

Institut für Elektro- und biomedizinische Technik

o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Stefan Schuy, derzeit Vorstand

A.o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gert Pfurtscheller

A.o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Wach

Mit der 1973 erfolgten Gründung des ersten und bis heute einzigen Institutes für Biomedizinische Technik in Österreich wurde nicht nur eine Forschungsstätte für dieses interfakultäre Fach auf dem Grenzgebiet zwischen der Medizin und der Biologie einerseits und der Technik andererseits errichtet, sondern mit der Wahlfachgruppe IV „Elektromedizin“ im Rahmen der Studienrichtung Elektrotechnik auch eine Ausbildungsstätte eingerichtet. Diese Wahlfachrichtung verfolgt das Ziel, den Studenten des zweiten Studienabschnittes spezielles Wissen auf dem Gebiet der Biophysik, Biochemie, Physiologie, Anatomie, der biomedizini-

schen Technik, der biologischen Regelung u.a. zu vermitteln. Dadurch soll der Absolvent dieses Wahlplanes befähigt werden, die komplexen Probleme dieses Grenzgebietes zu lösen und neue und bessere Verfahren für die Diagnostik und Therapie zu entwickeln. Die Forschungsarbeiten des Institutes sind sehr mannigfaltig und werden entsprechend dem zu betreuenden Grenzgebiet in den meisten Fällen gemeinsam mit Instituten und Kliniken der Universität Graz durchgeführt. Im Rahmen dieser Festschrift können nur drei Forschungsprojekte herausgegriffen und kurz vorgestellt werden.

1) Untersuchung von Ultraschallechos in der Medizin

Obwohl erst ein kleiner Teil ihrer vielfältigen Möglichkeiten ausgeschöpft wird, konnten sich bildgebende Ultraschallverfahren in der medizinischen Diagnostik in den letzten Jahren durchsetzen, da sie sich wie kein anderes Verfahren zur Weichteildiagnostik eignen und im Gegensatz z.B. zur Röntgendiagnostik aufgrund ihrer Unschädlichkeit Verlaufskontrollen ermöglichen.

Während sich bisherige Ultraschallverfahren auf die Darstellung der aus einer willkürlich ausgewählten Richtung empfangenen Ultraschallechos beschränken, ist es Ziel der vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützten Forschungsarbeiten, ein neues Verfahren, einen Raumwinkel-Scanner, zu entwickeln, in dem durch Auswertung vieler, in einen Raumwinkel reflektierter Ultraschallechosignale nicht nur genauere Bilder, sondern auch zusätzliche Gewebeskenngrößen ermittelt werden können, die die Aussagekraft der Ultraschalldiagnostik wesentlich verbessern sollen.

Da außer der bildhaften Darstellung der Amplituden der Hüllkurven der Ultraschallechosignale noch weitere wichtige Signalkenngrößen zur Diagnose herangezogen werden könnten, werden neue Signalverarbeitungsmethoden entwickelt, um aus den hochfrequenten Ultraschallsignalen Kenngrößen zu ermitteln, die einer nichtinvasiven Gewebisdifferenzierung zugrunde gelegt werden können. Dabei werden nicht nur die Echos von Gewebsgrenzflächen, sondern auch Signale aus dem Inneren von Organen oder Gewebsveränderungen analysiert, um neue Material- und Gewebeeigenschaften quantitativ erfaßbar zu machen. Bild 1 zeigt eines der Ergebnisse der am Institut entwickelten Moving-Window-Analysis. In Abhängigkeit der Position eines Analysefensters, das über das empfangene Ultraschallsignal verschoben wird, zeigt es die Änderung der berechneten Leistungsspektren bei einer in einem Wasserbad befindlichen Leber für den jeweils ausgeblendeten Signalabschnitt bei Verwendung eines schmalbandigen 2 MHz Schallwandlers, wobei prinzipiell drei sich deutlich unterscheidende Teile erkannt werden können: die Wasserstrecke mit fehlenden Leistungsanteilen im untersuchten Frequenzband, die von der Oberfläche und Auflagefläche herührenden Großflächenecho-Spektren und die Binnenbereichsspektren.

