

# Biomedizinische Technik in der Therapie menschlicher Krankheiten durch einen Biosensor

Für die Biomedizinische Technik gibt es verschiedene Bezeichnungen, darunter Bioengineering, Biotechnik und klinische Technik oder Medizintechnik. Der Begriff Biomedizinische Technik gilt als Oberbegriff für alle anderen Begriffe. Da Bioengineering auch die Biotechnologie und die Gentechnik umfasst, die Forschungen zur Veränderung von Zellen einschließen, sind die Bereiche, die mit der Biomedizinischen Technik in Verbindung stehen, mit der DNA verbunden und produzieren neue Mikroorganismen zum Nutzen der Menschheit, die sich in therapeutischen und rehabilitativen Verfahren und Geräten (Rehabilitationstechnik), Geräten zum Ersatz oder zur Erweiterung von Körperfunktionen (künstliche Organe), Computeranalyse von patientenbezogenen Daten und klinischer Entscheidungsfindung (z. B. medizinische Informatik und künstliche Intelligenz) bewerben. z. B. medizinische Informatik und künstliche Intelligenz, medizinische Bildgebung, die grafische Darstellung anatomischer Details oder physiologischer Funktionen und die Erforschung neuer Materialien für implantierte künstliche Organe.



Die Forscherin Dr. Nebras Rada Mohammed Ph.D in Biotechnologie mit Mikrobiologie, Gentechnik, Molekulargenetik und Proteintechnik, sie ist Forscherin, Schöpferin, Erfinderin und Autorin, Chefredakteurin des Journals für Artikel und Erfindungen im American Goidi Journal, sie unterrichtet als Dozentin am University College.



**Nebras Rada Mohammed**

## Biomedizinische Technik in der Therapie menschlicher Krankheiten durch einen Biosensor

*Gentechnische Therapie in der Biomedizintechnik durch verschiedene Biosensoren*

**Nebras Rada Mohammed**

**Biomedizinische Technik in der Therapie menschlicher Krankheiten  
durch einen Biosensor**

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

**Nebras Rada Mohammed**

# **Biomedizinische Technik in der Therapie menschlicher Krankheiten durch einen Biosensor**

**Gentechnische Therapie in der  
Biomedizintechnik durch verschiedene  
Biosensoren**

FOR AUTHOR USE ONLY

**ScienciaScripts**

**Imprint**

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: [www.ingimage.com](http://www.ingimage.com)

This book is a translation from the original published under ISBN 978-620-5-49538-4.

Publisher:

Scientia Scripts

is a trademark of

Dodo Books Indian Ocean Ltd. and OmniScriptum S.R.L Publishing group

Str. Armeneasca 28/1, office 1, Chisinau-2012, Republic of Moldova, Europe

Printed at: see last page

**ISBN: 978-620-5-20039-1**

Copyright © Nebras Rada Mohammed

Copyright © 2022 Dodo Books Indian Ocean Ltd. and OmniScriptum S.R.L  
Publishing group

FOR AUTHOR USE ONLY

**Biomedizinische Technik in der  
Therapie menschlicher  
Krankheiten durch einen  
Biosensor**

**Gentechnische Therapie in der  
Biomedizintechnik durch  
verschiedene Biosensoren**

**Nebras Rada Mohammed**

**Al-Turath Universität Hochschule**

**Abteilung Biomedizinische Technik**

**E. Mail: nebrasrada5@gmail.com**



## **Danksagung über Autor**

Die Forscherin Dr. Nebras Rada Mohammed Ph.D in Biotechnologie mit Mikrobiologie, Gentechnik, Molekulargenetik und Proteintechnik, sie ist Forscherin, Schöpferin, Erfinderin und Autorin, Chefredakteurin des Journals für Artikel und Erfindungen im American Goidi Journal, sie lehrt als Dozentin am University College der Al-Turath University, sie hat einen Bachelor-Abschluss in Mikrobiologie und einen Master-Abschluss in Molekularbiologie in Mikrobiologie von der Al-Mustansiriya University, sie ist Schiedsrichterin,

internationale Residentin und Beraterin. Im Bereich der medizinischen Laboratorien war sie Experte für medizinische Laboratorien und Inhaberin eines Titels für ein wissenschaftliches Projekt, Schiedsrichterin, angesehene Verlegerin, sie erhielt eine silberne Unterstützung für wissenschaftliche Plattformen, war Vorsitzende eines Ausschusses in einer wissenschaftlichen Gesellschaft und erhielt Auszeichnungen für internationales geistiges Eigentum, den Best Arab Woman Award 2020, den Best Community Personality Award und den Best Research Award 2019. Außerdem erhielt sie den Best Research Award 2020 und einen amerikanischen Preis für die Erfindung des Jahres 2020 von der amerikanischen Goidi der World Investment Commission in Amerika, sie hält den Titel des besten ausgezeichneten Erfinders weltweit von der World

Investment Commission in Amerika und hält die ersten Plätze für Erfindungen in der Welt präsentiert.

FOR AUTHOR USE ONLY

# Inhaltsübersicht

## Kapitel 1

Einführung in die Biomedizinische Technik .....6

## Kapitel 2

Einführung in die Biomedizinische Technik mit Biosensoren .....29

FOR AUTHOR USE ONLY

# Kapitel 1

## Einführung in die Biomedizinische Technik

### 1-Biomedizinische Technik

Ein großer Teil der Entwicklung in der Medizin, die wir heute sehen, ist auf die Verbesserungen im technischen Bereich zurückzuführen, die es möglich machten, fast alle Probleme zu lösen, auf die die Ärzte stießen, und die Diagnosefähigkeiten zu verbessern. Es gibt eine Reihe von Diagnose- und Behandlungsgeräten, die von kleinen Geräten bis hin zu großen und komplexen Geräten reichen.

Auf diese Weise ist ein neuer Zweig der Ingenieurwissenschaften entstanden, für den das amerikanische Gesundheitssystem eine Definition festgelegt hat: Biomedizinische Technik umfasst die Anwendung von Konzepten, Wissen und Ansätzen aller anderen Ingenieurwissenschaften (wie

Elektrotechnik, Maschinenbau, Chemie usw.) zur Lösung von Problemen im Gesundheitswesen. Man kann also sagen, dass die Biomedizinische Technik die Interaktion zwischen zwei wichtigen Berufszweigen, dem Ingenieurwesen und der Medizin, darstellt. In gleicher Weise hat die Biomedizinische Technik im Laufe ihrer Entwicklung verschiedene Namen erhalten, wobei es neben der Biomedizinischen Technik auch Biotechnik, Bioingenieurwesen und klinische Technik oder Medizintechnik gibt. Der Begriff Biomedizinische Technik gilt jedoch als Oberbegriff für alle anderen Begriffe. Denn Bioengineering ist zum Beispiel mehr mit der Biotechnologie und der Gentechnik verwandt, die Forschungen zur Veränderung der Zellen beinhalten



**Abbildung 1.** Die mit der Biomedizinischen Technik verbundenen Bereiche. DNA und produzieren eine neue Mikroorganisation zum Nutzen der Menschheit.

**Im Allgemeinen befasst sich der biomedizinische Ingenieur mit den folgenden Themen:**

1. Anwendung der technischen Systemanalyse (physiologische Modellierung, Simulation und Kontrolle auf biologische Probleme).
2. Erkennung, Messung und Überwachung von physiologischen Signalen (d.h. Biosensoren und biomedizinische Instrumente).
3. Therapie- und Rehabilitationsverfahren und -geräte (Rehabilitationstechnik).
4. Produkte zum Ersatz oder zur Ergänzung von Körperfunktionen (künstliche Organe).

5. Computeranalyse von Patientendaten und klinische Entscheidungsfindung (d. h. medizinische Informatik und künstliche Intelligenz).
6. Medizinische Bildgebung, die grafische Darstellung von anatomischen Details oder physiologischen Funktionen.
7. Forschung an neuen Materialien für implantierte künstliche Organe.
8. Entwicklung neuer diagnostischer Instrumente für die Blutanalyse.
9. Erstellung von Software für die Analyse von medizinischen Forschungsdaten.

10. Analyse der Gefahren von Medizinprodukten im Hinblick auf Sicherheit und Wirksamkeit.

11. Entwicklung neuer diagnostischer Bildgebungssysteme.

12. Entwurf von Telemetriesystemen für die Patientenüberwachung.

13. Entwicklung biomedizinischer Sensoren zur Verbesserung der Patientenüberwachungssysteme für die Diagnose und Behandlung von Krankheiten.

