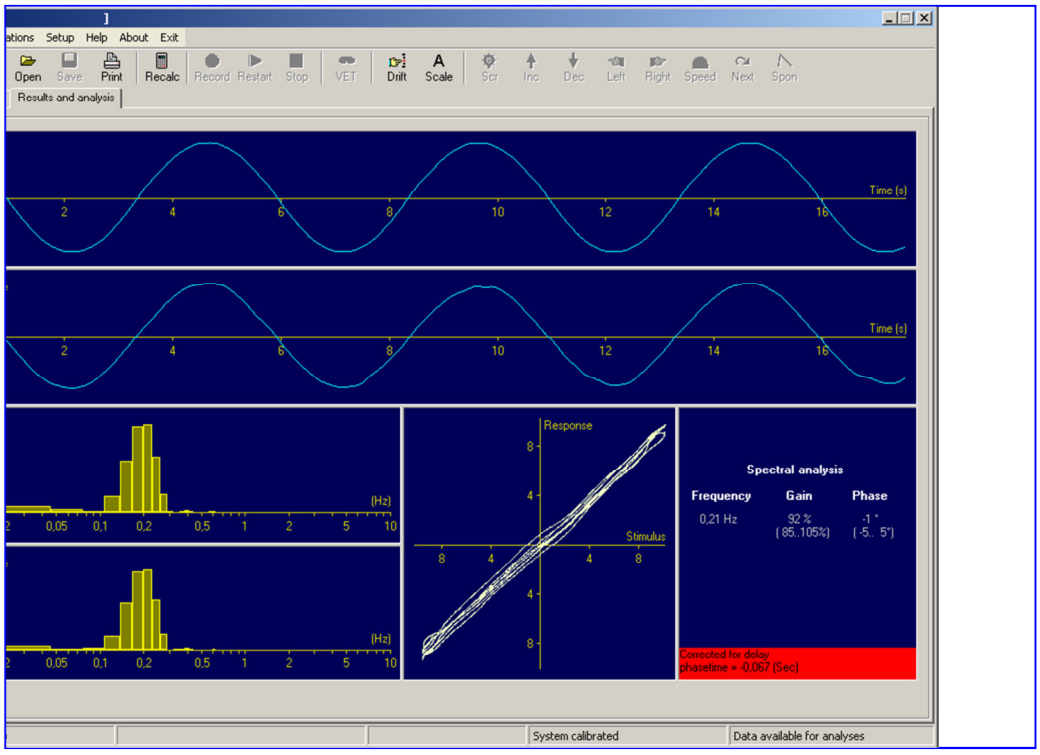


Abb. 7.6: Ergebnisse der Spektralanalyse einer Smooth-Pursuit-Untersuchung

Unten rechts ist das Verhältnis (**Gain**) zwischen Peakhöhe der Antwort (Auge) und des Stimulus (visuelles Ziel) in Prozent angegeben. Diese Angabe erfolgt für jeden Frequenzpeak im Spektrum des Stimulus. Darüber hinaus ist die Phasenverschiebung zwischen beiden Signalen (**Phase**) in Grad angegeben.

7.6 Optokinetischer Nystagmus (OKN)

Bei einer OKN-Untersuchung wird die Geschwindigkeit der langsamen Phasen der Nystagmusschläge des Auges bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Richtungen des visuellen Stimulus ermittelt. Diese Geschwindigkeiten der langsamen Phasen (Slow Component Velocity; SCV) werden als Funktion der Geschwindigkeit und Richtung des visuellen Stimulus dargestellt.

Abb. 7.7 zeigt die Ergebnisse einer Analyse. Unter dem Diagramm ist das Augensignal im Umfeld des ausgewählten Nystagmusschlags dargestellt. Der gewünschte Nystagmusschlag kann durch Anklicken mit der linken Maustaste im oberen Diagramm ausgewählt werden.

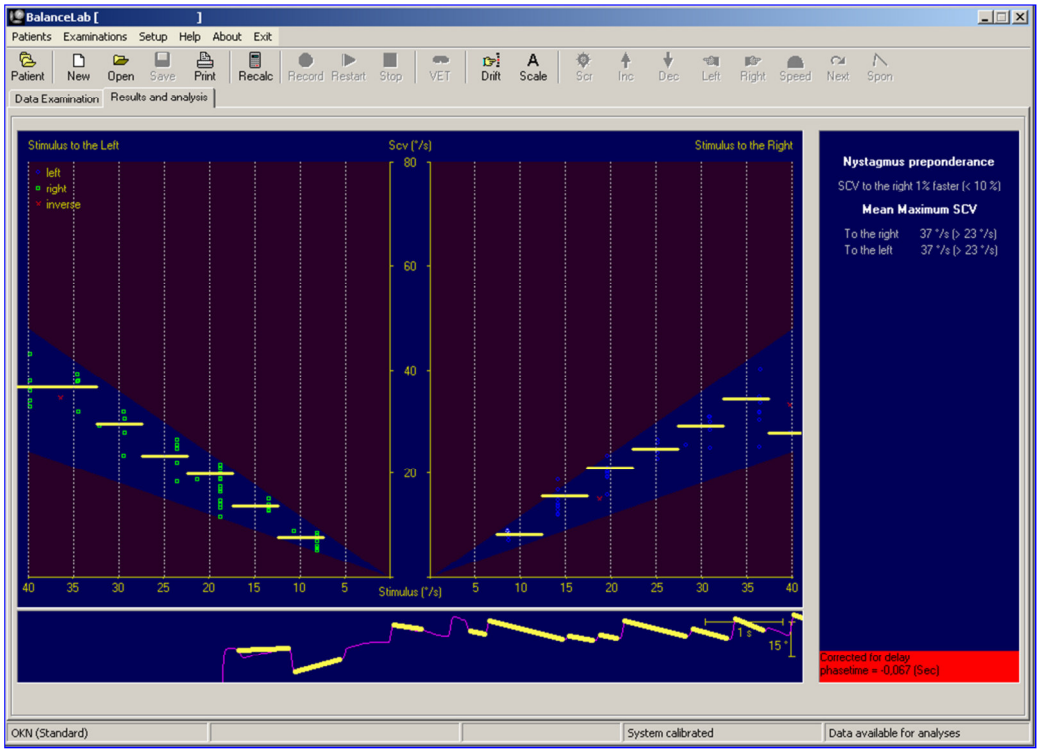


Abb. 7.7: Ergebnisse der OKN-Analyse

Auf der rechten Seite werden berechnete Zahlenwerte als Ergebnis angezeigt. Hierbei handelt es sich um das Nystagmusüberwiegen zu einer Seite (Verhältnis zwischen Geschwindigkeit der langsamen Phasen auf der rechten und linken Seite) und die schnellsten Nystagmusschläge für Bewegungen nach rechts und links.

Die Mittelwerte der fünf schnellsten Nystagmusschläge werden innerhalb eines Geschwindigkeits-bereichs des Stimulus von 5°/s ermittelt. Anders ausgedrückt: Innerhalb eines Bereichs von 0-5°/s wird ein Mittelwert für beide Richtungen ermittelt, innerhalb eines Bereichs von 5-10°/s etc. Diese Mittelwerte sind im Diagramm als horizontale Balken dargestellt.

Das Maximum dieser Bereiche nach jeder Seite wird zur Berechnung der Nystagmusasymmetrie verwendet.

7.6.1 Nystagmusanalyse (OKN)

Schnelle und/oder langsame Komponenten erkannter Nystagmusschlägen in der Aufnahme werden mit Linien im Signal dargestellt (siehe Abb. 7.8.) Eine solche Linie kann ausgewählt werden, indem Sie mit dem Mauszeiger auf diese Linie zeigen und die linke Maustaste drücken. Die Geschwindigkeit der langsamen Phase (slow component velocity; SCV) erscheint oberhalb der ausgewählten Markierung.

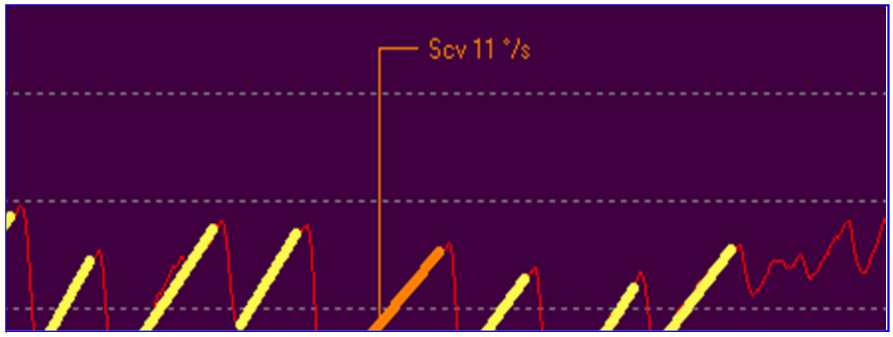


Abb. 7.8: Auswahl eines Nystagmusschlages

Wurde ein Nystagmus ausgewählt, kann er durch Drücken der **Entf**-Taste auf Ihrer Tastatur gelöscht werden.

Nystagmusschläge können auch manuell hinzugefügt werden. Hierzu wird der Mauszeiger auf den Anfang der langsamen Phase des Nystagmusschlages gesetzt (siehe Abb. 7.9.). Halten Sie nun die linke Maustaste gedrückt und ziehen den Mauszeiger zum Ende der langsamen Phase. Nach dem Loslassen der linken Maustaste ist der Nystagmusschlag hinzugefügt worden und wird in den Berechnungen berücksichtigt.

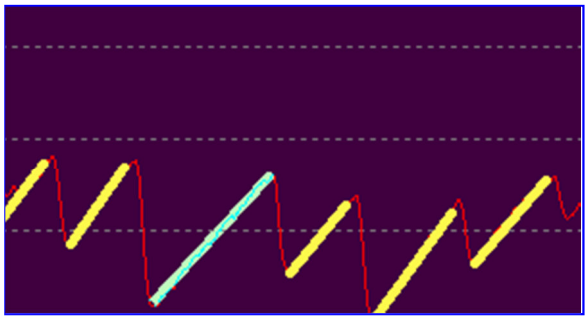


Abb. 7.9: Hinzufügen eines Nystagmusschlages

7.7 Drehpendel

Zur Drehpendel Untersuchung sitzt der Patient auf dem Drehstuhl.

Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise:

- Vergewissern Sie sich, dass sich der Drehstuhl frei bewegen kann und niemand durch die Drehstuhlbewegung gefährdet ist.
- Schnallen Sie den Patienten an.

Bei dieserUntersuchung bewegt sich der Drehstuhl mit einer bestimmten Amplitude und in einer bestimmten Zeit von links nach rechts und wieder zurück. Diese Bewegung löst einen vestibulookulären Reflex (VOR) aus. Die Augenbewegungen zeigen die typischen Nystagmusschläge.

7.7.1 Nystagmusanalyse (Drehpendel)

Schnelle und/oder langsame Komponenten erkannter Nystagmusschlägen in der Aufnahme werden mit Linien im Signal dargestellt (siehe Abb. 7.10.) Eine solche Linie kann ausgewählt werden, indem Sie mit dem Mauszeiger auf diese Linie zeigen und die linke Maustaste drücken. Die Geschwindigkeit der langsamen Phase (slow component velocity; SCV) erscheint oberhalb der ausgewählten Markierung.

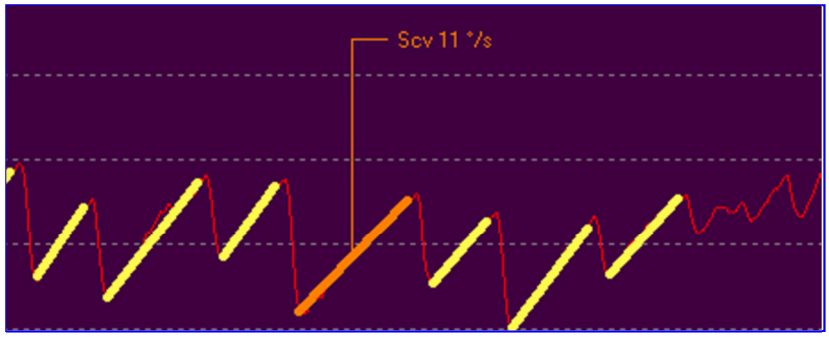


Abb. 7.10: Auswahl eines Nystagmusschlages

Wurde ein Nystagmus ausgewählt, kann er durch Drücken der **Entf**-Taste auf Ihrer Tastatur gelöscht werden.

Nystagmusschläge können auch manuell hinzugefügt werden. Hierzu wird der Mauszeiger auf den Anfang der langsamen Phase des Nystagmusschlages gesetzt (siehe Abb. 7.11.). Halten Sie nun die linke Maustaste gedrückt und ziehen den Mauszeiger zum Ende der langsamen Phase. Nach dem Loslassen der linken Maustaste ist der Nystagmusschlag hinzugefügt worden und wird in den Berechnungen berücksichtigt.

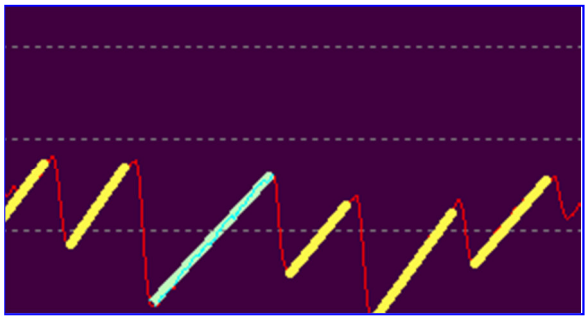


Abb. 7.11: Hinzufügen eines Nystagmusschlages

7.7.2 Drehpendelanalyse

Bei einer Drehpendel-Untersuchung stehen die folgenden drei Analysearten zur Verfügung:

- Nystagmus-Analyse
- Filterung
- Spektralanalyse

Alle drei Analysen werden nach Abschluss der Untersuchung automatisch durchgeführt. Abb. 7.12 zeigt das Parametrierfenster und den Bildschirm nach der Analyse.

