

# Testprozeduren für die Qualitätskontrolle von Vielkanal-Biomagnetometersystemen

Thomas Schmidt, Olaf Dössel \*

Philips Medizin Systeme, UB der Philips GmbH, Hamburg  
\* Philips GmbH Forschungslaboratorien, FA Technische Systeme Hamburg

## Einleitung

Mit zunehmendem Einsatz von Vielkanal-Biomagnetometersystemen im klinischen Bereich gewinnt auch die Frage nach einer verlässlichen Qualitätskontrolle an Bedeutung. Immer häufiger werden die Ergebnisse einer biomagnetischen Messung zur Grundlage einer medizinischen Entscheidung gemacht. Besonders bei der Verwendung als prächirurgische Zusatzinformation stellt dies aber hohe Anforderungen an die Präzision und die Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse. Daher müssen Testprozeduren entwickelt werden, die die Leistungsfähigkeit der Systeme ermitteln und Abweichungen von Vorgaben quantifizieren können. Um dabei aussagefähige Resultate zu bekommen und die Ergebnisse verschiedener Systeme vergleichbar zu machen, besteht die Notwendigkeit einer Vereinheitlichung der Testverfahren. Darüberhinaus müssen die Tests aber auch soweit vereinfacht werden, daß sie in der täglichen Routine schnell und leicht durchgeführt werden können, um so auch eine Langzeitkontrolle zu ermöglichen.

Mit dieser Zielrichtung wurde ein Meßprogramm erarbeitet, das die leistungsbestimmenden Parameter eines Biomagnetometers erfaßt und die realistischen Bedingungen in der klinischen Umgebung berücksichtigt. Im Vordergrund stehen dabei Messungen zum Rauschverhalten des Systems und zur Lokalisierungsgenauigkeit. Die hier vorgeschlagenen Tests sind zwar vom Prinzip her nicht neu, aber die Zusammenstellung zu einer umfassenden Testprozedur ist bislang noch nicht erarbeitet worden. Auch existieren eine Reihe von Simulationsrechnungen, die aber selten an bestehenden Systemen verifiziert wurden.

## Methodik

Die Qualität biomedizinischer Meßergebnisse wird im wesentlichen von drei Bereichen beeinflusst:

- a.) der Empfindlichkeit bzw. dem Rauschniveau des kompletten Systems in seiner Betriebsumgebung,
- b.) der Genauigkeit und Stabilität der Kalibrierung sowie
- c.) der Lokalisationsgenauigkeit, sowohl bezüglich der Dipollokalisierung als auch der Meßkopfpositionierung relativ zum Patienten.

Hier setzen auch die jeweiligen vorgeschlagenen Testprozeduren an. Dabei wurde wesentlicher Wert auf relativ einfache Durchführbarkeit im klinischen Routinebetrieb gelegt. Vorgaben und Randbedingungen sollen eine Standardisierung des Meßprogramms ermöglichen. Die notwendigen zusätzlichen Hilfsmittel sind neben einem darauf abgestimmten Auswerteprogramm relativ einfach herzustellende Spulensysteme und Meßphantome.

Die Überprüfung des Rauschspektrums ist einer der am einfachsten durchzuführenden und dennoch aussagefähigsten Tests. Ein auffallend hoher Rauschpegel oder ein fehlendes Signal decken sofort einen defekten Kanal auf. Linien, die auf allen Kanälen gleichzeitig erscheinen, deuten auf Vibrationen oder unzureichend abgeschirmte externe Störquellen hin. Vorgeschlagen wird die Aufnahme von Spektren über einen großen Frequenzbereich, aufgeteilt auf die drei Frequenzbänder 0,1-10 Hz, 1-100 Hz und 10-1000 Hz, jeweils mit klar definierter Filtereinstellung. Durch visuelle Inspektion ist sicherzustellen, daß die Spektren an keiner Stelle Linien mit einer Amplitude von  $>20 \text{ fT}/\sqrt{\text{Hz}}$  im Bereich zwischen 0,1 und 10 Hz sowie  $>10 \text{ fT}/\sqrt{\text{Hz}}$  darüber aufweisen. Dieser Test sollte allmorgendlich sowie nach allen Veränderungen am System, insbesondere, wenn neue Leitungen in die Kabine gelegt worden sind, durchgeführt werden.

Die Homogenität des Systems wird durch die Genauigkeit der cross-talk compensation und der Kalibrierung bestimmt. Insbesondere bei Ausfall von Kanälen muß die cross-talk compensation korrigiert werden, da dies sich sehr stark auf die Eichfaktoren auswirkt. Die Kalibrierfaktoren können sich bedingt durch eine Drift in den Verstärkern und Filtereinheiten verändern. Der Test erfolgt am einfachsten durch erneute Kalibrierung. Die Abweichung ist dann aus den veränderten Werten ersichtlich. Zur eigentlichen Überprüfung kann aber auch das Differenzfeld einer Dipolquelle mit genau definierter Stärke und Position und dem theoretisch berechneten Feld einer solchen Quelle herangezogen werden. Das so bestimmte Feld ist ein genaues Maß für die Güte der Kalibrierung. Besonders die Abweichung einzelner Kanäle ist damit gut erkennbar.