Biomedizinische Ingenieure wiederum stehen für die Fähigkeit, eine Vielzahl wissenschaftlicher Kenntnisse aus verschiedenen Bereichen wie der Elektrotechnik, der Chemie, der Optik, der Mechanik, der Neurologie und der Physiologie zu nutzen, um biologische (menschliche und tierische) Systeme zu untersuchen, zu

modifizieren, zu simulieren und zu kontrollieren (siehe Abbildung (1)). Die Biomedizinische Technik hat sich im Laufe der Zeit, nachdem sie sich hauptsächlich mit der Verbesserung und dem Entwurf von medizinischen Geräten befasst hat, zu einem breiteren Aufgabenbereich oder Zweig entwickelt.

## **2. Rolle des BME bzw. der Branchen des BME:**

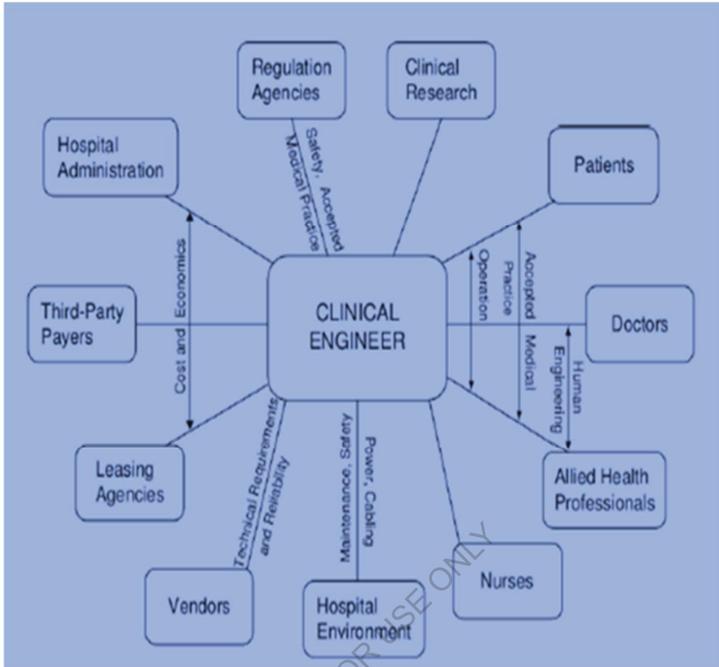
Das Gebiet der Biotechnologie lässt sich je nach dem Ansatz, den Sie für Ihren künftigen Beruf wählen, in drei Bereiche unterteilen:

### **2.1 Klinische Technik:**

Dieser Begriff bezieht sich in der Regel auf die biomedizinischen Ingenieure, die in Krankenhäusern und Kliniken arbeiten und viele Aufgaben und Verantwortlichkeiten haben: (siehe Abbildung (2))

1. Auswahl der richtigen Technologie zur Erfüllung einer bestimmten Anforderung.
2. Installation und Wartung der verfügbaren Geräte.
3. Beaufsichtigung und fachliche Schulung von Ärzten und Anwendern dieser medizinischen Technologien.
4. Sie überwachen die Sicherheit der Patienten und Nutzer und arbeiten mit den Erfahrungen, die sie bei ihrer Arbeit sammeln, an der Verbesserung der Konzeption dieser Technologien.

Heutzutage arbeiten Klinikingenieure nicht nur an der Überprüfung und Wartung medizinischer Geräte, sondern auch als unterstützende Ingenieure bei speziellen Eingriffen wie Katheterisierungen, bei denen immer die Gefahr eines direkten Schocks auf das Herz besteht.



**Abbildung 2.** Die Aufgaben des Klinikingenieurs. des Patienten durch den Katheter. Der klinische Ingenieur kann also als Problemlöser bezeichnet werden, da er die Probleme der Ärzte und anderer medizinischer Berufe im Krankenhaus mit Hilfe seines technischen Fachwissens lösen kann. Aus diesem Grund benötigt er gute Kenntnisse der Medizin- und Biowissenschaften, damit eine gemeinsame Sprache zwischen ihm und

anderen medizinisch tätigen Personen im Krankenhaus hergestellt werden kann. Folglich muss der klinische Ingenieur alles über die Ressourcen und Möglichkeiten seines Arbeitsplatzes (Krankenhaus oder Klinik) wissen, alle Aktualisierungen in seinem Bereich kennen und mit den neu aufkommenden Technologien Schritt halten, um seine Arbeit effizient erledigen zu können.

## **2.2 BM-Ingenieur als Wirtschaftsingenieur:**

Auch Designer-Ingenieur genannt. Seit der enormen Entwicklung auf dem Gebiet der medizinischen Geräte und Technologien, die Medizin im Zusammenhang mit Personal kann nicht finden, erstellen oder sogar eine bereits bestehende Technologie zu verbessern. Hier kommt die Rolle des Entwicklungsingenieurs oder des BM-Ingenieurs ins Spiel, der in Unternehmen für medizinische Geräte arbeitet. Er setzt sein Ingenieurwissen ein, um eine neue Lösung für das

bestehende Problem zu finden. Das weder die Ärzte noch die klinischen Ingenieure mit den verfügbaren Ressourcen im Krankenhaus lösen konnten. Der Wirtschaftsingenieur muss also über ein großes technisches Fachwissen verfügen und sich ein wenig medizinisches Wissen aneignen, um seine Arbeit perfekt ausführen zu können. Ein weiteres Hindernis bei der Anwendung des industriellen Verfahrens ist die Genehmigung der neuen Technologie durch die medizinische Gemeinschaft, die in der Regel große Bedenken hinsichtlich der neuen Technologien und ihrer Unbedenklichkeit für Patienten und anderes Krankenhauspersonal hat.

### **2.3 Wissenschaftlicher Ingenieur:**

Der dritte Teil der biomedizinischen Ingenieure ist der wissenschaftliche Ingenieur. Wissenschaftler-Ingenieure arbeiten normalerweise in Universitäten, wissenschaftlichen Forschungsinstituten und Entwicklungslabors von Unternehmen. Sie arbeiten daran, die technischen Konzepte und Theorien anzuwenden, um die biologischen Prozesse aller Arten von Lebewesen zu erforschen und zu verstehen. Sie versuchen auch, bestimmte Organe oder Funktionen im menschlichen Körper zu simulieren, wie zum Beispiel das Herz-Kreislauf-System des Menschen. Das kardiovaskuläre System besteht aus dem Herzen, den Blutgefäßen und dem Blut selbst. Um das Herz-Kreislauf-System zu simulieren, müssen mathematische Gleichungen aufgestellt werden, die die Funktionsweise des Herzens und der Blutgefäße als Rohre nachbilden, und das Blut als Flüssigkeit hat seine eigenen

Eigenschaften und seine eigene Viskosität. Die Erstellung eines solchen Modells wird uns helfen, die Funktionsweise besser zu verstehen und das Auftreten spezieller Vorgänge im Inneren des Organs zu überwachen, die wir auf normalem Wege nicht beobachten können. Das Vorhandensein eines Modells wird uns auch bei der Entwicklung von Ereignisprozessen helfen, da wir neue Theorien und Ideen einfach auf das vorhandene Modell anwenden können, anstatt sie direkt am Patienten zu testen und die Veränderungen am Modell zu untersuchen. Biomedizinische Wissenschaftler müssen daher in einer Art biologischer Umgebung arbeiten, um die Anwendbarkeit ihrer Theorien und Eingriffe auf die Patienten zu gewährleisten, da es nicht ausreicht, eine physikalisch und mathematisch korrekte Umkehrung vorzunehmen, ohne den biologischen und sogar den

psychologischen Teil zu berücksichtigen, was zu einer völligen Ablehnung führen könnte.