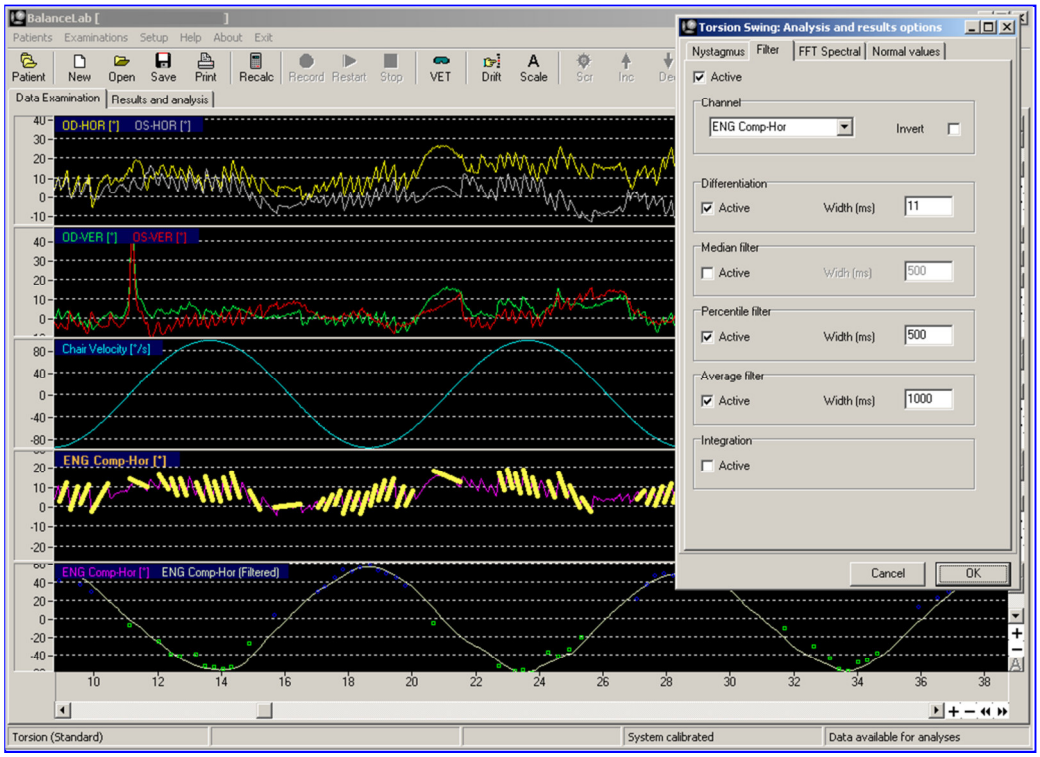


Abb. 7.12: Ergebnisse der Filteranalyse einer Drehpendel-Untersuchung

Der obere Kanal in Abb. 7.12 zeigt das horizontale Signal des rechten Auges, der zweite Kanal das horizontale Signal des linken Auges und der dritte Kanal vertikale Signale beider Augen in *einem* Diagramm. Der untere Kanal stellt das Signal des Drehstuhls dar. Das Ergebnis der Filterung wird zusammen mit dem ursprünglichen Signal angezeigt, das als Analysesignal gekennzeichnet wurde - in diesem Fall mit dem horizontalen Signal des rechten Auges. Wie auf dem Parameterbildschirm zu sehen ist, wird das Signal zuerst differenziert, gefolgt von einer Filterung mit Hilfe eines Median-, Perzentil- und Mittelwertfilters. Das Ergebnis der Filterung ist eine Ansicht der Geschwindigkeit des Auges, in der alle schnellen Phasen entfernt wurden.

Darüber hinaus kann eine Spektralanalyse durchgeführt werden. Das Spektrum zeigt die in einem Signal enthaltenen Frequenzen an. Ein Beispiel ist in Abb. 7.13 dargestellt. In diesem Beispiel ist das gewählte Stimulussignal das Positionssignal des Stuhls (oberes Diagramm) und das gewählte Antwortsignal das gefilterte horizontale Signal des rechten Auges (unteres Diagramm).

Wenn auch eine Nystagmusanalyse durchgeführt wird, werden die entsprechenden Ergebnisse (die Geschwindigkeit der langsamen Phase) über das Filtersignal dargestellt, das für die Spektralanalyse verwendet wird. Die Ergebnisse sollten ähnlich aussehen, wie im Beispiel unten.

Unten links werden die Spektren beider Signale angezeigt, oben das Stimulusspektrum und darunter das Antwortspektrum. Unten rechts befindet sich ein Diagramm, in dem das Antwortsignal gegen das Stimulussignal aufgetragen ist.

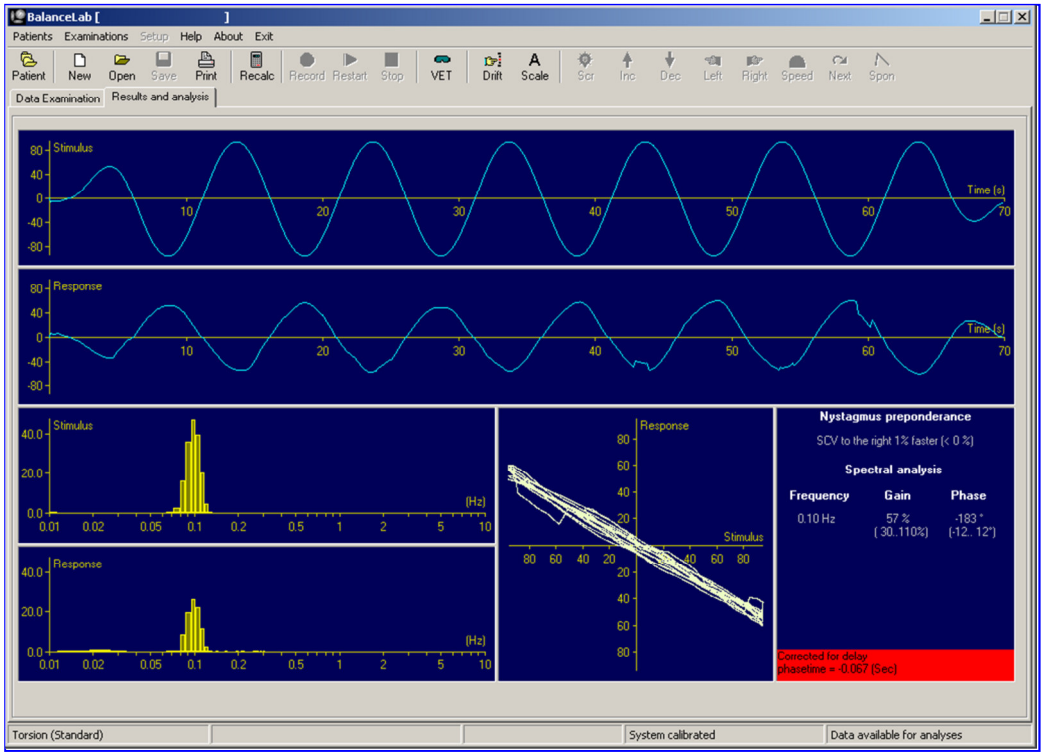


Abb. 7.13: Ergebnisse der Spektralanalyse einer Drehpendel-Untersuchung

Unten rechts ist das Verhältnis (**Gain***)* zwischen der Peakhöhe der Reaktion (**Response**) und der Stuhlposition (**Stimulus**) in Prozentwerten dargestellt. Diese Angabe erfolgt für jeden Frequenzpeak im Spektrum des Stimulus. Darüber hinaus ist die Phasenverschiebung zwischen beiden Signalen (**Phase**) in Grad angegeben.

Die Nystagmusasymmetrie (**Nystagmus preponderance**)wird ebenfalls durch Bestimmung der Kontrastfunktion zwischen den fünf schnellsten Nystagmusschlägen nach rechts und links berechnet.

7.8 Drehstopp (Velocity Step)

Zur Drehstopp-Untersuchung sitzt der Patient auf dem Drehstuhl.

Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise:

- Vergewissern Sie sich, dass sich der Drehstuhl frei bewegen kann und niemand durch die Drehstuhlbewegung gefährdet ist.
- Schnallen Sie den Patienten an.

Bei einer Drehstopp-Untersuchung wird der Drehstuhl allmählich auf eine voreingestellte Geschwindigkeit beschleunigt und bleibt für eine bestimmte Zeitspanne bei dieser Geschwindigkeit. Nach einer Weile nimmt der Patient die Drehung nicht mehr wahr. Dies ist nach etwa einer Minute der Fall. Nach dieser Zeit wird der Drehstuhl von einem Moment zum anderen gestoppt. Durch die Abbremsung wird ein vestibulookulärer Reflex (VOR) ausgelöst, der seinerseits Nystagmusschläge bewirkt. Am gewählten Augenkanal wird eine Nystagmusanalyse durchgeführt und anschließend die Geschwindigkeit der langsamen Phasen (SCV) der erkannten Schläge gegen die Zeit aufgetragen.

7.8.1 Nystagmusanalyse (Drehstopp)

Schnelle und/oder langsame Komponenten erkannter Nystagmusschlägen in der Aufnahme werden mit Linien im Signal dargestellt (siehe Abb. 7.14.) Eine solche Linie kann ausgewählt werden, indem Sie mit dem Mauszeiger auf diese Linie zeigen und die linke Maustaste drücken. Die Geschwindigkeit der langsamen Phase (slow component velocity; SCV) erscheint oberhalb der ausgewählten Markierung.

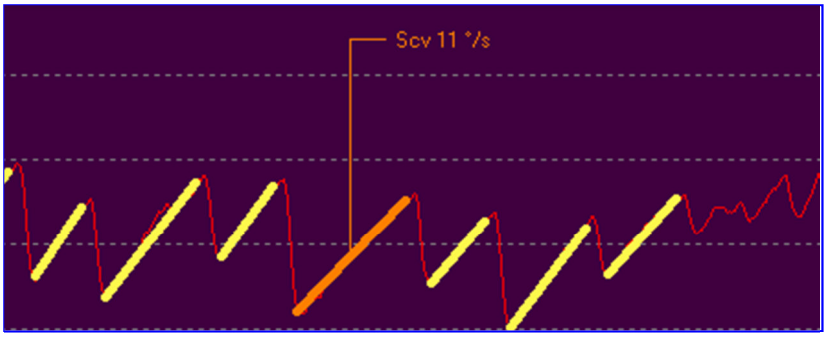


Abb. 7.14: Auswahl eines Nystagmusschlages

Wurde ein Nystagmus ausgewählt, kann er durch Drücken der **Entf**-Taste auf Ihrer Tastatur gelöscht werden.

Nystagmusschläge können auch manuell hinzugefügt werden. Hierzu wird der Mauszeiger auf den Anfang der langsamen Phase des Nystagmusschlages gesetzt (siehe Abb. 7.15.). Halten Sie nun die linke Maustaste gedrückt und ziehen den Mauszeiger zum Ende der langsamen Phase. Nach dem Loslassen der linken Maustaste ist der Nystagmusschlag hinzugefügt worden und wird in den Berechnungen berücksichtigt.

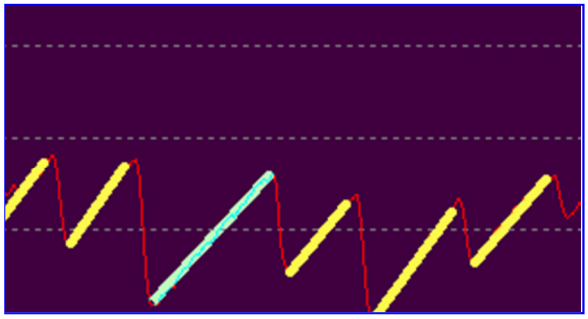


Abb. 7.15: Hinzufügen eines Nystagmusschlages

7.8.2 Drehstopp-Analyse

Da die Abnahme der SCV logarithmisch ist, hat die Y-Achse eine logarithmische Skala.

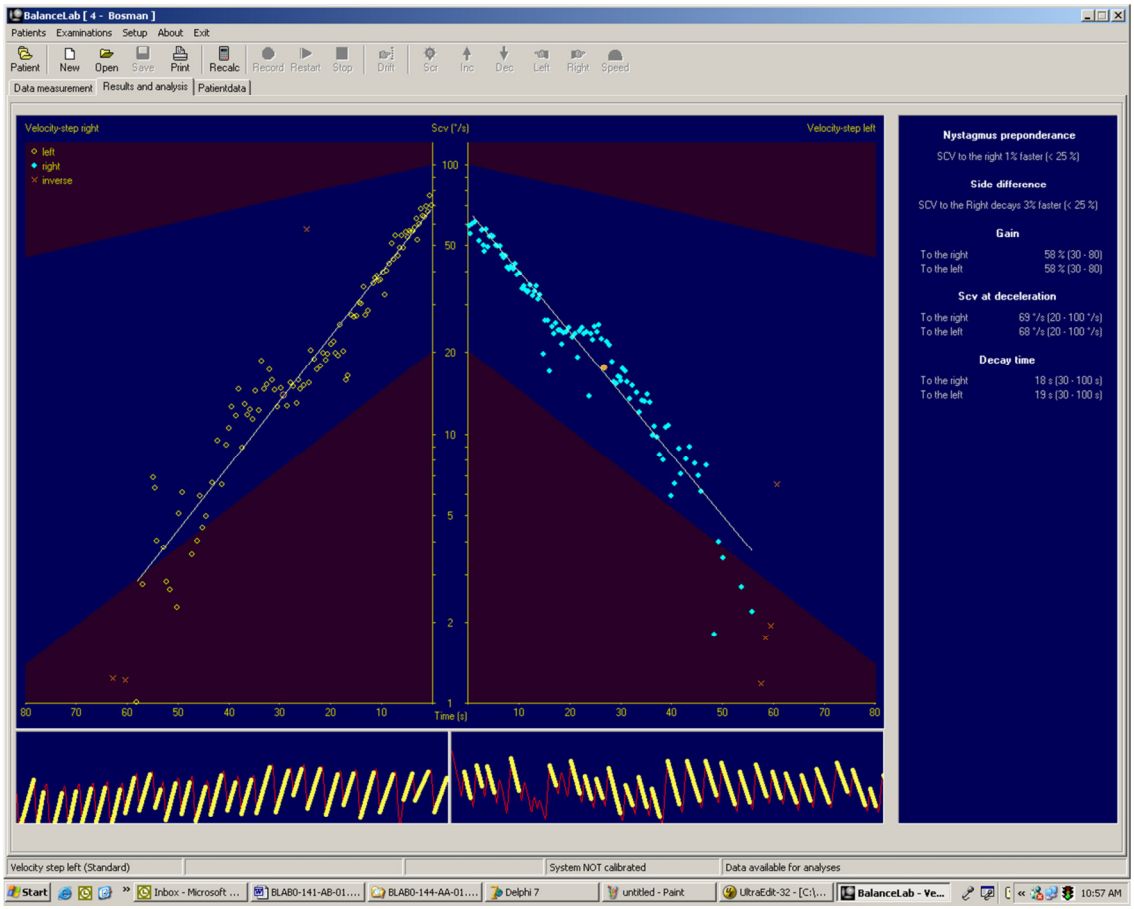


Abb. 7.16: Ergebnisse der Drehstopp-Analyse

Unter dem Diagramm wird das Augensignal im Umfeld des Nystagmusschlags angezeigt, der zu der jeweiligen Zeit gewählt wurde. Der gewünschte Nystagmusschlag kann durch Anklicken mit der linken Maustaste im Diagramm ausgewählt werden.

