



S chool of
A dvanced
P rofessional
S tudies

universität
ulm

Studienbrief

Medizinische Messtechnik

Modul 4.1

im Studiengang Biopharmazeutisch-Medizintechnische Wissenschaften
(Master of Science)

Modulnummer	4.1
Modultitel	Medizinische Messtechnik
Leistungspunkte	6 ECTS
Sprache	Deutsch
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Heike Frühwirth
Dozenten	Prof. Dr. Karl Ziemons
Studiengang	Biopharmazeutisch-Medizintechnische Wissenschaften (M.Sc.)
Voraussetzungen (inhaltlich)	Keine
Voraussetzungen (formal)	Keine
Lernziele	<p>Das Modul "Medizinische Messtechnik" in der Medizintechnik vermittelt die grundlegenden Kenntnisse sowie das Verständnis über elektrische und bioelektrische Signale. Im Vordergrund stehen hierbei deren Entstehung, die dabei wirkenden biologischen und elektrischen Phänomene, über die analoge und digitale Erfassung und Verstärkung bis hin zur Analyse und Darstellung der gewonnen messtechnischen Informationen. Die Studierenden besitzen ein Verständnis zur Entstehung, Erfassung und Weiterverarbeitung von Signalen physikalischer und biologischer Systeme und können dieses Wissen anwenden. Sie können Messfehler analysieren und quantifizieren und erlangen dadurch ein Verständnis zur Messwerterfassung physikalischer und biologischer Signale. Außerdem erhalten Sie Kenntnis über das Entstehen der Messergebnisse von einschlägigen medizinischen Geräten und Messgeräten.</p> <p>Sie können biomedizinische und technische Zusammenhänge beschreiben und vermitteln.</p>
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Erläuterung zu SI-Basiseinheiten und abgeleiteten physikalischen Messgrößen - Grundlagen der Elektrotechnik mit Blick auf die Messtechnik - Messfehleranalyse, -berechnung, Fehlerfortpflanzung - Failure-Mode-Error-Analysis – FMEA - Messung physikalischer Größen in der Medizin und Biotechnologie - Messen biologischer Vorgänge durch indirekte elektrische Signalerzeugung (Transducer, Biosensoren)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Eichmeier, J., Medizinische Elektronik, Springer-Verlag - Kramme, R., Medizintechnik – Verfahren – Systeme – Informationsverarbeitung
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	<p>Präsenzveranstaltungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulprüfung E-Learning - Online-Sprechstunde - Skripte und selbstständige Nachbereitung <p>Summe: 180 h</p>
Prüfungsform	60 Min Klausur

Die moderne Medizin beruht auf quantitativen Messungen von physiologischen Größen als auch von zellulären und molekularen Prozessen. Im menschlichen Körper sind diese Größen eng miteinander verbunden und für eine verbesserte Diagnose von Krankheiten und fundierte Therapieentscheidungen von hoher Bedeutung. Darüber hinaus spielen quantitative Messverfahren bei der Diagnostik und Therapiekontrolle eine Schlüsselrolle.

Die Gesamtheit der Verfahren und Geräte die zur experimentellen Bestimmung und Verarbeitung zahlenmäßig erfassbarer Größen dienen, werden unter dem Begriff Messtechnik geführt. Die deutsche DIN-Norm DIN 1319 legt hierzu die Grundbegriffe, die Messmittel und deren Anwendung, als auch die Messunsicherheiten bei der Auswertung der einzelnen Messgrößen fest. Neben dieser Norm zu den Grundlagen gibt es eine Reihe weiterer Normen, die sich gezielt mit Einzelaspekten der Messtechnik, wie Thermometer, Messwandler etc. befassen.

Die medizinische Messtechnik befasst sich explizit mit der Erfassung von Signalen, die am menschlichen Körper detektiert und gemessen werden können. Die Analyse dieser Signale wird zur Unterstützung von Diagnose und Therapie verwendet. Diese Verfahren werden häufig ergänzt durch eine quantitative Analyse von Körperflüssigkeiten. Im Allgemeinen basiert die medizinische Messmethode auf drei unterschiedliche Messanordnungen:

- a) Die **direkte elektrische Messung** erfasst mittels einer geeigneten Messelektrode ein elektrisches Biosignal des menschlichen Körpers, bzw. Organs, oder Zellverbänden. Dies wird über einen Messverstärker in analoger oder digitaler Form einer Registriereinrichtung zugeführt und aufgezeichnet.
- b) Die **indirekte elektrische Messung** basiert auf einen Messfühler, Sensor genannt, der eine bestimmte physikalische oder chemische Eigenschaft zeitlich und/oder räumlich quantitativ erfasst und in ein elektrisches Signal überführt. Die Weiterverarbeitung erfolgt in der unter a) genannten Form.
- c) Die **bildgebenden Systeme** beruhen hingegen auf eine zwei- oder mehrdimensionalen Darstellung der unter b) aufgeführten Messanordnung, deren physikalische Größe durch eine äußere Quelle, z.B. Lichtquelle, Röntgenquelle, Ultraschall etc. beeinflusst werden kann.