FOR AUTHOR USE ONLY

### **3. Forschungsgebiet der Biomedizinischen Technik**

Die Biomedizintechnik ist ein Bereich, der sich ständig weiterentwickelt, da wir immer wieder neue Technologien aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften einbeziehen und sie so modifizieren können, dass sie in der Medizin zum Wohle der Patienten anwendbar sind. Einige der modernen Forschungsbereiche sind:

#### **3.1 Prothese:**

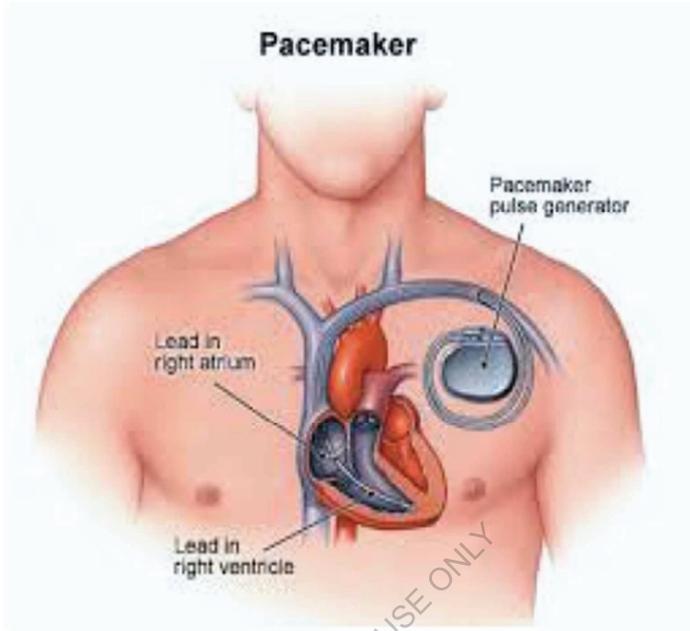
Einer der bekanntesten Zweige der Biomedizintechnik ist die Prothese, d.h. jede künstliche Vorrichtung oder jedes künstliche Teil, das am menschlichen Körper angebracht wird, um fehlende neuroskelettale oder muskulo-skelettale Teile zu ersetzen und dem Körper zu helfen, die Fähigkeit zur Wiederherstellung der normalen Funktion wiederzuerlangen. Die Prothetik gliedert sich in zwei Bereiche, die orthopädische oder

interne und die externe Prothetik. Siehe Abbildungen (3, 4) Normalerweise beziehen sie ihre Energie aus einer internen Quelle wie einer myoelektrischen Quelle oder aus einer externen Quelle.

### **3.2 Neuronale Prothese:**

Sie gilt als neuer Zweig der biomedizinischen Technik und umfasst die folgenden Anwendungen:

- Brain Computer Interface; Ein BCI ist ein System, das die ZNS-Aktivität misst und in eine künstliche Leistung umwandelt, die die natürliche ZNS-Leistung ersetzt, wiederherstellt, verstärkt, ergänzt oder verbessert und dadurch die laufenden Interaktionen zwischen dem ZNS und seiner äußeren oder inneren Umgebung verändert.



**Abbildung 3.** Der Herzschrittmacher ist eine orthopädische Prothese, die zur Regulierung des Herzschlags eingesetzt wird.

- Neuralstimulation; Die Neuralstimulation, auch bekannt als Rückenmarkstimulation (SCS), ist eine fortschrittliche Behandlung für bestimmte Arten von chronischen Schmerzen. Die SCS ist eine von mehreren medizinischen Therapien, die zu einer

breiten Kategorie von medizinischen Geräten, den Neurostimulatoren, gehören. Ein kleines implantiertes Gerät - ein so genannter Impulsgeber oder Empfänger - erzeugt schwache elektrische Impulse, um bestimmte Nerven entlang des Rückenmarks zu stimulieren. Die Stimulation unterbricht die Übertragung von Schmerzsignalen an das Gehirn. Wenn die Behandlung erfolgreich ist, werden schmerzhafte Empfindungen durch ein angenehmeres Gefühl ersetzt, das manche Patienten als Parästhesie bezeichnen.

- Theoretische und computergestützte Neurowissenschaften; ist die Untersuchung der Gehirnfunktion im Hinblick auf die Informationsverarbeitungseigenschaften der Strukturen, aus denen das Nervensystem besteht. Die Computational Neuroscience setzt theoretische

Instrumente ein, um experimentelle Daten und die ihnen zugrunde liegenden komplexen Mechanismen zu erklären, vorherzusagen oder zu interpretieren, und legt den Schwerpunkt auf die Beschreibung funktioneller und biologisch realistischer Neuronen (und neuronaler Systeme) sowie deren Physiologie und Dynamik.

- Neuronale Schaltkreise; (künstlich und biologisch). Neuronen funktionieren nie isoliert, sondern sind in Ensembles oder Schaltkreisen organisiert, die bestimmte Arten von Informationen verarbeiten. Die strukturelle Anordnung von Neuronen und ihre Interaktionen untereinander werden als neuronaler Schaltkreis bezeichnet. Neuronale Schaltkreise sind sowohl anatomische als auch funktionale Einheiten, die normalerweise eine Aufgabe erfüllen, wie z. B. die Bildung einer

negativen Rückkopplungsschleife im Gegensatz zum Multitasking. Wissenschaftler und Forscher haben versucht, die neuronalen Schaltkreise mit echten elektronischen Schaltkreisen nachzubilden, was zur Entwicklung von Bereichen wie der künstlichen Intelligenz (KI) und anderen beitragen wird.





**Abbildung 4.** Die externe Prothese, hier sehen wir ein künstliches Bein, das amputierten Menschen hilft, wieder normal zu gehen und zu leben. Das obere Bild zeigt die altmodische Version (die passive Version), während das untere Bild die moderne Version darstellt, die mit einem Mikrocontroller ausgestattet ist, um die Bewegung des Gelenks zu verbessern. kungen mit echten elektronischen Kits, was bei der Entwicklung

von Bereichen wie der künstlichen Intelligenz (KI) und anderen helfen wird.

### **Ein guter Biomedizintechniker zu sein:**

Was wird von Ihnen als Student verlangt, um ein guter Biomedizintechniker zu werden? Das Gebiet der Biomedizintechnik basiert in hohem Maße auf den Ingenieurwissenschaften (einschließlich aller ihrer Zweige) und anderen medizinbezogenen Kenntnissen wie den Biowissenschaften und den medizinischen Schulwissenschaften (einschließlich Fächern wie Anatomie und Physiologie des menschlichen Körpers). Dies ermöglicht es uns, genau zu verstehen, was in unserem Körper vor sich geht und wie man es aus technischer Sicht behandeln kann, und es in eine einfache und verständliche Form zu bringen, wobei wir uns bewusst sind, dass niemand ein absoluter Experte in allen Bereichen der Biomedizintechnik sein kann.

## Referenzen

- Einführung in die Biomedizintechnik, John Enderle, Joseph Bronzino, Dritte Auflage.
- [http://www.pauldurso.com/neural\\_stimulation.htm...](http://www.pauldurso.com/neural_stimulation.htm)
- <http://www.cnsorg.org/computational-neuroscience>.
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11154/>.
- <http://compneuro.washington.edu/about/> was-ist-compneuro/.
- <https://psychologydictionary.org/neural-circuit/>.
- Neural Engineering, Bin He, zweite Auflage.

## **Kapitel 2**

# **Einführung in die Biomedizinische Technik mit Biosensoren**

### **1- Was sind Sensoren und Messwandler?**

**Wandler:** ein Gerät, das Energie von einer Form  
in eine andere Form umwandelt.

FOR AUTHOR USE ONLY

# Classification of Transducers

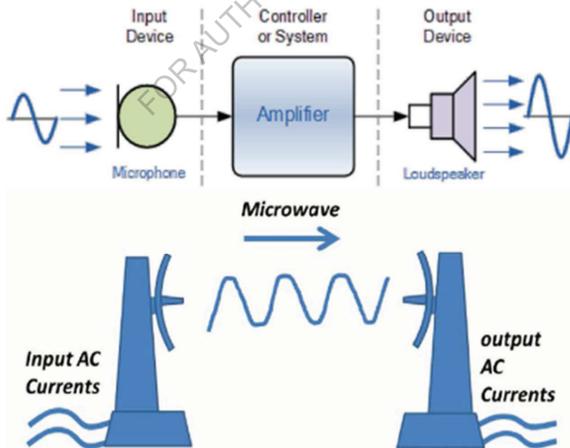
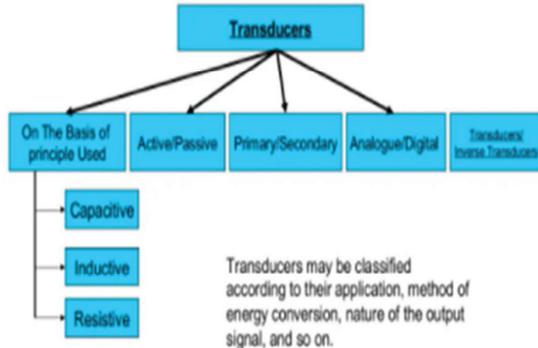
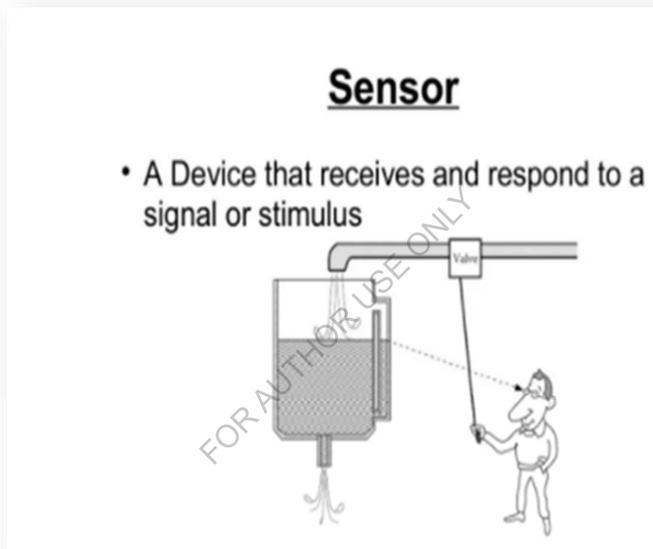


Abbildung 1: Normale Schallwandler.