Durch die SCV-Punkte wird in Zeitrichtung eine logarithmische Gerade gelegt. Diese Gerade dient zur Berechnung der folgenden Parameter:

- Schnittpunkt zwischen der Geraden und der Y-Achse, der die anfängliche Augengeschwindigkeit angibt.
- Zeitpunkt, zu dem sich die Antwort auf 37 % des Anfangswertes verringert hat.
- Verhältnis zwischen der Geschwindigkeit der Augenreaktion und der Geschwindigkeit des Stuhls.

Diese Parameter werden im Hinblick auf einen Drehstopp nach rechts und links berechnet. Wenn beide Untersuchungen durchgeführt wurden, werden zwei verschiedene Asymmetrien ermittelt: Nystagmusasymmetrie und Zerfallsasymmetrie.

- Die Nystagmusasymmetrie ist die Asymmetrie zwischen der anfänglichen Augengeschwindigkeit bei einer Drehung nach links und nach rechts.
- Die Zerfallsasymmetrie ist die Asymmetrie zwischen der Steigung der Anpassungsgeraden einer Drehung nach links und nach rechts.

7.9 Rotation

Zur Rotations-Untersuchung sitzt der Patient auf dem Drehstuhl.

Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise:

- Vergewissern Sie sich, dass sich der Drehstuhl frei bewegen kann und niemand durch die Drehstuhlbewegung gefährdet ist.
- Schnallen Sie den Patienten an.

Bei einer Rotationsuntersuchung wird der Drehstuhl mit dem Patienten auf eine voreingestellte Geschwindigkeit beschleunigt und bleibt für eine bestimmte Zeitspanne bei dieser Geschwindigkeit. Nach einer vorgegebenen Zeitspanne wird der Stuhl abgebremst und gestoppt.

Durch die Beschleunigung und Verzögerung wird ein vestibulookulärer Reflex (VOR) ausgelöst, der seinerseits Nystagmusschläge bewirkt. Am gewählten Augenkanal wird eine Nystagmusanalyse durchgeführt, und die Schläge werden grafisch im analysierten Signal dargestellt.

Die Analyseergebnisse werden nicht in spezifischer Art und Weise angezeigt.

7.10 Kalorik

Bei einer kalorischen Untersuchung wird das Innenohr mit warmem oder kaltem Wasser oder mit warmer oder kalter Luft gespült. Diese Spülungen bewirken einen vestibulookulären Reflex (VOR). Bei einem der Augensignale wird dann eine Nystagmusanalyse durchgeführt. Die Geschwindigkeit der langsamen Phasen der Nystagmusschläge wird gegen die Zeit aufgetragen.

Jeder Teil der kalorischen Untersuchung (kalt links, kalt rechts, warm links, warm rechts) entspricht ein Quadrant im Ergebnisdiagramm (Abb. 7.17).

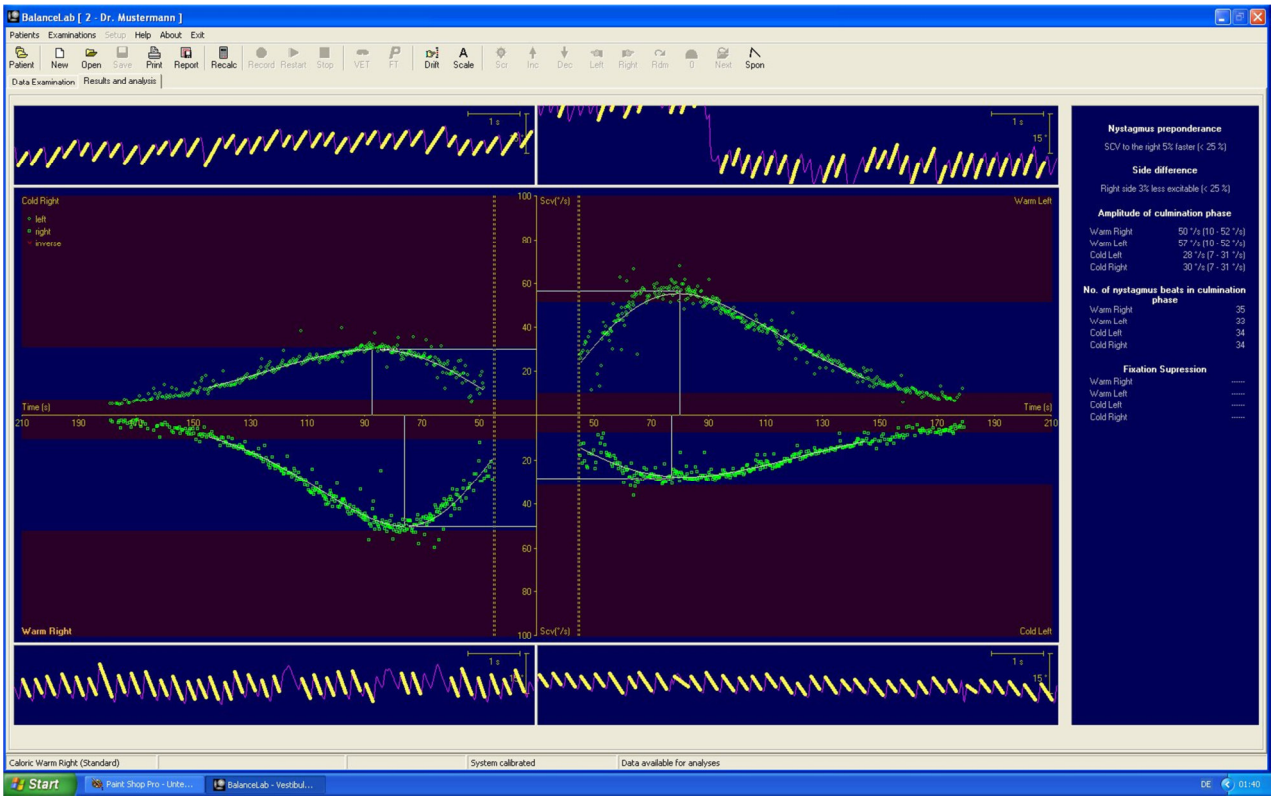


Abb. 7.17: Ergebnisse der kalorischen Untersuchung

In der oberen Häfte sind die Ergebnisse der Kaltspülung des rechten Ohrs und der Warmspülung des linken Ohrs dargestellt. Die Spülungen bewirken einen Rechtsnystagmus. In der unteren Häfte sind die Ergebnisse der Warmspülung des rechten Ohrs und der Kaltspülung des linken Ohrs dargestellt, die einen Linksnystagmus bewirken. Über und unter jedem Quadranten sind die Augensignale während der Kulminationsphase dargestellt.

Durch jede Reaktion wird eine Regressionskurve gelegt. Die Zeitspanne (10 Sekunden) um das Maximum der Kurve wird als Kulminationsphase bezeichnet. Das Maximum der Kurve wird Amplitude der Kulminationsphase genannt. Nystagmus- und Labyrinthasymmetrie werden auf Grundlage der vier Maxima berechnet.

Ferner wird die Anzahl der Nystagmusschläge in jeder Kulminationsphase ermittelt. Das Maximum der Kurve kann auch manuell platziert werden. Dies ist jedoch nur für die aktive kalorische Untersuchung möglich. Bewegen Sie die Maus zum aktuellen Maximum und drücken Sie die linke Maustaste. Durch Ziehen und Loslassen kann das Maximum neu platziert werden.

7.10.1 Fixation

Nach der Spülung kann dem Patienten ein Fixationslicht gezeigt werden, um eine Fixationssuppression zu bewirken. Die Fixationssuppression (*Fixation*)ist gleich 1 minus dem Verhältnis der mittleren Augengeschwindigkeit bei der Fixation (rScvSupr) und des Werts der Kurvenanpassung vor Beginn der Fixation (rScvFit):

Als Formel: $$Fixation = \left(1 - \frac{\text{rScvSupr}}{\text{rScvFit}}\right) \times 100\%$$

Eine kalorische Untersuchung kann für jede spontane Nystagmusaktivität korrigiert werden. Wert und Richtung dieses spontanen Nystagmus können über die Schaltfläche **Spon** eingegeben werden. Die Kurve der kalorischen Untersuchung wird vertikal verschoben und alle Werte werden automatisch neu berechnet.

Die nächste kalorische Untersuchung kann in der Liste der Untersuchungen durch Anklicken der Schaltfläche **Next** gewählt werden.

In eine kalorische Untersuchung können eine präkalorische Zeitspanne und eine Zeitspanne der Fixationssuppression integriert werden. Das Timing dieser Zeitspannen wird in die Registerkarte **Fixation** eingetragen.

- Durch die präkalorische Zeitspanne soll festgestellt werden, ob spontane Nystagmusaktivität vorhanden ist.
- Durch die Fixationszeitspanne soll die Fixationssuppression festgestellt werden. Während dieser Zeitspanne sollte der Untersucher dem Patienten ein Fixationslicht zeigen, um zu prüfen, ob dieser den vestibulookulären Reflex unterdrücken kann.

8. Einstellungen ändern *(Administrator)*

Benutzer, die als Administrator angemeldet sind, können Systemeinstellungen ändern und Untersuchungskonfigurationen definieren, ändern und löschen.

Beachten Sie bitte:

Nur erfahrene Anwender dürfen Programmabläufe, Auswerteparameter usw. ändern. Andernfalls kann die Auswertung zu falschen Ergebnissen führen.

Dieser Benutzerlevel darf nur erfahrenen Untersuchern und/oder Systemadministratoren zugänglich gemacht werden, die die Folgen ihrer Eingriffe in den Untersuchungsablauf zuverlässig einschätzen können.

Die Zugangsberechtigung des Administrators ist Kennwort-gesichert. Geben Sie dieses Kennwort bitte nur an berechtigte Personen weiter.

In diesem Kapitel wird erläutert, welche Einstellungen geändert und wie Untersuchungs-konfigurationen definiert oder geändert werden können.

8.1 Anmelden

Das BalanceLab Programm unterscheidet zwei Benutzer-Berechtigungen. Die Standardberechtigung und die des Administrators. Die Standardberechtigung ist für die Verwendung des Systems in der täglichen Routine vorgesehen. Der Bediener kann aus einer Liste vordefinierter Untersuchungsabläufe die benötigten Untersuchungen auswählen, Untersuchungen durchführen und die Daten auswerten. Für diese Untersuchungen ist es weder notwendig noch sinnvoll, Parameter oder ganze Abläufe zu ändern.

Administratoren hingegen haben die Möglichkeit, Programmabläufe und/oder einzelne Parameter zu ändern oder ganz neue Untersuchungsabläufe zu definieren. BalanceLab startet automatisch in der Konfiguration für die Standardberechtigung. Hierdurch werden versehentliche Änderungen beim Starten des Programms verhindert, wenn der vorige Benutzer als Administrator angemeldet war.

Die Anmeldung erfolgt durch Klick auf den Button LOGON. Es erscheint das Eingabefeld für das Kennwort. (Abb. 8.1).

Abb. 8.1: Anmeldebildschirm für den Administatorzugang

Geben Sie das Passwort ein und bestätigen mit Klick auf Ok.

Nach dem erfolgreichen Anmelden des Administrators erscheint auf der rechten oberen Seite des Bildschirms mit der Untersuchungsliste der Button **Inputs** und unterhalb der Liste der Tests stehen die Buttons **New**, **Edit** und **Remove** zur Verfügung. In der Patientenverwaltung erscheinen **Del**-Buttons neben der Patientenliste, neben der Anzeige der Sessions und neben der Reportliste.

8.2 Systemeinstellungen ändern

Unter Systemeinstellungen werden Einstellungen für verfügbare Kanäle, Farbeinstellungen und Einstellungen für Drehstuhl und VOG-System verstanden.

8.2.1 Kanaleinstellungen

Durch Betätigen der Schaltfläche **Inputs** auf dem Bildschirm mit der Untersuchungsliste gelangen Sie in das Konfigurationsmenü **System channel settings** (Abb. 8.2). Auf diesem Bildschirm können Sie in den Feldern unter **Name** den Namen des Messkanals ändern. Dieser Name erscheint z.B. in den Untersuchungsbildschirmen als Kanalbezeichnung. In der Spalte **Type** ist der Kanalname bezeichnet, wie er in der Datei balancelab.ini (Verzeichnis Windows) definiert ist.

Eingaben in der balancelab.ini dürfen nur von durch ekida autorisierte Personen geändert werden. Sie sind auf die Systemkomponenten angepasst.

In der Spalte Colour weisen Sie den Signalen in diesen Kanälen eine Farbe zu. Einige mehrere Eigenschaften geändert werden.

Die Eingaben in **Units**, **Gain**, **Offset**, **Drift**, **Invert**, **Preprocess** und **Width(pts)** sind auf die angeschlossene Hardware abgestimmt. Sie werden nur für die Installation geändert und nur durch von ekida autorisierte Personen.

Frei verfügbare Kanäle (**User defined** in Spalte **Type**) sind Kanäle, denen im System keine Funktion zugewiesen ist.

Die Default samplerate ist auf 250 Hz gesetzt.

Nach Ändern von Einträgen in diesen Bildschirm können die Einträge als Standardeinstellungen (Markieren des Feldes **Apply as Default** vor dem Verlassen des Bildschirms mit **Ok**) oder als normale Einstellungen abgespeichert werden.

Mit Klicken von **Ok** verlassen Sie den Bildschirm mit speichern der Einstellungen, mit **Cancel** werden keine Änderungen gespeichert.

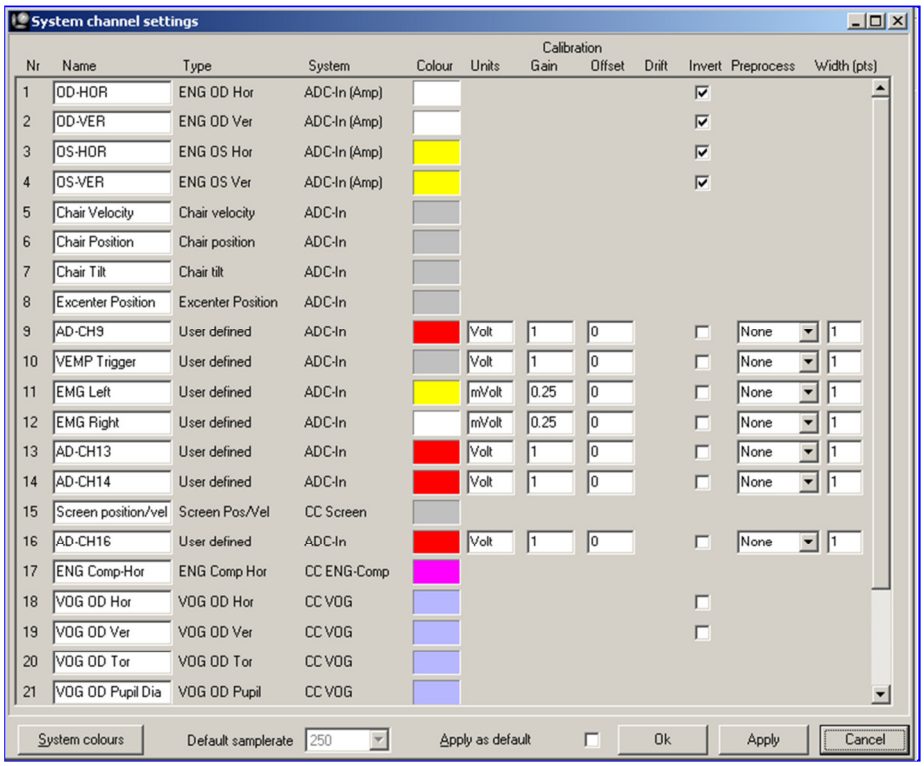


Abb. 8.2: Der Bildschirm System channel settings

8.2.2 Farbeinstellungen

Die Schaltfläche **System colours** auf dem in Abb. 8.2 gezeigten Bildschirm ermöglicht es dem Benutzer, Farben in verschiedenen Elementen von BalanceLab ändern. Es wird ein neuer Bildschirm angezeigt (siehe Abb. 8.3).