Eine ausreichende Behandlung aller Themenfelder in der medizinischen Messtechnik kann eine Vorlesung und somit auch dieses Skript nicht erfüllen. Daher beschränkt sich dieses Skript in erster Linie auf die relevanten Größen und Messeinrichtungen zur Erfassung elektromagnetischer Messgrößen. Elektrische und magnetische Biosignale sind physikalische, zeitabhängige Größen, deren Verlauf, Verhalten und Struktur eine Aussage über die Funktion und Eigenschaften einzelner Organe erlaubt.

Viele Funktionen des menschlichen Körpers werden durch elektrische Signale gesteuert. Die Nervenzellen des Gehirns verarbeiten ankommende elektrische Signale von den peripheren Nerven und Sinnesorganen und senden Signale aus, die die Bewegung der Muskeln steuern. Die autonome Erregung im Herzreizleitungssystem beruht ebenfalls auf elektrische Signale. Durch die elektrolytische Leitfähigkeit des umgebenden Mediums und die Ausbildung elektrischer Strömungsfelder in ihm besteht die Möglichkeit, bioelektrische und biomagnetische Signale auch in einem gewissen Abstand von der elektromagnetischen Quelle zu erfassen.

Entscheidend für das bioelektrische Geschehen im Organismus sind die elektrischen Vorgänge, die sich zwischen dem Inneren und dem Äußeren einer Zelle abspielen. Es ist dabei völlig gleichgültig, ob Muskel- oder Nervenzellen vorliegen. Grundsätzlich besteht zwischen beiden elektrischen Vorgängen nur ein Unterschied in ihrem zeitlichen Ablauf.

Im Vordergrund der Abbildung bioelektrischer Quellen stehen daher auch das Herz und das Gehirn. Die wichtigsten Anwendungen umfassen das Elektrokardiogramm (EKG; Herz), das Elektromyogramm (EMG; Muskel), sowie das Elektroenzephalogramm (EEG; Gehirn).

In einem Einführungskapitel werden die wichtigsten Grundlagen zur medizinischen Messtechnik und ihrer Größen, den SI-Einheiten, dargestellt. Eine Zusammenfassung der elektromagnetischen Messgrößen und ihrer Definition soll dazu beitragen, dass die grundlegenden Zusammenhänge präsent sind. Für eine ausführliche Darstellung der Messgrößen sie auf die Literatur verwiesen. Den Abschluss bilden die messtechnischen Erfordernissen und die Behandlung und Angabe von Messfehlern.

Ausgehend von der Quelle der elektrischen und magnetischen Biosignale an der Zellmembran wird die elektrische und magnetische Weiterleitung im Zellverband behandelt. Die an der Körperoberfläche abgeleiteten Signale sind eine Überlagerung der elektrischen Aktivität des gesamten Nerven-, Muskel- und sensorischen Systems. Eine gewisse Selektion der Signalkomponenten erfolgt durch geeignete Ortswahl der Elektrodenanordnung. Da an der Übergangsstelle zwischen dem intrazellulären oder intrakorporalen Raum (Elektrolyt) und der Ableiteelektrode besondere Aspekte zu berücksichtigen sind, werden diese zusätzlich erläutert. Der Bioinstrumentenverstärker bildet das Kernstück in der Erfassung der elektrischen Biosignale und wird ausführlich in diesem Skript behandelt. Hierzu gehört ebenfalls die Digitalisierung und die Einbindung von Filtertechniken zur Verbesserung des Signal-Rauschverhältnisses der Messgrößen. Für die Messung der magnetischen Biosignale wird auf einen speziellen Sensor auf Basis einer supraleitenden Quanteninterferenzeinheit, SQUID genannt, zur präzisen Messung extrem geringer Magnetfeldänderungen eingegangen.

Neben den direkt ableitbaren elektrischen und magnetischen Signalen kommen weitere medizinische Messtechniken, die auf thermische oder mechanische Messgrößen beruhen, zum Einsatz. Zur Erfassung und Verarbeitung werden diese über einen Umwandler (Transducer) in elektrische Größen überführt. Diese Verfahren sind nicht Bestandteil des Skriptes. Hier wird auf die entsprechende Literatur verwiesen

Ansprechpartner

Lena Harsch

Studiengangsmanagement

Karlstrasse 11
88400 Biberach an der Riss

Telefon: +49 (0) 7351 582-381

Telefax: +49 (0) 7351 582-119

bm-wiss@hochschule-bc.de
www.hochschule-bc.de

Geschäftsführende und wissenschaftliche Leitung: Dr. Jennifer Blank



Postanschrift

Hochschule Biberach
Institut für Bildungstransfer
Weiterbildung Karlstrasse 11
88400 Biberach an der Riss