**Sensor:** Ein Gerät, das ein Signal oder einen Reiz empfängt und darauf reagiert und einen physikalischen Parameter in einen elektrischen Ausgang umwandelt.



## **2- Arten von Sensoren:**

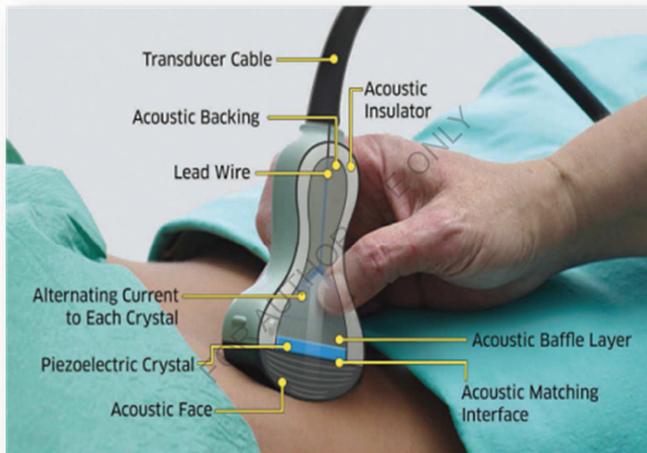
Sensoren lassen sich in zwei Typen einteilen, je nachdem, wie sie ihre Arbeitsenergie erhalten.

**1 - Aktive Sensoren** erzeugen ein elektrisches Ausgangssignal direkt als Reaktion auf eine angewandte Stimulation oder Messung. Ein aktiver Sensor benötigt keine externe Spannungsquelle, um einen elektrischen Ausgang zu erzeugen. **Beispiel:** Solarzelle, piezoelektrisches Material, Thermoelement, usw.

**2-Passive Sensoren** erzeugen eine Änderung einer passiven elektrischen Größe, wie z. B. Kapazität, Widerstand oder Induktivität, als Reaktion auf einen angelegten oder gemessenen Stimulus. Daher benötigt ein passiver Sensor eine externe Wechsel- oder Gleichspannungsquelle, um eine passive

elektrische Größe wie Kapazität, Widerstand oder Induktivität in einen elektrischen Ausgang umzuwandeln.

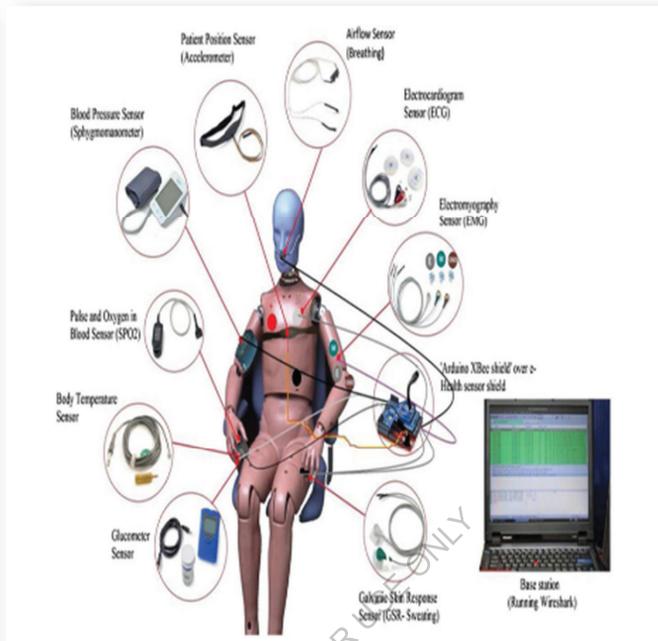
**Beispiel:** Fotodiode, Thermistor, Dehnungsmessstreifen, usw.



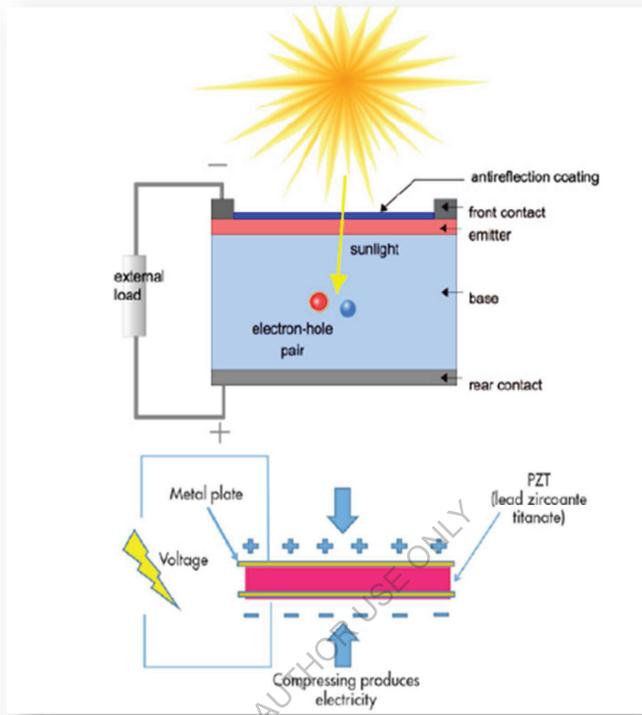
**Abbildung 2: Schallkopf für medizinische Zwecke, Ultraschall-Schallkopf.**



**Abbildung 3: Normale Sensoren.**

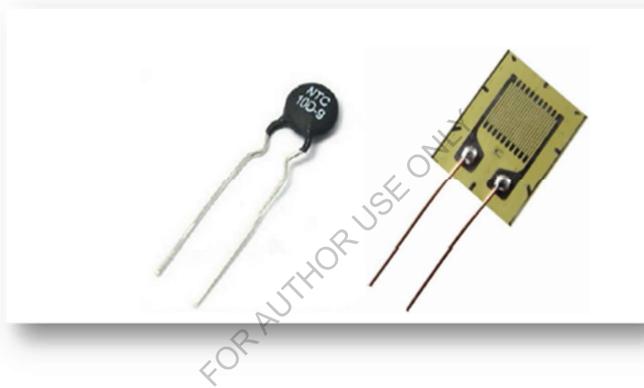


**Abbildung 4: Medizinische Sensoren.**



**Abbildung 5:** Beispiele für aktive Sensoren. Das obere Bild zeigt die Solarzelle, ein elektrisches Gerät, das die Energie des Lichts durch den photovoltaischen Effekt, ein physikalisch-chemisches Phänomen, direkt in Elektrizität umwandelt. Ein piezoelektrischer Sensor (unteres Bild) ist ein Gerät,

das den piezoelektrischen Effekt nutzt, um Druck-, Beschleunigungs-, Temperatur-, Dehnungs- oder Kraftänderungen zu messen, indem es sie in eine elektrische Ladung umwandelt. Die Vorsilbe (piezo) ist griechisch für "drücken" oder "quetschen".



**Abbildung 6:** Beispiele für aktive Sensoren. Ein Thermistor, das obere Bild, ist eine Art Widerstand. Sein Widerstand ist temperaturabhängig, und zwar stärker als bei normalen Widerständen. Das Wort setzt sich aus den Begriffen "thermisch" und "Widerstand" zusammen. Thermistoren werden

häufig als Einschaltstrombegrenzer und Temperatursensoren eingesetzt. Ein Dehnungsmessstreifen (manchmal auch als Dehnungsmessstreifen bezeichnet) ist ein Sensor, dessen Widerstand sich mit der aufgebrauchten Kraft ändert. Er wandelt Kraft, Druck, Spannung, Gewicht usw. in eine Änderung des elektrischen Widerstands um, die dann gemessen werden kann. Wenn äußere Kräfte auf ein stationäres Objekt einwirken, entstehen Spannungen und Dehnungen. Spannung ist definiert als die inneren Widerstandskräfte des Objekts, und Dehnung ist definiert als die auftretende Verschiebung und Verformung.