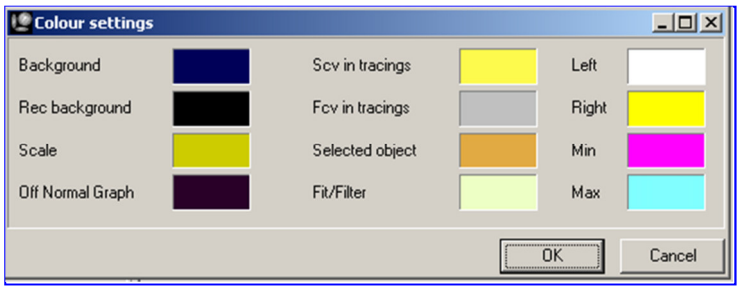


Abb. 8.3: Bildschirm Colour settings

Wenn Sie mit der linken Maustaste auf das gewünschte Farbfeld klicken, können Sie eine neue Farbe auswählen. In der Tabelle sind die verschiedenen zu ändernden Parameter beschrieben.

Parameter	**Beschreibung**
Background	Hintergrundfarbe der Diagramme auf der Registerkarte **Data Examination** und **Results and Analysis**
Rec background	Hintergrundfarbe der Diagramme auf der Registerkarte **Data Examination**, wenn die Signale tatsächlich aufgezeichnet werden; dies zeigt die Zeit, zu der die Analyse ausgeführt wird.
Scale	Farbe der Achse im Analysebildschirm auf der Registerkarte **Results and Analysis**
Off Normal Graph	Hintergrundfarbe außerhalb der Normalwerte im Analysebildschirm, Registerkarte **Results and Analysis**
SCV in tracings	Farbe der Geschwindigkeit der langsamen Phasen (*Slow component velocity*) in der automatischen Analyse dieser Komponente im Bildschirm **Data Examination**
FCV in tracings	Farbe der Geschwindigkeit der schnellen Phasen (*Fast component velocity*) in der automatischen Analyse dieser Komponente im Bildschirm **Data Examination**
Selected Object	Farbe einer Analysekomponente, die mit der Maus ausgewählt wurde
Fit/Filter	Farbe der Anpassungs- und Filterergebnisse
Left	Farbe der Analyseergebnisse für links
Right	Farbe der Analyseergebnisse für rechts
Min	Farbe der Startmarkierung einer erkannten Sakkade
Max	Farbe der Endmarkierung einer erkannten Sakkade

8.3 Eingabe, Änderung oder Löschung einer Untersuchungskonfiguration

8.3.1 Allgemeines

Ein Administrator kann neue Untersuchungskonfigurationen in BalanceLab eingeben und sie unter einem Protokoll speichern. Die entsprechenden Buttons finden Sie unter der Liste der einzelnen Untersuchungen (Tests). Mit New erhalten Sie den **Edit configuration** Bildschirm wie in Abb 8.4 gezeigt. Hier sind als default-Werte eingesetz:

- **Configuration name**: New Configuration
- **Protocol**: Standard
- **Sequence**: Wert hängt von der Anzahl der vorhandenen Tests ab
- **Maximum duration**: 60 sec
- **Results and Analysis**: None

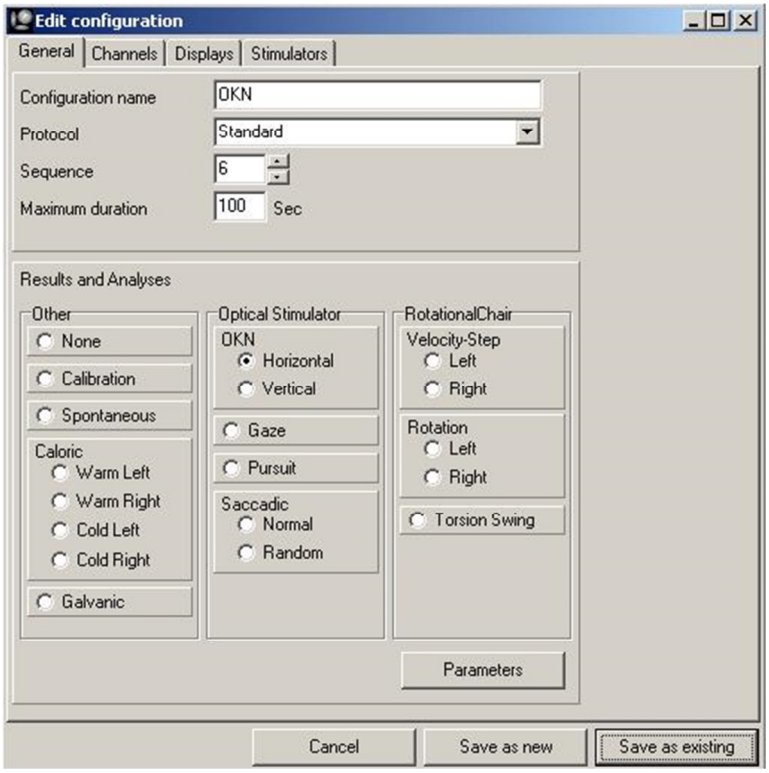


Abb. 8.4: Bildschirm Edit configuration, Registerkarte General

Einen gleichen Bildschirm erhalten Sie mit **Edit**. Hier sind jedoch die Werte des angewählten Tests eingetragen. Die folgende Tabelle beschreibt die Felder des Bildschirms.

Feld	Beschreibung
Configuration name	Name der Untersuchungskonfiguration
Protocol	Name des Protokolls, unter dem eine Untersuchung gespeichert wird. Ein Name kann entweder aus der Liste ausgewählt oder vom Untersucher angegeben werden.
Sequence	Nummer der Untersuchungskonfiguration im Protokoll. Legt die Reihenfolge der Untersuchungskonfigurationen fest.
Maximum duration	Höchstdauer der Untersuchung. Die Untersuchung wird nach Ablauf dieser Zeit automatisch gestoppt. Die Untersuchung kann manuell zu einem früheren Zeitpunkt gestoppt werden.
Results and Analyses	Angabe der Art der Untersuchung, zu der die Untersuchungs-konfiguration gehört. Dadurch wird auch festgelegt, welche Analysen durchgeführt und wie die Ergebnisse dargestellt werden.
Parameters	Hier können die Analyseparameter für diesen Untersuchungssatz geändert werden.

Der **Edit configuration** Bildschirm enthält vier verschiedene Registerkarten: **General**, **Channels**, **Displays** und **Stimulators**. Diese werden in den folgenden Kapiteln erläutert.

Eine Beschreibung der Untersuchungsarten finden Sie in Kapitel 7. Eine Beschreibung der Analysen und ihrer Parameter finden Sie in Kapitel 9

8.3.2. Kanäle (Channels)

Die Kanäle für die Aufzeichnung werden auf der Registerkarte Kanäle ausgewählt (siehe Abbildung 8.5):

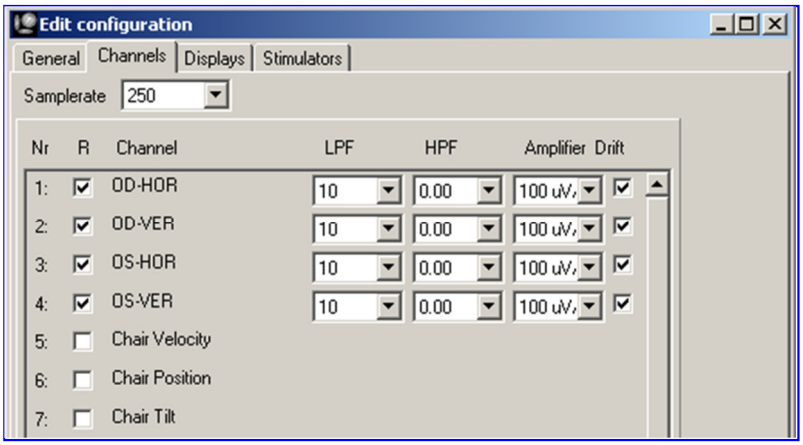


Abbildung 8.5: Bildschirm Edit configuration, Registerkarte Channels

Nachstehende Tabelle enthält eine Beschreibung der in Abbildung 8.5 gezeigten Spalten auf der Registerkarte **Channels**:

Spalte	**Beschreibung**
Samplerate	Abtastfrequenz für die Aufnahme von Signalen, in Hertz
Nr	Automatische Nummerierung der Kanäle
R(ecord)	Markierte Kanäle werden aufgezeichnet und können in Diagrammen dargestellt werden.
Channel	Beschreibung des Kanals
LPF	Auswahl des Tiefpassfilters des Verstärkers[1]
HPF	Auswahl des Hochpassfilters des Verstärkers[1]
Amplifier	Empfindlichkeit des Verstärkers[1]

[1] Gilt nur für ENG-Kanäle

8.3.3. Anzeigekanäle

Auf der Registerkarte **Displays** (siehe Abbildung 8.6) werden die bei der Aufnahme angezeigten Kanäle definiert:

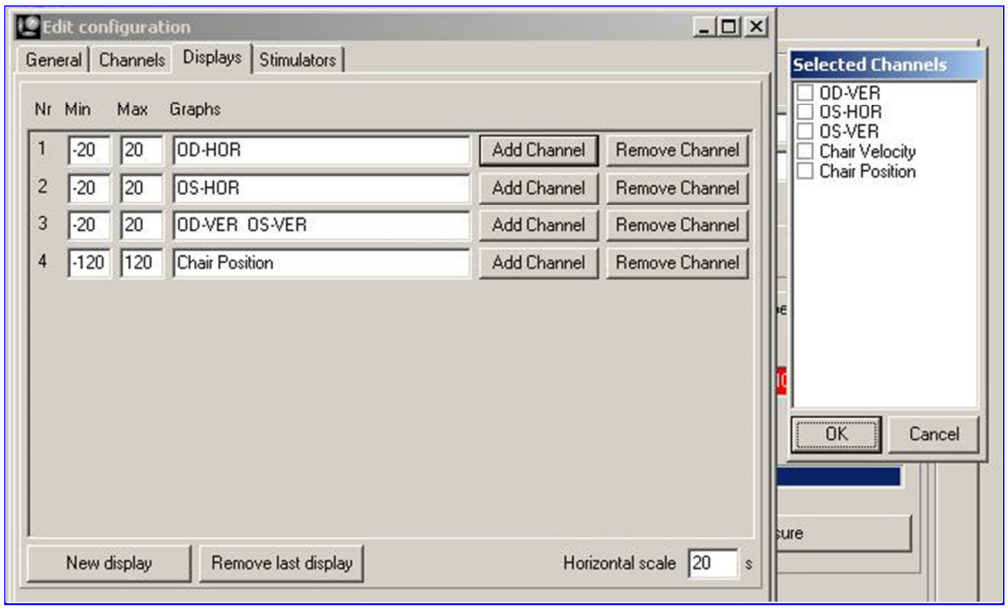


Abbildung 8.6: Bildschirm Edit configuration, Registerkarte Displays

Jede Zeile beschreibt einen Anzeigekanal. Ein Anzeigekanal kann einen oder mehrere Kanäle enthalten. Durch Betätigen der Schaltflächen **Add Channel** und **Remove Channel** wird ein kleiner Bildschirm erzeugt mit einer Liste der verfügbaren Kanäle oder einer Liste der Kanäle, die für die Anzeige

ausgewählt wurden (rechts in Abb. 8.6 sichtbar). Durch Markieren können Kanäle hinzugefügt bzw. durch Entfernen der Markierung entfernt werden.

Auch die anfängliche minimale und maximale vertikale Skala kann eingegeben werden.

Mit den Schaltflächen **New Display** und **Remove Last Display** können zusätzliche Anzeigekanäle hinzugefügt bzw. entfernt werden. Alle Spalten der Registerkarte **Displays** (Abb. 8.6) sind nachfolgend beschrieben:

Spalte	Beschreibung
Nr	Nummer des Anzeigekanals (automatische Nummerierung)
Min	Minimalwert des vertikalen Skala
Max	Maximalwert der vertikalen Skala
Graphs	Namen der Kanäle in dieser Anzeige. Dieser Name wird aus der Kanaldefinition (Abb. 8.2, Spalte **Name**) übernommen
Horizontal Scale	Horizontale Skala

8.3.4. Stimulatoren

Für jede Untersuchungskonfigurationen können verschiedene Stimulatoren aktiviert werden. Die Registerkarte **Stimulators** zeigt eine Liste der verfügbaren Stimulatoren. Ein Stimulator kann durch das Setzen einer Markierung aktiviert werden. Durch Betätigung der Schaltfläche **Setup** kann der Untersucher die Parameter des Stimulators einstellen.

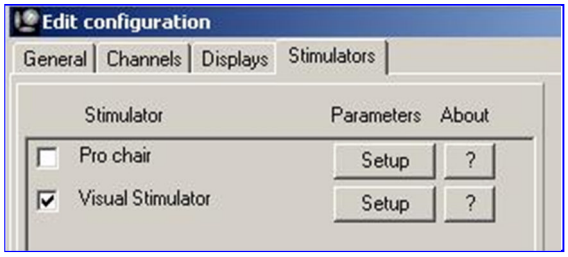


Abbildung 8.7: Bildschirm Edit configuration, Registerkarte Stimulators

Nachstehende Tabelle enthält eine Beschreibung der Felder in Abb 8.7:

Spalte	Beschreibung
	Eine Markierung zeigt die Aktivierung des Stimulators
[Stimulators]	Name des Stimulators
[Setup]	Einstellung verschiedener Parameter des Stimulators
About [?]	Informationen zur Version des verwendeten Stimulators. Das Dialogfenster kann durch Drücken der Taste **[Esc]** auf der Tastatur geschlossen werden.