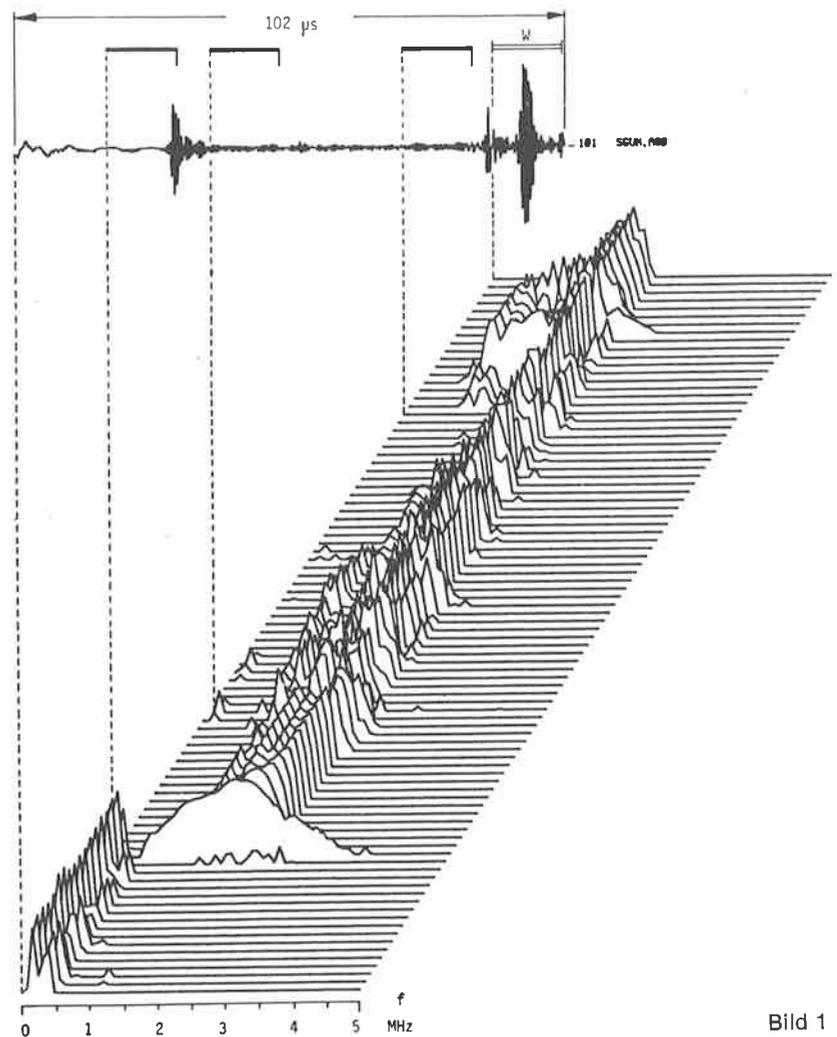


Bild 1

2) Neue Wege der Diagnose und Prognose nach einem zerebralen Infarkt (Schlaganfall)

Das einzige nicht-invasive Verfahren für die Hirnfunktionsdiagnostik, das weder mit Strahlen noch Isotopen arbeitet und sich somit besonders für Verlaufuntersuchungen eignet, basiert auf der Ableitung und Auswertung des Hirnstrombildes (EEG). In den letzten Jahren wurde mit Unterstützung des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung ein neues Verfahren für die kortikale Funktionsdiagnostik entwickelt und inzwischen auch erfolgreich an über 100 Patienten mit einem Schlaganfall erprobt, das auf der EEG-Ableitung und computerunterstützten EEG-Analyse beruht und im speziellen die Eigenrhythmizität (ca. 10 Hz) der motosensorischen Hirnrinde und deren Reaktion bei willkürlichen Handbewegungen auswertet. Diese Eigenrhythmizität, die bei gesunden Personen in beiden Hirnhälften relativ unabhängig voneinander generiert wird, und mit annähernd gleicher Amplitude, Frequenz und Reaktivität über beiden Hemisphären registriert werden kann, erfährt bei einer einseitigen Hirnschädigung meist eine unilaterale Dämpfung. Bei einem Schlaganfall kommt es, vielfach als Reaktion