**Tabelle (1): Sensortyp, Sensorelement und Beispiel.**

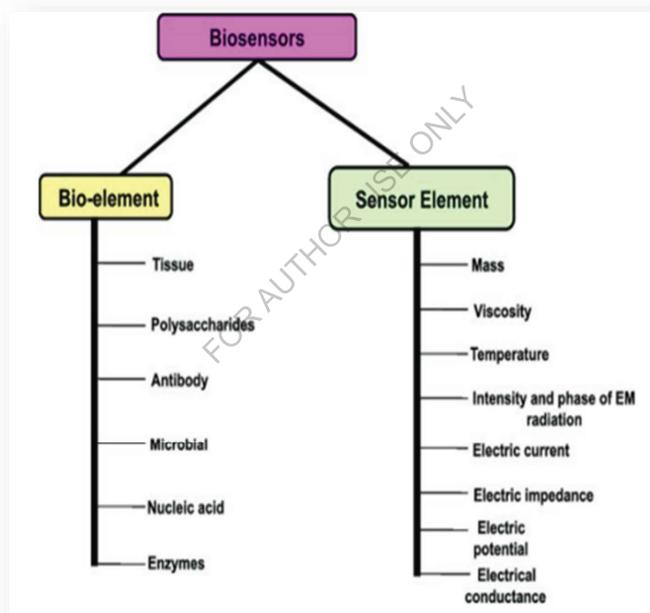
Sensor type	Sensing element	Example
Thermal	Thermocouple, thermistor	Electronic thermometer
Mechanical	Strain gauge, piezoelectric sensor	Pressure transducer
Electrical	Electrode	Electrocardiograph (ECG), electroencephalograph (EEG)
Chemical	Electrode	pH meter
Optical	Photodiode, photomultiplier	Pulse oximeter

Input	Instrument	Sensor	Output	Range*
Temperature	Oral digital thermometer	Thermistor	Temperature display	32–40°C
Blood pressure	Digital sphygmomanometer	Stethoscope or strain gauge	Pressure	0–400 mmHg
Blood oxygen	Pulse oximeter	Photodiode	Percent oxygen saturation	0–100% SpO <sub>2</sub>
<b>Biopotentials</b>				
Cardiac biopotentials	Electrocardiograph (ECG)	Skin electrodes	Electrocardiogram	0.5–5 mV
Neural biopotentials	Electroencephalograph (EEG)	Scalp electrodes	Electroencephalogram	5–300 mV
Retinal biopotentials	Electroretinograph (ERG)	Contact lens electrodes	Electroretinogram	0–900 mV
Muscle biopotential	Electromyograph (EMG)	Needle electrodes	Electromyogram	0.1–5 mV

\* Information on the range of measured values from Webster JG. *Bioinstrumentation*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2003.

Ein **Biosensor** ist ein Analysegerät zum Nachweis einer chemischen Substanz, das eine biologische Komponente mit einem physikalisch-chemischen Detektor kombiniert. Zu den empfindlichen biologischen Elementen gehören z. B. Gewebe, Mikroorganismen, Organellen, Zellen, Rezeptoren, Enzyme, Antikörper und Nukleinsäuren.



## Anwendungen von Biosensoren in der Medizin

1- Biosensoren werden zur Erkennung von Krebs und Krankheiten eingesetzt und sind aufgrund ihrer Empfindlichkeit, Zuverlässigkeit und geringen Kosten potenzielle Helfer und vielversprechende Instrumente für die Behandlung von Krebs. Biosensoren können zur Früherkennung von Krebs, Herzerkrankungen, Diabetes und vielen Infektionskrankheiten eingesetzt werden.

2- Protein-Biomarker, Proteinprofile, Post-Translations-Modifikationen und Veränderungen der Genexpression sind einige der wichtigen molekularen Bezeichnungen, die einen neuen Weg für die Entwicklung von Biomarkern und Biosensoren geebnet haben.

- 3- Die verschiedenen Arten von Biosensoren sind Affinitäts-Biosensor, amperometrischer Biosensor, katalytischer Biosensor, DNA-Biosensor, elektrochemischer Biosensor, Biosensor auf Graphen-Basis, Massenänderungs-Biosensor, Stoffwechsel-Biosensor, mikrobieller Biosensor, miRNA-Biosensor, optischer Biosensor und viele mehr.
- 4- Biosensoren funktionieren auf der Grundlage der Erkennung von Elementen, der Signalübertragung und ihrer biologischen Reaktion.
- 5- Intelligente Biosensoren in der medizinischen Versorgung erörtern die Merkmale von Biosensoren und ihre möglichen Anwendungen im Gesundheitswesen.

6- Mikrobielle Infektionsdiagnose, BoC-Systeme haben sich auch beim Nachweis von Infektionen durch Mikroorganismen, einschließlich bakterieller, viraler und parasitärer Infektionen, als äußerst effizient erwiesen. In diesem Zusammenhang wurden bei einer Literaturrecherche in der Scopus-Datenbank mit den Stichwörtern "microfluidic (bio)sensor" und "infection diagnosis" 10 im Jahr 2018 veröffentlichte Arbeiten identifiziert. Alle Arbeiten sind in Tabelle 2 zusammengefasst und werden in den folgenden Abschnitten beschrieben. Erstens untersuchten die identifizierten Arbeiten die Nachweiseffizienz von mikrofluidischen Biosensoren gegenüber den Bakterienstämmen *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*,

*Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* und *Yersinia pestis*. Zweitens untersuchten die identifizierten Arbeiten die Nachweiseffizienz von mikrofluidischen Biosensoren für das humane Adenovirus und das Hepatitis-B-Virus.

7- Diagnose neurodegenerativer Störungen, Identifizierung von Biomarkern im Zusammenhang mit Neurodegeneration, einschließlich Amyloid- $\beta$ -Peptiden, Tau-Proteinen, Neurofilament-Light-Biomarkern für neuronale Verletzungen, Neurogranin, BACE1, SNAP-25, und Synaptotagmin für synaptische Dysfunktion und/oder Verlust, sTREM2, YKL-40, Interleukine, Tumor-Nekrose-Faktor  $\alpha$  und Lactoferrin für Neuroinflammation aufgrund der Aktivierung von Mikroglia und Astrozyten sowie Clusterin für Apoptose

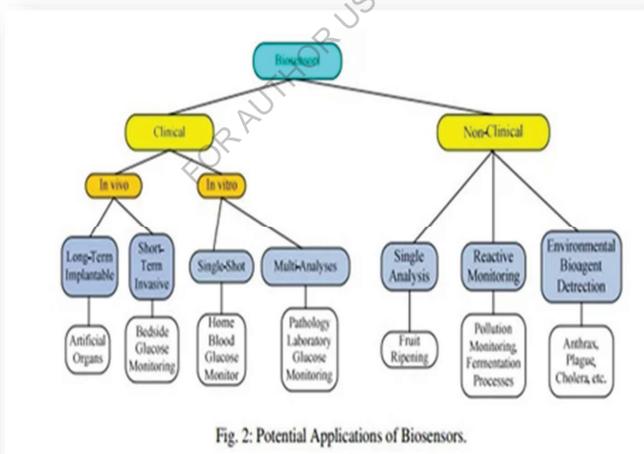
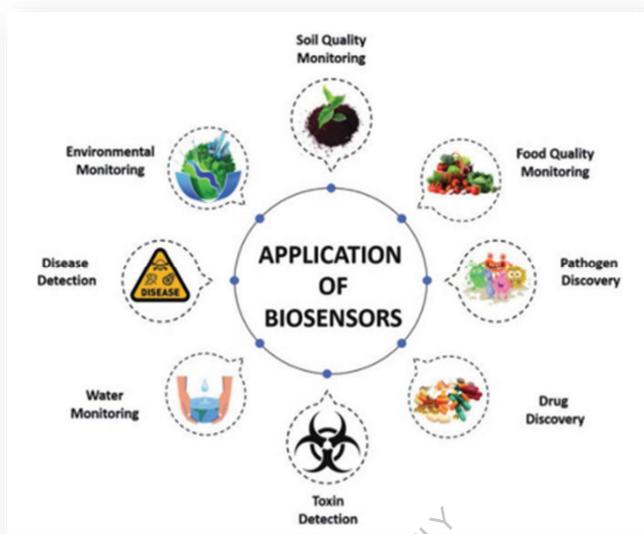
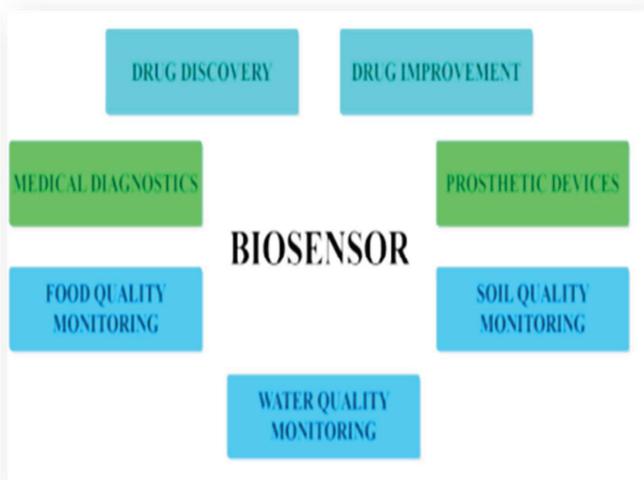
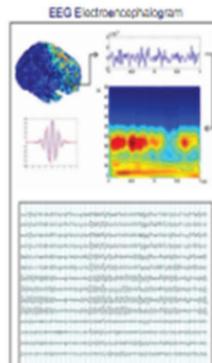