8.4 Sicherung/Wiederherstellung der Daten

Es ist notwendig, die Patienten- und Messdaten in regelmäßigen Abständen auf einem externen Medium, z. B. einer externen Festplatte, zu sichern. Dies geschieht mit der Backup/Restore–Funktion gemäß der Beschreibung im Dokument ‘BLAB0-148-AF-01 (backup instructie).pdf’.

9. Analysen

9.1. Kalibration

Bevor eine Untersuchung durchgeführt werden kann, müssen die Kanäle, die die Augenbewegungen (entweder VOG oder ENG) darstellen, kalibriert werden. Für diesen Zweck kann der visuelle Stimulator verwendet werden, jedoch kann der Vorgang auch ohne diesen durchgeführt werden. Im letzteren Fall müssen die Winkel der Kalibrierung eingegeben werden.

9.1.1. Analysemethode

Nach Durchführung einer Kalibrierung wird das ENG- bzw. VOG-Signal nach Blicksprüngen (Sakkaden) durchsucht und die durchschnittliche Größe einer Sakkade bestimmt. Wird der visuelle Stimulator nicht benutzt, wird der Kalibrierwinkel anhand von Parametern bestimmt (Beschreibung weiter unten).

Die Sakkaden im ENG- bzw. VOG-Signal werden ermittelt durch die Bestimmung der ersten Ableitung und die anschließende Suche nach Sakkaden, die den festgelegten Schwellenwert überschreiten (angegeben in µVolt/sec bei ENG-Messungen und in Pixel/sec bei VOG-Messungen).

Beide Methoden verwenden die Methode der kleinsten Quadrate, um die Ableitung zu bestimmen. Nachdem die Sakkaden erkannt und vom Benutzer angenommen wurden, wird der Mittelwert vor und nach einer Sakkade bestimmt. Dies ergibt die Verstärkung, die angibt, wie viele Volt ein Grad Augenbewegung darstellen.

$$Verstärkung = \frac{OptischerWinkel}{(P_{vor} - P_{nach})}$$

9.1.2. Parameter

Der Benutzer kann folgende Parameter bei jeder Untersuchungskonfiguration einstellen:

- **Active**: Wenn markiert, wird die Kalibrierung durchgeführt.
- **Calibration channels**: Kanäle, an denen die Kalibrierung durchgeführt wird. Es stehen nur ENG- und VOG-Kanäle zur Verfügung.
- **Stimulus**: Wenn markiert, ist der visuelle Stimulator verfügbar. Wenn nicht, muss der Kalibrierwinkel (in Grad) eingestellt werden.
- **Detection parameters**: **Window**, die Breite des Fensters zur Berechnung der Augengeschwindigkeit mittels der Methode der kleinsten Quadrate.
- **Threshold**, die Schwelle, die die Geschwindigkeit überschreiten sollte, damit die Sakkade akzeptiert wird. Angegeben in µVolt/sec bei der ENG-Kalibrierung und in Pixeln/sec bei der VOG-Kalibrierung.

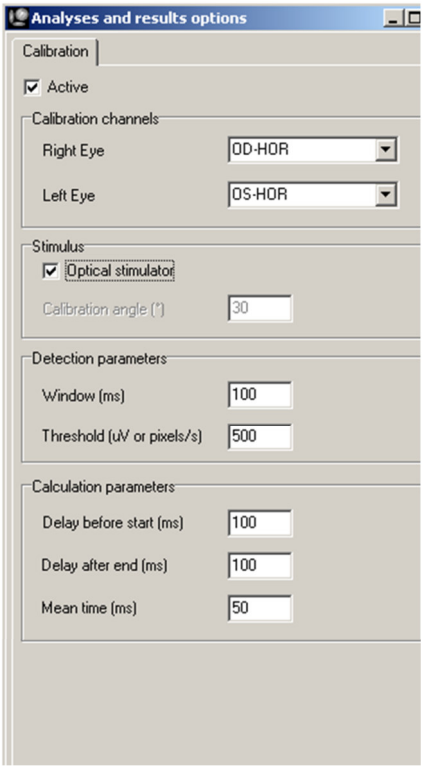


Abbildung 9.1: Kalibrierparameter

Drei Parameter bestimmen, wie der Mittelwert vor und nach einer Sakkade ermittelt wird:

- **Delay before start** und **Delay after end** geben die Zeitverzögerung (in ms) vor und nach jeder Sakkade zur Bestimmung des Mittelwerts des Augensignals an.
- **Mean** gibt die Zeit für den Mittelwert an.

9.2. Nystagmusanalyse

Bei einer Nystagmus-Bewegung handelt es sich um einen Augenreflex, der von einem visuellen oder vestibulären Reiz verursacht wird. Diese Augenbewegung besteht aus zwei Phasen, einer langsamen Folgebewegung des Auges, gefolgt von einer schnellen Bewegung zurück zum Ausgangspunkt des Fokus für die Fixierung. Die beiden Phasen werden als langsame und schnelle Phase der Nystagmus-Bewegung bzw. des Nystagmusschlages beschrieben.

Für jede Nystagmus-Bewegung bzw. jeden Schlag müssen mehrere Parameter bestimmt werden:

- Start- und Endpunkt der schnellen Phase
- Dauer und Steilheit (Geschwindigkeit) der schnellen Phase
- Start- und Endpunkt der langsamen Phase
- Dauer und Steilheit (Geschwindigkeit) der langsamen Phase

Das in BalanceLab eingesetzte Verfahren zur Erkennung der Nystagmusschläge in einem Augensignal beruht auf dem Prinzip, dass zunächst die schnellen Phasen erfasst werden und danach die langsame Phasen um die schnellen Phasen herum. Die Steilheit oder Geschwindigkeit dieser langsamen Phasen wird verwendet, um andere abgeleitete Parameter zu bestimmen.

9.2.1. Analysemethode

Abbildung 9.2 zeigt einen idealen Nystagmusschlag. Der schnellen Phase (Fast Component, FC) folgt eine langsame Phase (Slow Component, SC).

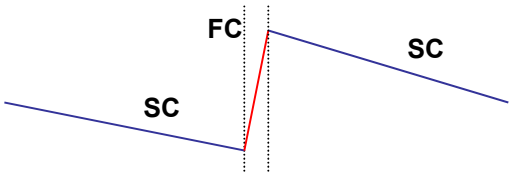


Abbildung 9.2: Nystagmusschlag

Durch zweifache Differentiation des (Augen-) Positionssignals ergibt sich zunächst das Geschwindigkeitssignal des Auges (Erste Ableitung) und dann das Beschleunigungssignal des Auges (Zweite Ableitung); siehe Abbildung 9.3.

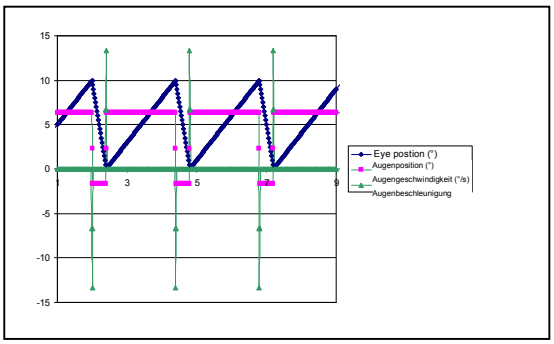


Abbildung 9.3: Differentiation des Augenpositionssignals

Wie in Abbildung 9.3 zu entnehmen ist, wird die schnelle Phase des Nystagmusschlages auf der einen Seite durch eine positive oder negative Beschleunigungsspitze begrenzt und auf der anderen Seite durch eine Beschleunigungsspitze in entgegengesetzter Richtung.

Durch die Festlegung eines Schwellenwerts für dieses Beschleunigungssignal können der Start- und Endpunkt einer schnellen Phase bestimmt werden. Der Absolutwert der Beschleunigungsspitze muss den Grenzwert überschreiten, der in den Analyseparametern dieser speziellen Analysemethode festgelegt wurde (siehe auch Abbildung 8.3). Das Signal zwischen zwei Beschleunigungsspitzen wird vorläufig als die schnelle Phase (FC) des Nystagmusschlags gekennzeichnet.

Die FC wird anhand von drei Kriterien beurteilt:

- Mindestgeschwindigkeit
- Mindestamplitude
- Maximale Dauer

Die ersten beiden Kriterien können im Parameter-Bildschirm angepasst werden. Die maximale Dauer ist auf 200 ms eingestellt. Wenn eine FC diese Kriterien erfüllt, wird sie als gültige FC markiert.

Auf diese Weise kann eine Liste mit Positionen der schnellen Phasen erstellt werden. Diese schnellen Phasen werden zur Untersuchung des Signals für langsame Phasen verwendet, die sich sowohl auf der linken als auch rechten Seite jeder schnellen Phase befinden können. Bei allen FC werden jeweils die vorhergehende Steigung und die folgende Steigung hinsichtlich ihrer Richtung untersucht. Wenn die Richtung der Richtung der FC entgegengesetzt ist, könnte es sich bei dieser speziellen Steigung um eine langsame Phase (Slow Component; SC) handeln.

Eine Regressionsgerade wird vom Anfang und Ende jeder FC gezogen, wobei es sich jeweils um das Ende der vorherigen SC und den Beginn der folgenden SC handelt. Die Länge dieser Geraden wird so lange vergrößert (weg von der FC, siehe Abbildung 9.3), wie die Standardabweichung dieser Regressionsgeraden die festgelegte Schwelle nicht überschreitet. Diese Schwelle entspricht der Standardabweichung des Signals während der Kalibrierung, multipliziert mit einem Faktor, der in die Analyseparameter eingegeben wird.

Wenn die Standardabweichung die Schwelle überschreitet oder wenn ein Start oder Ende einer anderen FC erreicht wurde, wird dieser Teil vorläufig als SC gekennzeichnet. Die SC wird anhand von zwei Kriterien beurteilt:

- Die Dauer muss mindestens 100 ms (fester Wert) betragen.
- Das Verhältnis der Geschwindigkeiten der SC und der FC muss die Kriterien erfüllen, die in den Analyseparameter festgelegt wurden.

Wenn das komplette Signal analysiert wurde, werden die langsamen Phasen im Hinblick auf Trends untersucht. Die Geschwindigkeit der einzelnen SC muss sich innerhalb des Toleranzbereichs der mittleren Geschwindigkeit der umgebenden SCs befinden. Die Toleranz und die Breite des Fensters können als Parameter eingestellt werden. SCs, die nicht zu den Kriterien passen, werden entfernt, jedoch bei der Berechnung des Mittelwerts für den Zeitraum verwendet.

9.2.2. Parameter

Der Untersucher kann die Analyseparameter der Nystagmusanalyse für jede Untersuchungskonfiguration einstellen:

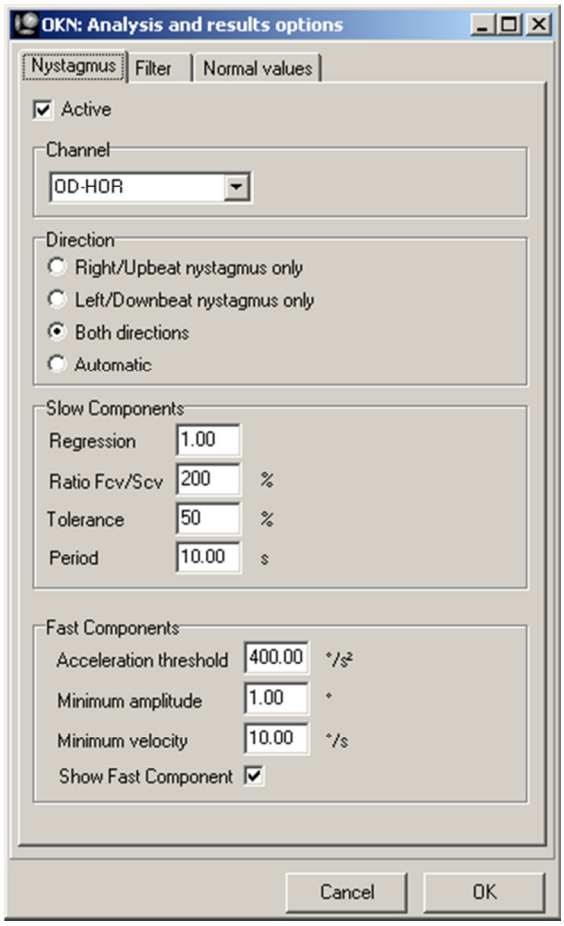


Abbildung 9.4: Parameter der Nystagmusanalyse

- Aktiv: Wenn markiert, wird die Analyse durchgeführt.
- Kanal: Der Kanal, mit dem die Analyse durchgeführt wird (nur ENG- und VOG-Kanäle sind verfügbar).
- Richtung: Legt fest, ob die Analyse Nystagmen nach rechts, links oder in beide Richtungen akzeptiert. Oder ob das System die Nystagmen automatisch, auf Basis der Art der Untersuchung, bestimmt.
- Parameter der langsamen Komponente (SC) des Nystagmusschlages:
  - Regression: Zusammen mit der Standardabweichung des Signals legt dies den Regressionsschwellenwert fest.
  - Verhältnis Fcv/Scv: Mindestverhältnis FCV/SCV, dem eine SC entsprechen muss (in Prozent).
  - Toleranz: Toleranz, der jede SC im Vergleich zu ihrer Umgebung entsprechen muss (in Prozent). Es wird der Mittelwert innerhalb einer Periode links und rechts von jedem Schlag ermittelt.
  - Periode: Breite der Toleranzfensters, mit dem die mittlere SC (in Sekunden) bestimmt wird.
- Parameter der schnellen Komponente (FC):
  - Beschleunigungsschwelle: Mindestbeschleunigung, die eine schnelle Phase zu Beginn und am Ende haben muss (in °/s ²).
  - Mindestamplitude der FC (in °).
  - Mindestgeschwindigkeit der FC (in °/s).

Die Bereiche aller variablen Parameter sind in der nachstehenden Tabelle angegeben:

Parameter	Bereich
Beschleunigungsschwelle	100 - 900°/s²
Mindest-FC-Amplitude	0,5 - -5,0°
Mindest-FC-Geschwindigkeit	5 – 100°/s
Mindestverhältnis FC/SC	10 – 500%
Regressionsfaktor	0,5 – 10,0
Toleranzperiode	0,5 – 100,0 s
Toleranz	5 – 500%

9.3. Sakkadenanalyse

Sakkaden sind schnelle Augenbewegungen, die durch Fixation des Auges auf ein springendes Ziel verursacht werden. Die Geschwindigkeit der Augenbewegung und die Genauigkeit der Fixation können untersucht werden, indem ein visueller Stimulator ein springendes Ziel erzeugt, dem der Patient folgen muss.

9.3.1. Analysemethode

Während einer Untersuchung ist es erforderlich, das Augensignal aufzuzeichnen. Dieses Signal enthält die Sakkaden des visuellen Ziels. In der Ableitung dieses Signals (Geschwindigkeit in Grad pro Sekunde) wird ein Wert gesucht, der eine vorgegebene Schwelle überschreitet.