auf Durchblutungsstörungen im Bereich der motosensorischen Rinde, zu einseitigen Lähmungserscheinungen. Als Folge davon ist der Generierungsmechanismus der Eigenrhythmizität gestört und es kommt zu Hemisphärenasymmetrien, die mit Hilfe des Computers quantifiziert werden können.

In den letzten zwei Jahren wurden an über 100 Patienten der Schlaganfallstation des Landessonderkrankenhauses für Psychiatrie und Neurologie Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse haben gezeigt, daß das neue Verfahren die Diagnose um 34% verbessert, d.h. während mit der konventionellen visuellen EEG-Befundung 50% der EEGs unauffällig waren, lag der vergleichbare Prozentsatz bei der computerunterstützten Analyse bei nur mehr 16%. Ein wichtiges Ergebnis der bisherigen Untersuchungen besteht auch darin, daß man durch wiederholte Messungen im Abstand von wenigen Wochen eine Prognose über den Krankheitsverlauf machen kann und damit eine weitere Entscheidungshilfe für therapeutische Maßnahmen zur Verfügung steht.

Die Bilder 2 und 3 stellen in schematischer Form den Schädel mit den Elektrodenpositionen (kleine Kreise) dar. Für jede EEG-Ableitung sind die Reaktivitätsdiagramme eingetragen, wobei die Schwärzung ein Maß für die bewegungsspezifische Blockierungsreaktion der Eigenrhythmizität darstellt. Bild 2 zeigt die Reaktion bei einer gesunden Person, die Blockierung ist über beiden Seiten symmetrisch (gleich große Schwärzung in allen Diagrammen). Bild 3 stammt von einem Patienten mit einem linksseitigen Infarkt mit Lähmung der rechten Körperhälfte. In diesem Beispiel erkennt man deutlich eine verminderte Reaktion der Eigenrhythmizität über der einen Schädelhälfte (markiert mit „*“), die Ausdruck einer Funktionsstörung in der linken Hemisphäre ist.