Fig. 2: Potential Applications of Biosensors.



## Design of Health Technologies Medical Sensors

- Biosensors:**
- EEG Electroencephalogram
  - Hernia Repair (Herniorrhaphy)
  - Diabetes / Implantable insulin pumps
  - Implantable Cardioverter defibrillator (ICD)
  - Glucose monitoring
  - Other systems



# Advanced Sensing Systems

## Biosensors:

- EEG Electroencephalogram
- Hernia Repair (Herniorrhaphy)
- Diabetes / Implantable insulin pumps
- Implantable Cardioverter defibrillator (ICD)
- Glucose monitoring
- Other systems

## EEG Electroencephalogram

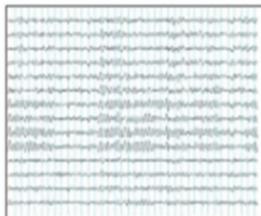
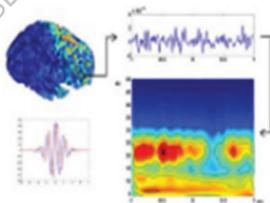
(Monitoring Brain waves)

• Brain cells communicate by producing tiny electrical impulses. In an EEG, electrodes are placed on the scalp over multiple areas of the brain to detect and record patterns of electrical activity and check for abnormalities.

• You apply between 16 and 25 metal discs (electrodes) in different positions on your scalp which are held in place with a paste. The electrodes are connected by wires to an amplifier and a recorder.

• EEG is used to help diagnose the presence and type of seizures, to look for causes of confusion, and to evaluate head injuries, tumors, infections, degenerative diseases, and metabolic disturbances that affect the brain.

• It is also used to evaluate sleep disorders and to investigate periods of unconsciousness. The EEG may be done to confirm brain death in a comatose patient.



## Diabetes / Implantable insulin pumps

- Implantable insulin pumps are emerging **insulin-delivery** devices that can be surgically implanted under the skin of individuals with **diabetes**. The pump delivers a continuous **basal dose** of insulin through a catheter and into the patient's abdominal cavity.
- Implantable insulin pumps are devices that can be surgically implanted in individuals with **diabetes** as an **insulin-delivery** device. They are usually placed on the left side of the abdomen.
- The disk-shaped pumps are about the diameter of a hockey puck but much thinner. They weight about 5 to 8 ounces when filled. The reservoir holds up to several months' worth of insulin and is refilled via a **syringe** injection through abdominal tissue. Depending on the dosage of insulin, the battery in an implanted pump lasts about eight to 13 years, according to one manufacturer.



## Implantable Cardioverter defibrillator (ICD)

### Summary

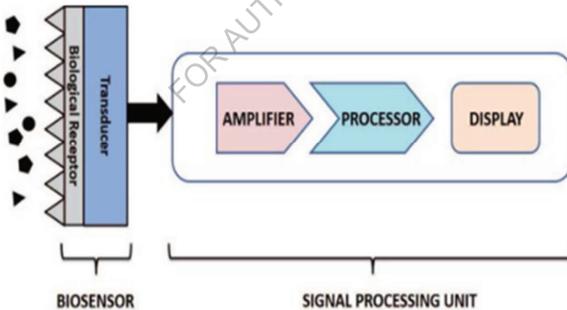
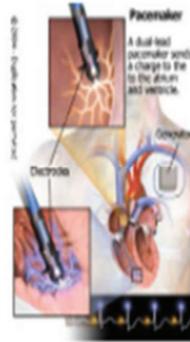
- An implantable cardioverter defibrillator (ICD) is a device that is implanted in the chest to constantly monitor and correct abnormal heart rhythms (**arrhythmias**). The devices were developed originally to correct heart rhythms that are too fast, but recent technological advances have increased the pool of possible patients who may benefit from an ICD.
- ICDs are mainly used to treat two forms of abnormal heart rhythms, both of which occur in the ventricles, or lower pumping chambers of the heart. If the ventricles begin to beat too quickly (**ventricular tachycardia**), the device may emit low-energy electrical pulses that allow the heart to regain its normal rhythm. If the tachycardia progresses to a very rapid, life-threatening rhythm that causes the ventricles to quiver rather than beat (**ventricular fibrillation**), the device may deliver a relatively stronger jolt to reset the heart rate (defibrillation).

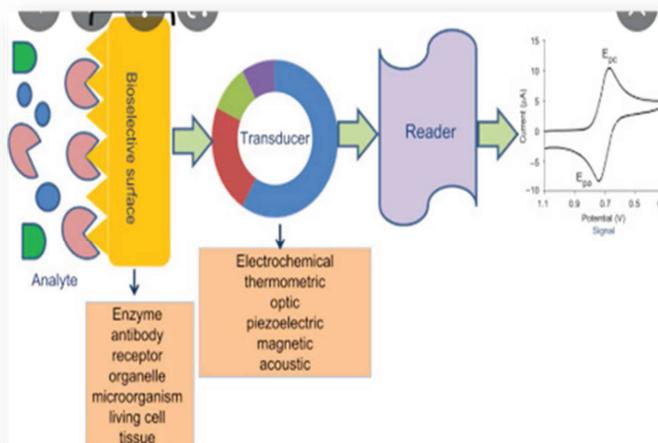


Heart Conduction Animation

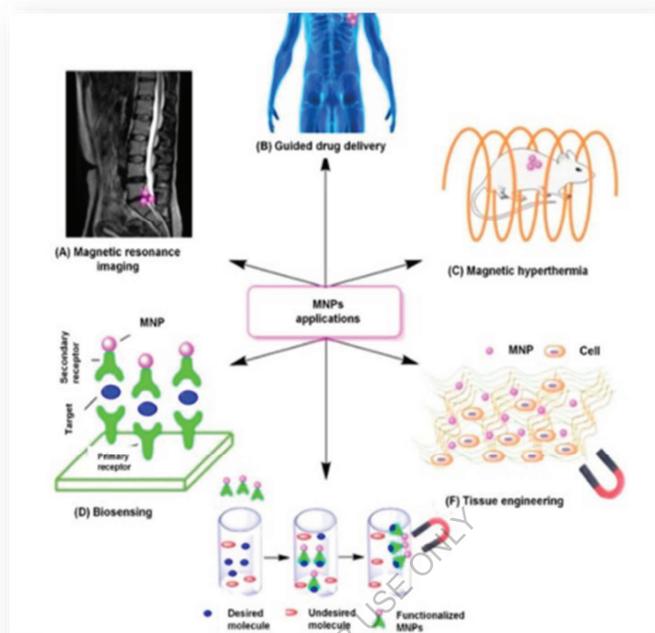
## Implantable Cardioverter defibrillator (ICD) cont