Nachdem die Positionen der Sakkaden im Stimulussignal festgestellt wurden, wird das Sakkadenanalysesignal (Augensignal) in einem Zeitraum von 1 Sekunde nach jeder Sakkade im Stimulussignal nach Sakkaden durchsucht. In diesem Fall wird auch die Geschwindigkeit bestimmt. Die Ableitung wird mittels der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt, die zur kontinuierlichen Überprüfung der Steigung verwendet wird. So wird selbst bei verzerrten Signalen eine verlässliche Analyse erstellt.

Eine Sakkade im Augensignal wird als Sakkade akzeptiert, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

- Zunächst muss die Geschwindigkeit des Auges für einen Zeitraum von mindestens 10 Millisekunden 10°/s betragen.
- Dann muss die Geschwindigkeit mindestens 35°/s betragen.

Wenn dies der Fall ist, wird die Sakkade als eine Augensakkade akzeptiert. Das Ende der Sakkade wird ermittelt, wenn die Geschwindigkeit der Sakkade unter die untere Schwelle, d. h. 10°/s, fällt. Die Größe der Sakkade wird durch die Bestimmung des Mittelwerts des Augensignals vor und nach der Sakkade berechnet.

9.3.2. Parameter

Der Untersucher kann die Analyseparameter der Sakkadenanalyse für jede Untersuchungskonfiguration einstellen (siehe Abb. 9.5):

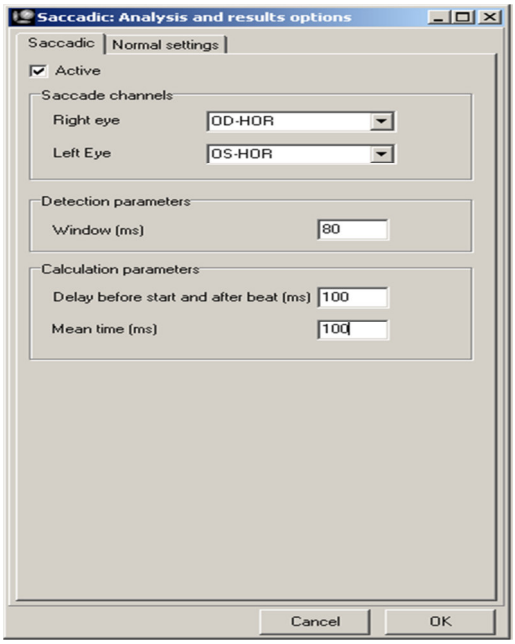


Abbildung 9.5: Parameter der Sakkadenanalyse

- **Active**: Wenn markiert, wird die Analyse durchgeführt.
- **Saccade channels**: Die Kanäle, mit denen die Analyse durchgeführt wird (nur ENG- und VOG-Kanäle sind verfügbar).
- **Detection parameters**: **Window** definiert die Breite des Fensters, innerhalb der die Ableitung bestimmt wird (in ms)
- Berechnungsparameter: **Delay** definiert die Zeitverzögerung

Zwei Parameter bestimmen, wie der Mittelwert vor und nach einer Sakkade ermittelt wird:

- **Delay before start and after beat** geben die Zeitverzögerung (in ms) vor und nach jeder Sakkade zur Bestimmung des Mittelwerts des Augensignals an.
- **Mean** gibt die Zeit für den Mittelwert an.

9.4. Spektralanalyse

Während einer Smooth-Pursuit-Untersuchung bzw. eine Drehschwung-Untersuchung werden die Augenbewegungen mit dem Stimulus verglichen, bei dem es sich um ein visuelles Ziel, dem der Patient folgen muss, oder einen Drehstuhl, auf dem der Patient sitzt, handeln kann. Die Korrelation zwischen beiden Signalen kann mit Hilfe einer Spektralanalyse bestimmt werden.

9.4.1. Analysemethode

Es werden die Spektren sowohl des Stimulussignals (Position des visuellen Ziels oder Position/Geschwindigkeit des Drehstuhls) als auch des Antwortsignals (häufig das Augensignal) ermittelt (siehe Abbildung 9.6).

Die Spektren des Stimulus sollten einen Peak bei der Frequenz enthalten, mit der sich der Stimulus (visuelles Ziel oder Drehstuhl) bewegt, zum Beispiel bei einer Drehfrequenz des Stuhls von 0,1 Hz.

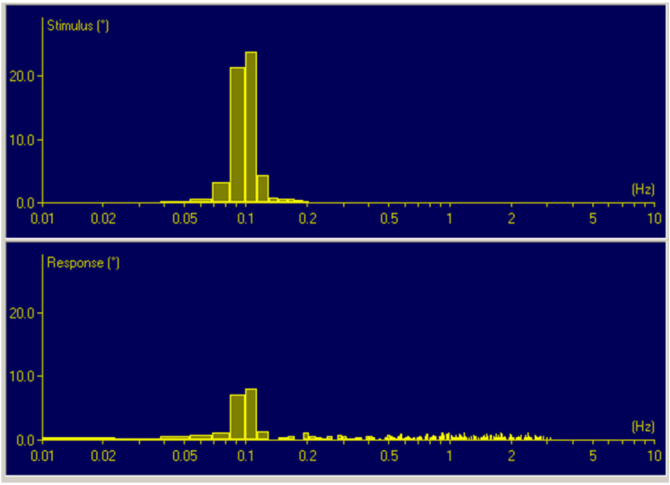


Abbildung 9.6: Ansicht der Spektren

Die Spektren des Antwortsignals sollten einen Peak bei der gleichen Frequenz enthalten. Das Verhältnis der Höhen der Peaks von Stimulus und Antwort sowie die Phasenverschiebung bei dieser Frequenz werden berechnet.

Zur Bestimmung der Spektren wird eine Fast-Fourier-Transformation (FFT) durchgeführt. FFT wird an einer Anzahl von Abtastwerten durchgeführt, die eine Zweierpotenz ist. Da die Länge der Untersuchung ist vom Benutzer frei wählbar ist, ist es möglich, die Anzahl der verfügbaren Abtastwerte geringer ist; in diesem Fall werden Nullen hinzugefügt (Anhängen von Nullen). Die Daten werden auch mittels eines Hamming-Fensters bearbeitet.

Vor Ermittlung der Spektren können verschiedene Filter auf die Signale angewendet werden. Zunächst kann beispielsweise die Ableitung des Signals gebildet werden, um aus einem Positionssignal ein Geschwindigkeitssignal zu erhalten. Für einen gültigen Vergleich müssen Stimulus- und Antwortsignal dieselbe Einheit, z. B. Geschwindigkeit, besitzen.
Nach der optionalen Differentiation können mehrere Filter angewendet werden, die im nächsten Abschnitt beschrieben werden.

9.4.2. Parameter

Der Untersucher kann die Analyseparameter der Spektralanalyse für jede Untersuchungskonfiguration einstellen (siehe Abb. 9.7):

- **Active**: Wenn markiert, wird die Analyse durchgeführt.
- **Stimulus 1**, **Stimulus 2**: Ein oder zwei Signale, die den Stimulus definieren
- **Response 1, Response 2:** Ein oder zwei Signale, die die Antwort zum jeweiligen Stimulus definieren
- **Invert:** Wenn markiert wird das jeweilige Signal invertiert
- **Differentiate**: Differentiation anwenden. Die Breite des Differentiationsfensters (**Width**)wird in Abtastwerten angegeben
- **Median**-, Perzentil (**Percentile**) - und/oder Mittelungs (**Average**)-Filter anwenden. Die Breite des Differentiationsfensters (**Width**)wird in ms angegeben
- **Integration**: Signal Integrieren um beispielsweise ein Positionssignal aus einem Geschwindigkeitssignal zu erhalten.

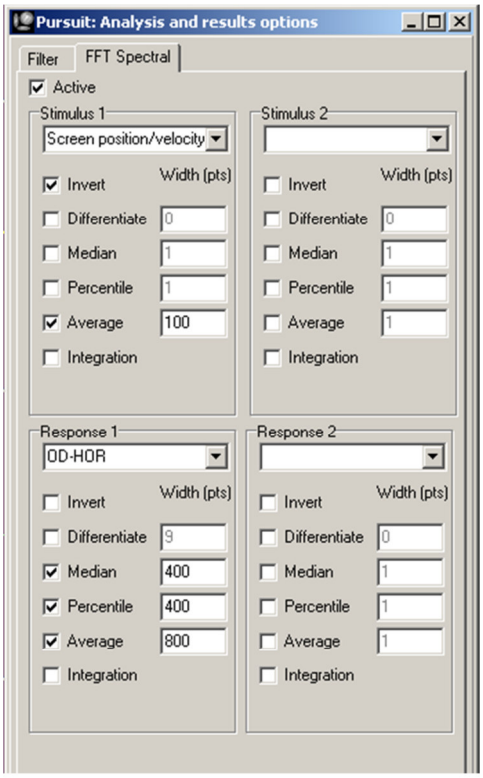


Abbildung 9.7: Spektralparameter

9.5. Filterung

Bei der Erkennung von Nystagmusschlägen in einem Augensignal wird die Geschwindigkeit der langsamen Phase jedes Schlags (die SCV) gegen die Zeit aufgetragen. Die SCV ist die Momentangeschwindigkeit des Auges.
Es wurde eine Methode entwickelt, um die kontinuierliche Geschwindigkeit des Auges ohne die Komponenten der schnellen Phase zu berechnen. Bei dieser Methode werden nacheinander folgende Filter angewendet:

- Differentiation, um das Geschwindigkeitssignal zu erhalten.
- Median- und Perzentil-Filter, um Zacken aus dem Geschwindigkeitssignal zu löschen (die schnellen Komponenten der Nystagmusschläge).
- Mittelwertfilter; aufgrund der beiden vorherigen Filter zeigt das Signal Sakkaden. Durch Mittelung wird das Signal wieder geglättet.
- Integration, um ein Positionssignal aus einem Geschwindigkeitssignal zu erhalten.

Alle Filter werden nachfolgend beschrieben.

9.5.1. Differentiation

Durch die Differentiation wird die erste Ableitung eines Signals berechnet werden, z. B.ein Geschwindigkeitssignal aus einem Positionssignal. Die Breite des Differentiationsfensters ist einstellbar (in Abtastwerten). Die erste Ableitung eines Punktes y wird wie folgt berechnet:

$$y'(n) = \frac{y\left(n + \frac{w}{2}\right) - y\left(n - \frac{w}{2}\right)}{x\left(n + \frac{w}{2}\right) - x\left(n - \frac{w}{2}\right)}$$

w = Breite des Fensters in Abtastwerten

Die Breite des Fensters sollte eine gerade Zahl sein, andernfalls wird eine Phasenverschiebung eingeführt. Der Mindestwert ist 3. Bei einem verrauschten Signal kann ein breiteres Fenster gewählt werden.

9.5.2. Medianfilter

Medianfilter eignen sich dazu, kurze Peaks aus einem Signal zu entfernen, ohne Sakkaden zu glätten. Die Filterung wird wie folgt ausgeführt: Alle Werte innerhalb eines bestimmten Fensters um Abtastwert y_n werden sortiert. Der Wert in der Mitte dieser Reihe von Abtastwerten (der Median) wird der neue Wert Y_n.

9.5.3. Perzentilfilter

Ein Perzentilfilter funktioniert in ähnlicher Weise wie ein Medianfilter, jedoch wird nicht der Median aus der Reihe der Abtastwerte genommen (bei 50 %), sondern ein Wert zwischen dem ersten Quartil (25 %) und dem dritte Quartil (75 %) innerhalb des Fensters. Die Position des Wertes von der Verteilung innerhalb des Fensters ab:

$$p = m + \frac{v_{d,1} - v_{d,2}}{v_{d,1} + v_{d,2}} \times w$$

$$v_{d,1} = v_m - v_{q,1}$$

$$v_{d,2} = v_{q,3} - v_m$$

M = Median
P = Perzentil
$V_{d,1}$ = Differenz von Medianwert und Wert des ersten Quartils (25 %)
$V_{d,2}$ = Differenz von Medianwert und Wert des dritten Quartils (75 %)
V_m = Wert am Median

$V_{q,1}$ = Wert am ersten Quartil (25 %)
$V_{q,2}$ = Wert am dritten Quartil (75 %)

Ein Perzentilfilter entfernt schnelle Nystagmus-Komponenten, die wie breite Peaks in einem Augengeschwindigkeitssignal aussehen.

9.5.4. Mittelwertbildung

Ein Mittelwertfilter glättet ein Signal. Beispielsweise kann ein Signal nach einem Median- und Perzentilfilter schnelle Sakkaden aufweisen. Diese werden vom Mittelwertfilter geglättet. Ein Mittelwertfilter ersetzt jeden Abtastwert y_n durch den Mittelwert des Signals innerhalb eines bestimmten Fensters um diesen Abtastwert herum.

9.5.5. Integration

Durch Integration kann ein Positionssignal aus einem Geschwindigkeitssignal erhalten werden. Wenn beispielsweise schnelle Komponenten aus dem Augensignal entfernt wurden, zeigt die Integration das Positionssignal ohne schnelle Augenbewegungen.

9.5.6. Parameter

Abbildung 9.8 zeigt das Fenster, in das alle Parameter für alle Filtertypen eingegeben werden können. Die Breite eines Filterfensters wird in Millisekunden eingegeben, mit Ausnahme des Differentiationsfilters, bei dem die Breite in Abtastwerten angegeben wird.

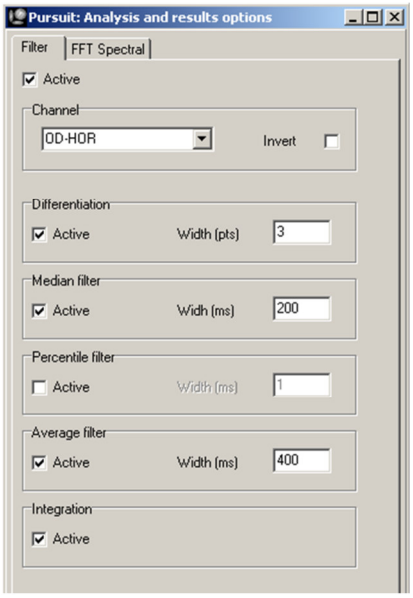


Abbildung 9.8: Filterparameter

10. Stimulatoren

Im VESTAR 300 können verschiedene Arten von Stimulatoren eingesetzt werden. Für jede Untersuchung (Untersuchungskonfiguration) kann die Art des Stimulators (der Stimulatoren) mit den spezifischen Einstellungen festgelegt werden. Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Stimulatoren und ihre Möglichkeiten.

Anmerkung: Zum Ändern der Einstellungen muss der Untersucher als Administrator angemeldet sein.

10.1. Visueller Stimulator

Der visuelle Stimulator kann (bewegte) Bilder auf einem TV-Bildschirm oder mit Hilfe eines Beamers erzeugen. Der Stimulator wird über BalanceLab programmiert. Es stehen verschiedene Arten von Zielen oder Bewegungsprofilen zur Verfügung.