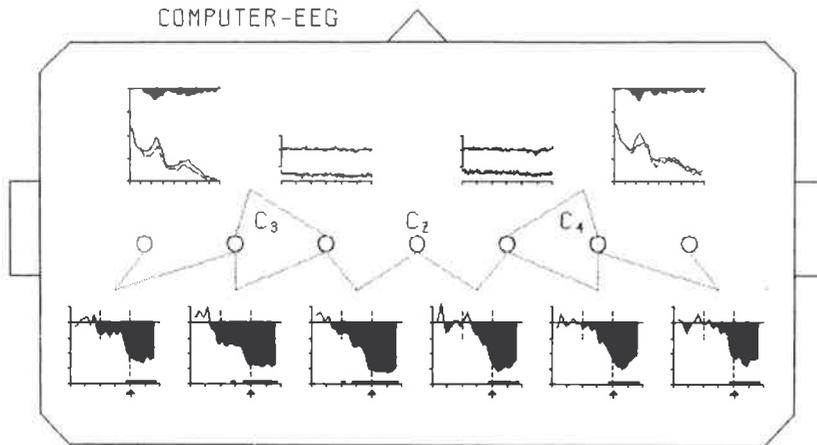


Bild 2

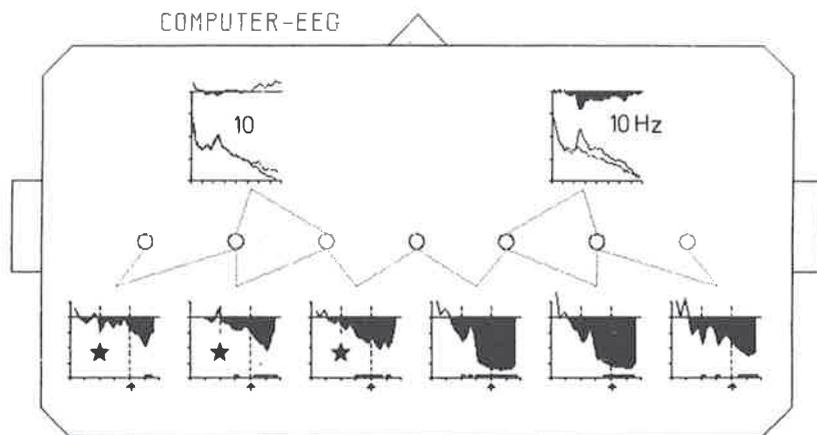


Bild 3

3) Herzfrequenzmonitor für die Notfalls- und Sportmedizin

Die diagnostische Bedeutung von Herzfrequenz und -rhythmus war bereits in der Antike bekannt. Wegen ihrer engen Beziehung zur Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems werden diese Parameter klinisch routinemäßig überwacht. Seit der Entdeckung des Elektrokardiogramms steht dem Arzt ein weiteres Hilfsmittel zur frühzeitigen Erkennung von Herzfehlern zur Verfügung.

Monitore und EKG-Schreiber werden daher bei fortlaufender Patientenüberwachung eingesetzt.

Die automatische Auswertung von EKGs konnte bisher nur von aufwendigen Computern durchgeführt werden. Durch den Einsatz modernster Mikroprozessoren und CMOS-Technik konnte ein portabler Herzüberwachungscomputer mit den Abmessungen eines Taschenrechners entwickelt werden.

Als Bezugsgröße wird das EKG mit zwei Elektroden abgeleitet, verstärkt, digitalisiert und vom Prozessor verarbeitet und interpretiert. Nach einer Lernphase müssen Herzaktionen oder Extrasystolen erkannt und von Störungen befreit werden. Danach wird die Herzfrequenz errechnet und auf einem LCD-Display digital angezeigt. Die Überschreitung von programmierbaren Grenzwerten löst einen akustischen Alarm aus. Ebenso wird das Auftreten von Rhythmusstörungen angezeigt und abgespeichert.

Durch diese neuartige Gerätekombination eröffnen sich völlig neue Einsatzgebiete. Patienten werden nicht mehr ans Bett gefesselt, Unfall-opfer können von Ort und Stelle bis zur Klinik überwacht werden.

Wegen der engen Korrelation von Herzfrequenz und Leistungsgrenze wird dieses Gerät dem Sportler optimales Leistungstraining ermöglichen, da in der Sportmedizin die Herzfrequenz als Maß für die Trainingsleistung gilt.

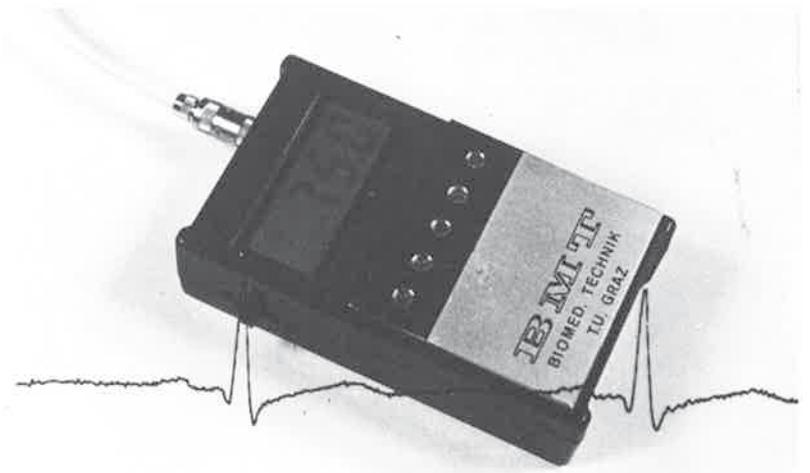


Bild 4