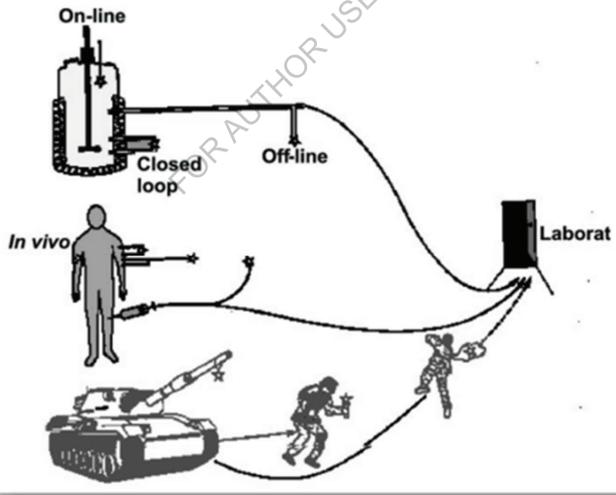
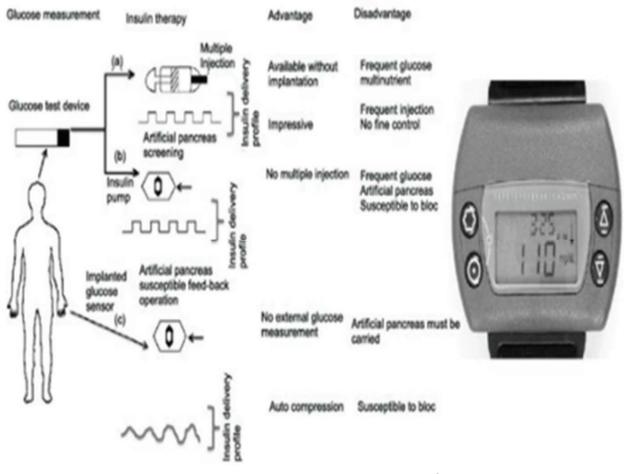
- Left Ventricular Assist Device Animation
- Heart Bypass Surgery
- Angiogram
- Stress Test
- Hypertension

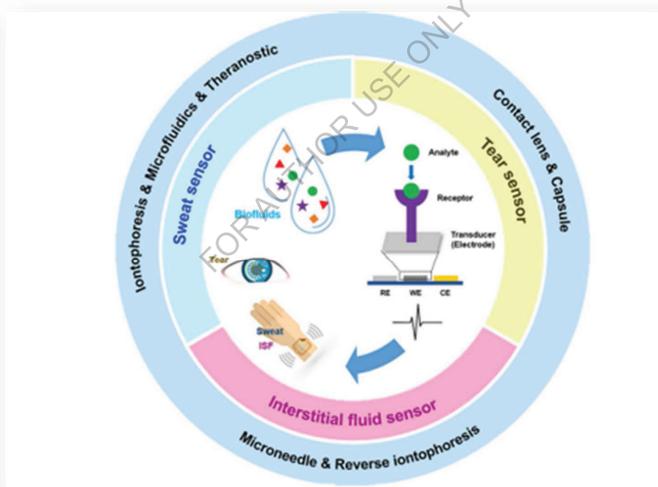
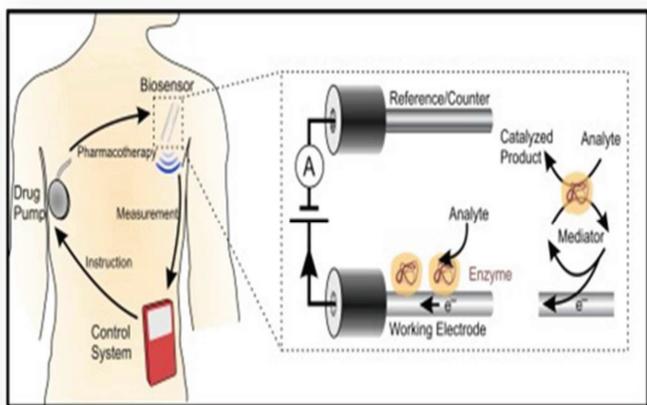




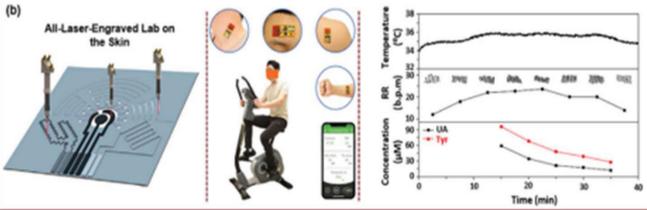
**Biosensor:  
Types & Applications**



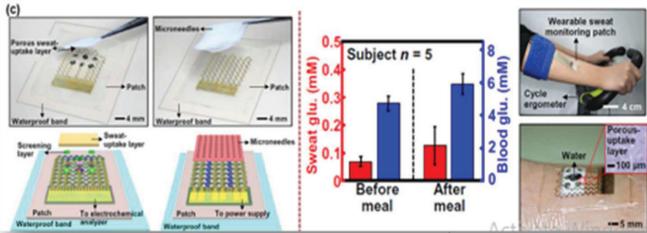




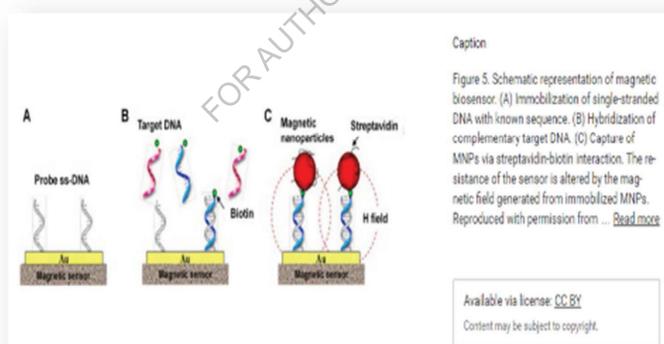
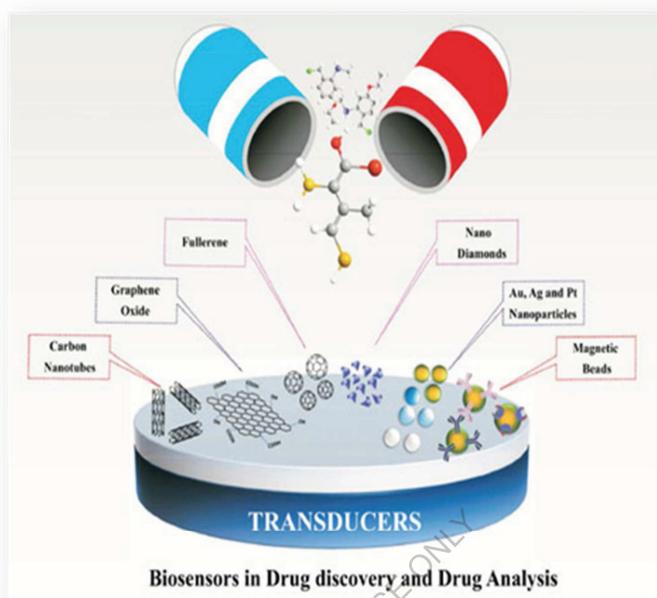
**Microfluidic Sweat Collection Methods**

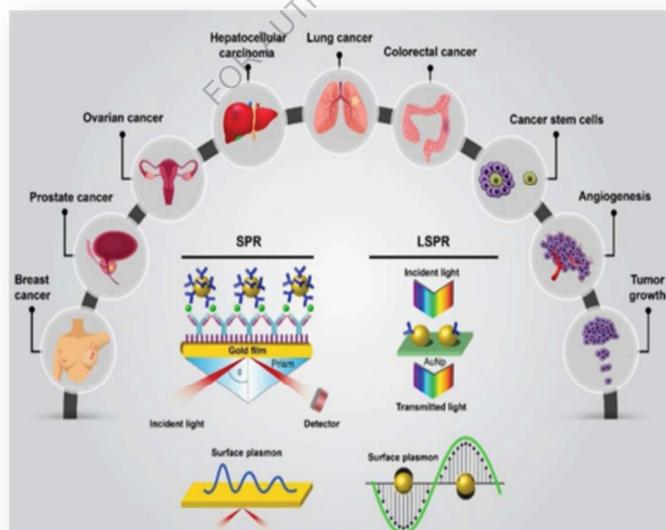
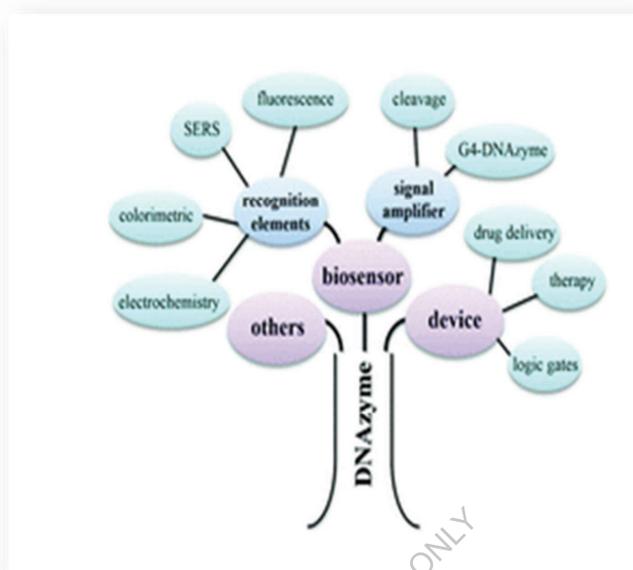