Wird der visuelle Stimulator nicht benutzt, bleibt der Bildschirm bzw. die Projektion schwarz. Beim Start einer Untersuchung wird das ausgewählte Ziel erzeugt und das Bewegungsprofil sofort gestartet. BalanceLab wartet nicht, bis die tatsächliche Aufnahme der Signale erfolgt. Beim Beenden einer Untersuchung wird ebenso der visuelle Stimulator gestoppt.

10.1.1. Visuelle Ziele

Es können mehrere verschiedene Ziele (Targets) ausgewählt werden (siehe auch Abb. 10.1):

- Ein Punkt mit variablem Durchmesser, der eingestellt werden kann (in Grad, unter **Target properties**)
- Vertikale oder horizontale Balken; die Menge an Balken kann eingestellt werden (unter **Target properties**)
- Stern: Auf dem Bildschirm werden pseudozufällige Punkte erzeugt.
- Bitmap: Ein Bild kann aus einer Liste ausgewählt werden.

Mit Ausnahme des Bitmap sind sowohl die Farbe des Ziels als auch die des Hintergrundes einstellbar (unter **Target properties**).

10.1.2. Profile und Parameter

Das ausgewählte Ziel kann mit Hilfe verschiedener Arten von Profilen bewegt werden:

- **Fixation**: Das Ziel bleibt im Zentrum der Ansicht. Es können keine Parameter eingestellt werden.
- **Gaze**: Das Ziel erscheint in der Mitte, links, rechts und ober- und unterhalb der Mitte wie bei einem Fadenkreuz. Als Parameter einzustellen ist der Winkel zwischen dem Zentrum und der anderen Position.
- **Saccadic**: Das Ziel springen entweder horizontal (**Direction of Stimulus horizontal**) oder vertikal (**Direction of Stimulus vertical**) auf dem Bildschirm bzw. der Projektionsleinwand. Der Mittelpunkt des Bildschirms ist das Zentrum der Bewegung. Das Ziel kann nach jeder Sakkade zum Mittelpunkt zurückkehren (**Saccade from center**). Der Winkel der Sakkade kann eingestellt werden (in Grad). Es ist möglich, pseudozufällige Sakkaden zu erzeugen (**Random position saccades**). Der eingestellte Winkel wird dann als maximaler Winkel verwendet, innerhalb dessen zufällige Sakkaden erzeugt werden können. Die Zeit zwischen Sakkaden ist zufällig gewählt, damit sichergestellt ist, dass der Patient Sakkaden nicht vorhersehen kann. Es können folgende Parameter eingestellt werden.
- **Linear**: Das Ziel bewegt sich mit einer kontinuierlichen Geschwindigkeit über den Bildschirm. Es können folgende Parameter eingestellt werden.
    - Geschwindigkeit (in Grad pro Sekunde)
    - Richtung: links, rechts, oben, unten
- **Sine**: Das Ziel bewegt sich nach einem Sinus-Profil über den Bildschirm (horizontal oder vertikal), wobei die Mitte des Bildschirms als Zentrum der Bewegung verwendet wird. Sowohl Winkel als auch Frequenz der Bewegung können eingestellt werden. Es können folgende Parameter eingestellt werden:
    - Maximaler Winkel der Bewegung (**Angle** in Grad)
    - Frequenz der Bewegung (**Frequency** in Hertz)
    - Ausrichtung (**Direction of stimulation**, horizontal oder vertikal)

- **Triangle**: Das Ziel bewegt sich in dreieckiger Form horizontal oder vertikal über den Bildschirm, wobei die Mitte des Bildschirms als Zentrum der Bewegung verwendet wird. Das bedeutet, dass die Geschwindigkeit der jeweiligen Richtung konstant ist. Es können folgende Parameter eingestellt werden:
    - Winkel der Bewegung (**Angle** in Grad)
    - Frequenz der Bewegung (**Frequency** in Hertz)
    - Ausrichtung (**Direction of stimulation**, horizontal oder vertikal)
- **Table**: Das Ziel springt nach den in einer Tabelle festgelegten Winkeln

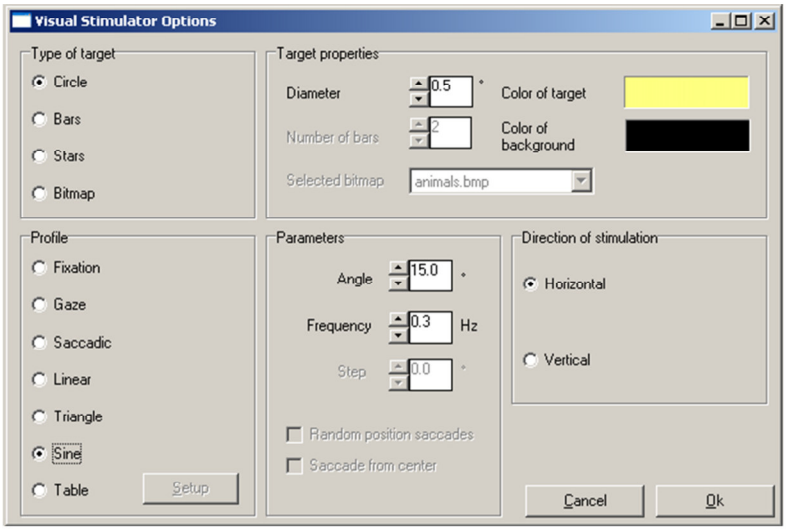


Abbildung 10.1: Bildschirm Options des visuellen Stimulators

10.1.3. Online-Parameter

Es ist möglich, verschiedene Parameter während der Aufnahme einer Untersuchung zu ändern. Während der Ausführung der Untersuchung erscheinen folgende Schaltflächen im Schaltfächen-Menü (siehe Abb. 10.2)

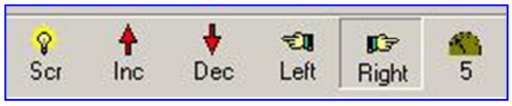


Abbildung 10.2: Schaltflächen für die Online-Änderung von Parametern des visuellen Stimulators

Nachstehende Tabelle enthält eine Beschreibung der Schaltflächen:

Schaltfläche	Beschreibung
[Scr]	Schaltfläche zum Ein- oder Ausschalten des visuellen Stimulators. Bei eingeschaltetem Stimulator ist die Schaltfläche leuchtend gelb. Im ausgeschalteten Zustand wird die Schaltfläche grau hinterlegt (transparent).
[Inc] und [Dec]	Mit diesen Schaltflächen kann die Geschwindigkeit (in manchen Fällen Frequenz) des Stimulus erhöht oder verringert werden. Die Erhöhung oder Verringerung hat den Wert, der unter “Step” festgelegt wurde (siehe Abbildung 9.1, unter “Parameters”).
[Left] und [Right] oder [Up] und [Down]	Je nach Ausrichtung der Bewegung kann die Bewegungsrichtung mit diesen Schaltflächen umgekehrt werden.
[Geschwindigkeit]	Anzeige (Tachometer) der Ist-Geschwindigkeit des Stimulus. Dies ist KEINE Schaltfläche.

10.2. Drehstuhl-Stimulator

Das Drehstuhl-Menü stellt die Parameter ein, nach denen sich der Drehstuhl, auf dem ein Patient oder Proband sitzt, bewegt. Als Option gibt es eine einen Exzenter, der durch BalanceLab gesteuert, den Patientensitz nach rechts oder links aus dem Drehzentrum verschiebt.

Die Einstellungen dieser Option finden Sie auf der rechten Seite des Menüs. (Abb. 10.3)

10.2.1. Profile und Parameter

Der BalanceLab Benutzer kann das Drehprofil des Stuhls in einen einzigen Bildschirm mit allen möglichen Drehprofilen und Einstellparametern einstellen (siehe Abb. 10.3).

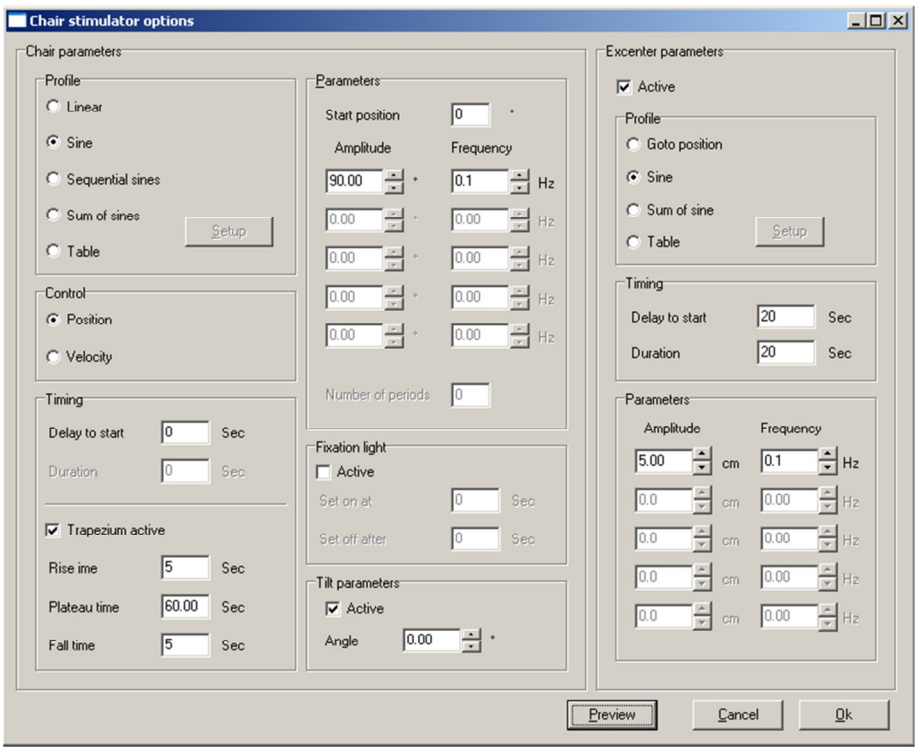


Abbildung 10.3: Bildschirm Options des Drehstuhls

Der Untersucher kann die folgenden Möglichkeiten einstellen:

Profile: Das vom Stuhl ausgeführte Bewegungsprofil:

- **Linear**: Der Stuhl dreht sich mit einer festgelegten Geschwindigkeit. Über dieses Profil wird ein Trapez gelegt, das die Beschleunigung des Stuhl bis zum Erreichen der eingestellten Geschwindigkeit angibt und wie lange die Geschwindigkeit beibehalten wird und wie die Verzögerung des Stuhls bis zum Stillstand definiert ist. Bei diesem Profil sind folgende Parameter verfügbar:
    - Drehgeschwindigkeit des Stuhls
    - Beschleunigung, Verzögerung und Dauer der Rotation bei der eingestellten Geschwindigkeit.

- **Sine**: Der Stuhl dreht sich gemäß einem Sinus-Profil nach links und rechts. Amplitude und Frequenz der Bewegung können eingestellt werden. Optional kann ein Trapez über dieses Profil gelegt werden. Die Anstiegs- und Abfallzeiten dieses Trapezes können eingegeben werden. Bei diesem Profil sind folgende Parameter verfügbar:
    - Amplitude und Frequenz des Sinus.
    - Anstieg, Abfall und Plateauzeit des Trapezes.

- **Sequential sines**: entsprechen dem Sinus-Profil, nur dass mehr Sinus-Bewegungen nacheinander durchgeführt werden. Optional kann ein Trapez über dieses Profil gelegt werden. Bei diesem Profil sind folgende Parameter verfügbar:
    - Amplitude und Frequenz der Sinus-Bewegungen.
    - Anstieg, Abfall und Plateauzeit des Trapezes.

- **Sum of sines**, wie das sequenzielle Sinusprofil, nur dass alle Sinus-Bewegungen überlagert werden. Optional kann ein Trapez über dieses Profil gelegt werden. Bei diesem Profil sind folgende Parameter verfügbar:
    - Amplitude und Frequenz der Sinus-Bewegungen.
    - Anstieg, Abfall und Plateauzeit des Trapezes.

- **Table**, abhängig von der Steuerung wird der Stuhl für einen bestimmten Zeitraum nacheinander auf bestimmte Positionen oder Geschwindigkeiten eingestellt.

Für jedes Profil sind mehrere Parameter anwendbar:

- **Control**: Der Stuhl ist anhand seiner Position oder Geschwindigkeit gesteuert. Alle Parameter beziehen sich, je nach der getroffenen Wahl, auf Position oder Geschwindigkeit.
- **Start position**: Die Position, wo der Stuhl das Profil beginnt.
- **Delay to start**: Verzögerung bis zum Start des Profils durch den Stuhl.

10.2.3. Drehstuhloptionen

Stehen Drehstuhloptionen zur Verfügung, können weitere Bewegungen ausgewählt werden (rechter Teil in Abb. 10.3, **Excenter Parameters**):

- Der Stuhl kann exzentrisch rotieren (außerhalb der Drehachse des Stuhls). Der Exzenter kann nach verschiedenen Profilen bewegt werden. Diese Bewegung kann gleichzeitig mit einer Drehung stattfinden. Folgende Exzenter-Bewegungen sind möglich:
    - **Fixed position**; der Exzenter wird auf eine feste Position eingestellt und bleibt dort. Die Position des Exzenters ist der einzige Parameter.
    - **Sine:** Der Exzenter wird nach einem Sinus-Profil bewegt. Parameter sind Amplitude und Frequenz des Sinus.
    - **Sum of sine**: wie oben, nur dass das Profil aus mehreren Sinuskurven zusammengesetzt ist.
    - **Table**: Der Exzenter wird auf feste, in einer Tabelle beschriebene Positionen gefahren.

9.2.4. Profilvorschau

Nach Wahl der Einstellungen kann der Untersucher mit der Schaltfläche **Preview** eine Vorschau des Profils des Stuhls und des Exzenters (sofern verfügbar) aufrufen (siehe Abb. 10.4).

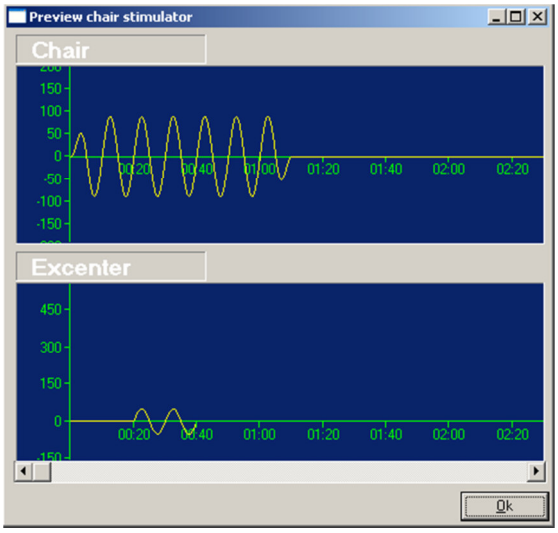


Abbildung 9.4: Vorschau des Drehstuhlprofils

11. Anhang A - Empfohlene Literatur und Referenzen

- Visual – vestibular interaction. J.J. Konijneberg (Thesis UM 1993)
- The vestibulo ocular reflex (VOR) during high-frequency head rotation. A. Meulenbroeks (Thesis UM, 1997)
- Dynamic posturography near the limit of stability, A.M. El-Kahky (Thesis UM, 1998)
- Motor aspects of binocularity. J. Bosman (Thesis UM., 2001)
- Human Head Neck Response in Frontal, Laterla and Read End Impat Loading. M. v.d.Horst (Theis TUE, 2002)
- Galvanic Induced Body Sway. S.G.T. Balter (Thesis UM, 2004)
- Patij J, Kingma H, Pijnenberg H. A study of eye movements elicted by trunk rotation during head fixation in normals and patients with cervial spine injuries. Proceedings International Meeting on Max. Medicine, 1-5 september 1992, Brussels (B), pp. 544-553.
- Kingma H, Gulikers H, Jong de I, Jongen R, Dolmans M, Stegeman P. Real Time Binocular Detection of Horizontal Vertical and Torsional Eye Movements by an Infra Red Video-Eye Tracker. Acta Otolaryngol. (Stockh) 1995;520:9-15.
- Bekkering H, Adam JJ, Kingma H, Hudson A, Whiting H.T.A. Reaction time latencies of eye and hand movements in single and dual-task conditions. Experimental Brain Examination 1994; 97:471-476
- Konijenberg JJ, Kingma H. Visuo-vestibular Interaction Measurements: An alternative for Rotation Test with Better Discriminatory Power? Acta Otolaryngol. (Stockh) 1995;520:194-198
- Meulenbroeks AAWM, Kingma H, Twisk van JJ, Vermeulen MP. Quantitative Evaluation of the Vestibular Autorotation Test (VAT) in Normal Subjects. Acta Otolaryngol (Stockh) 1995;520:327-333
- Bekkering H, Adam JJ, Aarssen van den A, Kingma H, Whiting HTA. Interference between saccadic eye and goal-directed hand movements. Ecp. Brain Res 1996;106:475-484
- EL-Kahky A M, Jong de I, Dolmans M, Kingma H. Postural control near the limit of stability at various sensory conditions in patients suffering from vertigo or balance disorders: Iompact of sensory input on balance control. Accepted for publication in Acta Oto0Laryngologica, 2000
- Bosman J, Ten Tusscher M,Vles J, Kingma H. The influence of visual input on the vestibulo ocular reflex. Documenta Ophtamologica 99:83-92, 1999
- H.Kingma, A. Meulenbroeks, I de Jong. Vestibular Ocular Reflexes in Ménière Patients Evaluated by Passive High Frequency Head Rotation (Yaw) and Sidewards Acceleration. Acta Otolaryngol. (Stockh) 2000;544:19-26.
- Bosman J, Tusscher M ten, Jong I de, Vles, JS and Kingma H. Listing's Law in Strabismus and Amblyopia. Strabismus 8, 157-168, 2000.
- R. Happee, R. Meijeer, K. Ono, M.J. v.d. Horst and K. Yamazaki. Analysis of rear-end impact using mathematical human modelling . In JSAE Spring Conventium Proceedings, No 37-00, pp 9-12. JSAE, 2000. Paperno. 20005335
- Adam JJ, Nieuwenstein JH, Huys R, Paas FG, Kingma H, Willems P, Werry M. Control of rapid aimed hand moevemnts: the one-target advantage. J Exp Psychol Hum Percept Perform. 2000;26(1):295-312
- Adam JJ, Huijs R, Loon EM, Kingma H, Paas F. Effetcs of spatial and sumbolic precues on localisation performance. Pychological Examination 2000; 64:66-80
- Balter S, Boumans R, Stokroos R, Kingma H. Galvanic induced body sway in young adults and patients with acoustic neurinoma. Proceedings Int. Society for Postural and Gait Examination. 10-11. ISBN 90-76986-02-9
- Kingma H, Kavelaars J, Tienen N van, Caris R. Evaluation of the statolic function by measurement of ocular counter rolling? ORL Nova 2001;11:68-79

- M.J. van der Hoirst, P.H.M. Bovendeerd, R.Happee, J.S.H.W. Wisman, H. Kingma. Simulation of rear end impact with a full body human model with detailed neck: role of passive muscle properties and initial sitting posture. In proceedings of the17th ESV conference, Amsterdam, The Netherlands. NHTSA, USA, 2001. Paper 119
- Bosman J, ten Tusscher M, Vles J, Kingma H. The influence of visual input on the VOR, Documenta Ophatlmologica 2001;00:83-92
- Mateijsen DJ,Hengel PW, Kingma H, Oreel MA, Wit HP, Albers FW. Vertigo and electronystagmography in uni-a nd bilateral Meniere's disease. ORL Otorhinolaryngol Relat Spec. 2001 Nov-Dec;63(6):341-8
- Bosman J, Tusscher M ten, Jong I de, Vles, JS and Kingma H. The Influence of Eye Muscle Surgery on Shape and Relative Orientation of Displacement Planes: Indirect Evidence for Neural Control of 3D-Eye Movements. Strabismus 10, 199-209, 2002.
- Stokroos,-R; Kingma,-H. Selective vestibular ablation by intratympanic gentnamic inpatients with unilateral active Meniere's disease: a prospective, double-blind, placebo controlled, randomized clinical trial. Acta-Otolaryngol. 2004 Mar; 124(2):172-5
- Balter SG, Stokroos RJ, Jong de I, Boumans R, Laar vd Maikel, Kingma H. Background on Methods of Stimulation in Galvanic-induced Body Sway in Young Healthy Adults. Acta Otolaryngol 2004; 124(3):262-71
- Balter SG, Stokroos RJ, Akkermans E, Kingma H. Habituation to galvanic vestuibular stimulation for analysis of postural control abilities in gymnasts. Neurosci-Lett. 2004 Aug 5;366(1):71-5

12. Anhang B - Formeln und Berechnungen

Dieser Anhang zeigt die Formeln aller Berechnung für alle Untersuchungsarten.

Sakkaden

Positionsvergleich (Dysmetrie): Die mittlere Abweichung der Sakkaden im Vergleich zur Sakkade des visuellen Ziels

$$Dysmetrie = \frac{\sum \frac{AugenWinkel}{StimulusWinkel} \times 100\%}{AnzahlSakkaden}$$

Amplitudenvergleich (Konjugation): Vergleich der Größe der Sakkaden von linkem Auge und rechtem Auge.

$$PositionDyskonjugation = \frac{\sum \frac{\left(\mathrm{Re}chtesAugeWinkel - LinkesAugeWinkel\right)}{\left(\mathrm{Re}chtesAugeWinkel + LinkesAugeWinkel\right)} \times 100\%}{AnzahlSakkaden}$$

Geschwindigkeitsvergleich (Konjugation): Vergleich der berechneten mittleren maximalen Geschwindigkeit von linkem Auge und rechtem Auge.

$$GeschwindigkeitDyskonjugation = \frac{\sum \frac{\left(MaxGeschw\,\mathrm{Re}chtesAuge - MaxGeschwLinkesAuge\right)}{\left(MaxGeschw\,\mathrm{Re}chtesAuge + MaxGeschwLinkesAuge\right)} \times 100\%}{AnzahlSakkaden}$$

Langsame Augenfolgebewegungen (Smooth Pursuit)

Die Verstärkung und die Phase werden mithilfe einer so genannten „Power Matrix“ berechnet, die aus einer Spektralanalyse (Fast Fourier Transform) resultiert.

$$Verstärkung = \frac{Power_{resp}}{Power_{stim}} = \frac{\left(\mathrm{Re}_{resp}[n] + \mathrm{Im}_{resp}[n]\right)^2}{\left(\mathrm{Re}_{stim}[n] + \mathrm{Im}_{stim}[n]\right)^2}$$

$$Phase = a\tan\left(\frac{\mathrm{Im}_{resp}[n]}{\mathrm{Re}_{resp}[n]}\right) - a\tan\left(\frac{\mathrm{Im}_{stim}[n]}{\mathrm{Re}_{resp}[n]}\right)$$

In dieser Gleichung ist *n* der Index des gefundenen Spektralpeaks.

Optokinetischer Nystagmus (OKN)

Die Nystagmusasymmetrie wird mithilfe einer Kontrastfunktion der mittleren Maximalgeschwindigkeit der fünf schnellsten Nystagmusschläge (*Slow Component Velocity*) nach rechts und links berechnet.

$$NystagmusAsymmetrie = \frac{Scv_{\max} rechts - Scv_{\max} links}{Scv_{\max} rechts + Scv_{\max} links} \times 100\%$$

Drehpendel

Die Verstärkung und die Phase werden mithilfe einer so genannten „Power Matrix“ berechnet, die aus einer Spektralanalyse (Fast Fourier Transform) resultiert.

$$Verstärkung = \frac{Power_{resp}}{Power_{stim}} = \frac{\left(\mathrm{Re}_{resp}[n] + \mathrm{Im}_{resp}[n]\right)^2}{\left(\mathrm{Re}_{stim}[n] + \mathrm{Im}_{stim}[n]\right)^2}$$

$$Phase = a\tan\left(\frac{\mathrm{Im}_{resp}[n]}{\mathrm{Re}_{resp}[n]}\right) - a\tan\left(\frac{\mathrm{Im}_{stim}[n]}{\mathrm{Re}_{resp}[n]}\right)$$

In dieser Gleichung ist *n* der Index des gefundenen Spektralpeaks.

Die Nystagmusasymmetrie wird mithilfe einer Kontrastfunktion der mittleren Maximalgeschwindigkeit der fünf schnellsten Nystagmusschläge (*Slow Component Velocity*) nach rechts und links berechnet.

$$NystagmusAsymmetrie = \frac{Scv_{rechts} - Scv_{links}}{Scv_{rechts} + Scv_{links}}$$

Drehstopp (*Velocity Step*)

Eine logarithmische Anpassung durch alle SCVs wird anhand der folgenden Anpassung berechnet:

$$y = a \times e^{bx}$$

Aus dieser Anpassung werden folgende Parameter extrahiert:
Schnittpunkt zwischen der Geraden und der Y-Achse, der die anfängliche Augengeschwindigkeit v_0 angibt.
Zeitpunkt, zu dem sich die Antwort auf 37 % des Anfangswertes verringert hat, Tau.
Verhältnis zwischen der Geschwindigkeit der Augenreaktion und der Geschwindigkeit des Stuhls, Gain.

$$v_0 = a$$
$$Tau = 1/b$$
$$Gain = \frac{v_0}{v_{Stuhl}}$$

Die Nystagmusasymmetrie wird mithilfe einer Kontrastfunktion der anfänglichen Augengeschwindigkeit V_0 nach links und nach rechts berechnet.

$$NystagmusAsymmetrie = \frac{v_0 rechts - v_0 links}{v_0 rechts + v_0 links} \times 100\%$$

Die Zerfallsasymmetrie wird mithilfe einer Kontrastfunktion der Zerfallszeit Tau nach links und nach rechts berechnet.

$$Zerfallssymmetrie = \frac{\frac{1}{tau_0 rechts} - \frac{1}{tau_0 links}}{\frac{1}{tau_0 rechts} + \frac{1}{tau_0 links}} \times 100\%$$

<u>Kalorisch</u>

Durch die Nystagmus-Reaktion wird eine Anpassung nach folgender Formel berechnet:

$$y = a \times (x - d)^4 \times e^{b(x-d)}$$

Die Zeitspanne (10 Sekunden) um das Maximum dieser Anpassung wird als Kulminationsphase bezeichnet. Das Maximum der Anpassung wird Amplitude der Kulminationsphase genannt. Aus den vier verschiedenen kalorischen Untersuchungen werden mithilfe einer Kontrastfunktion die Nystagmusasymmetrie und die Labyrinthasymmetrie berechnet.

$$NystagmusAsymmetrie = \frac{(Scv_{cr} + Scv_{wl}) - (Scv_{cl} + Scv_{wr})}{(Scv_{cr} + Scv_{wl} + Scv_{cl} + Scv_{wr})} \times 100\%$$

$$Labyr\,\mathrm{int}\,hAsymmetrie = \frac{(Scv_{cl} + Scv_{wl}) - (Scv_{cr} + Scv_{wr})}{(Scv_{cr} + Scv_{wl} + Scv_{cl} + Scv_{wr})} \times 100\%$$

verfügt über zwei Zugriffsberechtigungen. Die Standardberechtigung und die des *Super Users*. Die Standardberechtigung ist für die Verwendung des Systems in der täglichen Routine vorgesehen. Der Bediener kann aus einer Liste von vordefinierten Untersuchungsabläufen die benötigten Untersuchungen auswählen, Untersuchungen durchführen und die Daten auswerten. Für diese Untersuchungen ist es weder notwendig noch sinnvoll, Parameter oder ganze Abläufe zu ändern. *„Super User"* hingegen haben die Möglichkeit, Programmabläufe und/oder einzelne Parameter zu ändern oder ganz neue Untersuchungsabläufe zu definieren. Dieser Level ist nur nach Eingabe eines Passworts zugänglich.

Konformitätserklärung / Declaration of Conformity

Hersteller/Manufacturer: ekida GmbH
Gewerbering 11
79426 Buggingen

Name des Medizinprodukts / Name of medical device:
VESTAR 300

Geräte-Nr. / Serial-no.:
693109

Gemäß den Anwendungsregeln nach Anhang IX der Richtlinie 93/42/EWG erfolgte die Klassifizierung als:

Aktives Medizinprodukt der Klasse IIa

Following the provisions of Annex IX of the Medical Device Directive 93/42/EEC as an:

Active medical Class IIa device

Benannte Stelle / Certified Body:

TÜV SÜD Product Service GmbH
Ridlerstraße 65
D-80339 München

Der Hersteller erklärt, dass das oben beschriebene Medizinprodukt mit den Forderungen der Richtlinie 93/42/EWG übereinstimmt. Der Nachweis hierfür wurde mit dem Konformitäts-bewertungsverfahren nach Anhang II geführt.

The manufacturer declares that the medical device described above conforms with the requirements of the MDD 93/42/EEC. The conformity assessment procedure has been performed according to annex II MDD.

Das Produkt entspricht damit den Bestimmungen des Medizinproduktegesetzes und der Medizinprodukte-Verordnung.

The obove mentioned product thus conforms with the Medical Device Directive.

Referenznormen / Standards:

ISO 13485:2016-08
DIN EN 60601-1:3rd edition 2013-12
DIN-EN 62366:2017-07
ISO 14971:2013-04
DIN-EN 62304:2016-10

Buggingen, 02.09.2017

Franz Dankwart
Geschäftsführer/General Manager