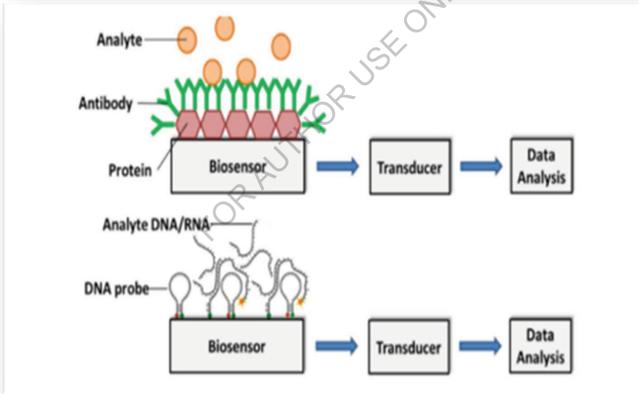
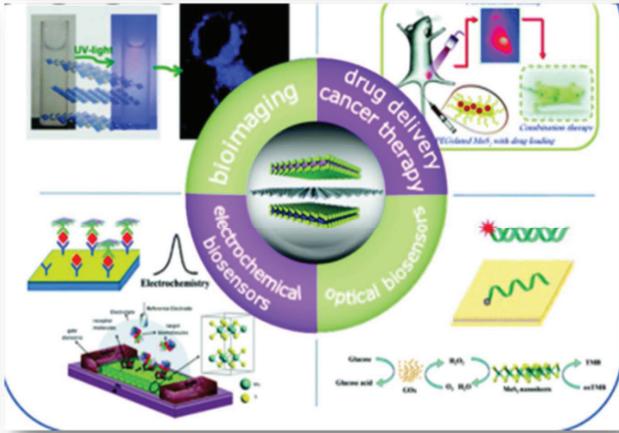
**Theranostic Sweat Sensors with Drug Delivery System**

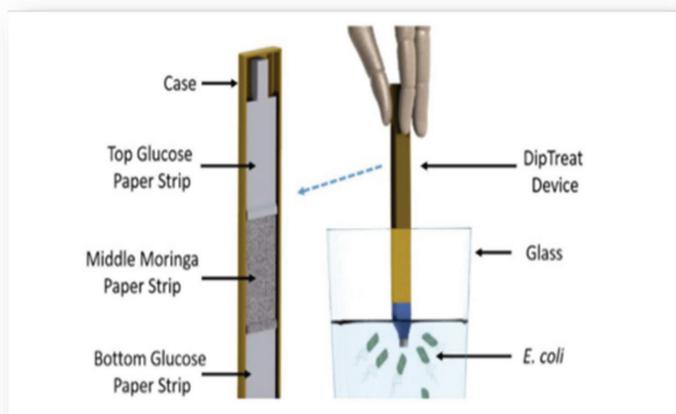


FOR AUTHOR USE ONLY









FOR AUTHOR USE ONLY

## **Dynamischer Bereich**

Präzision

Auflösung

Genauigkeit

Offset

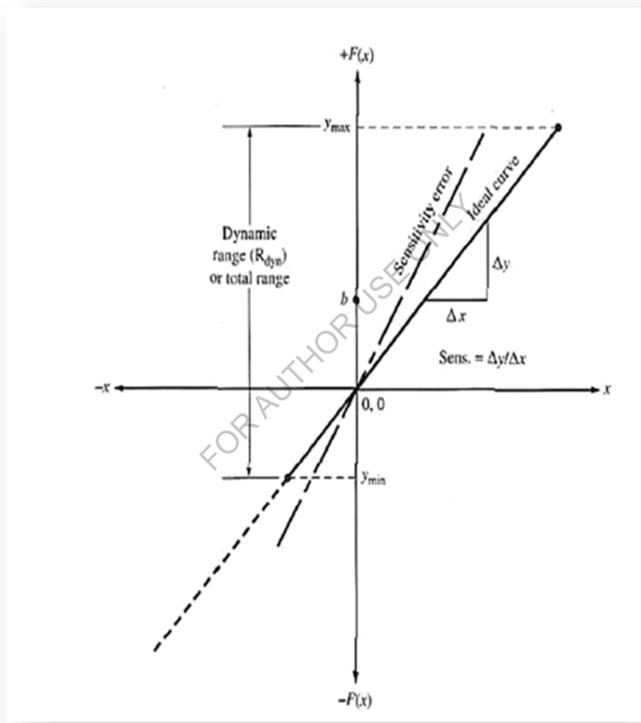
Linearität

Hysterese

Reaktionszeit

**Empfindlichkeit:** Die Empfindlichkeit des Sensors ist definiert als die Steigung der Ausgangskennlinie ( $Y = X$ ). Allgemeiner ausgedrückt, die minimale Eingabe eines physikalischen Parameters, die eine erkennbare Ausgangsänderung bewirkt. Bei einigen Sensoren wird die Empfindlichkeit als die Änderung des Eingangsparameters definiert, die erforderlich ist, um eine standardisierte Ausgangsänderung zu

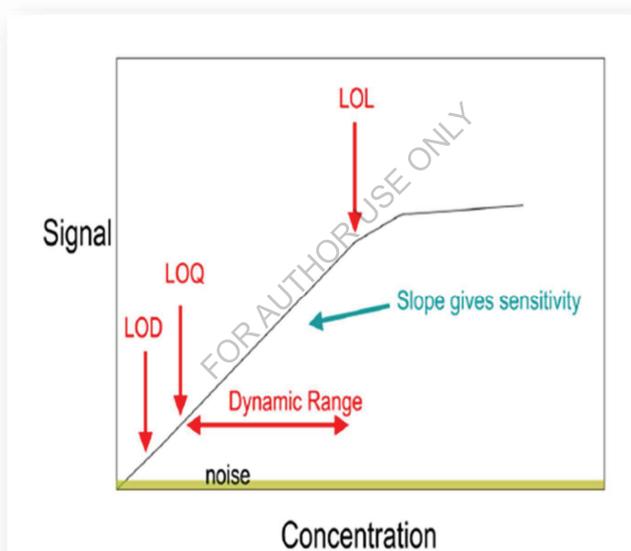
erzeugen. In anderen Fällen wird sie als Änderung der Ausgangsspannung bei einer bestimmten Änderung des Eingangsparameters definiert. Siehe Abbildung (8).



**Abbildung 8:** Die Empfindlichkeitskurve.

**Dynamikbereich** Der Dynamikbereich ist der Gesamtbereich des Sensors vom Minimum bis zum Maximum. Siehe Abbildungen (8, 9).

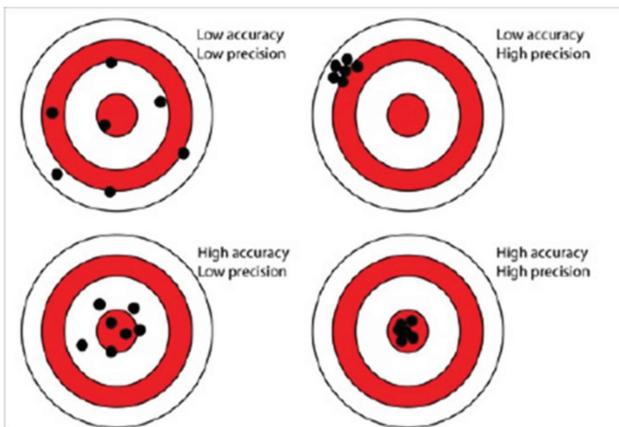
**Präzision** Die Präzision bezieht sich auf den Grad der Reproduzierbarkeit einer Messung.



**Abbildung 9:** Die Empfindlichkeitskurve.

**Genauigkeit** Die Genauigkeit des Sensors ist die maximale Differenz zwischen dem tatsächlichen Wert (der mit einem Primär- oder guten Sekundärstandard gemessen werden muss) und dem angezeigten Wert am Ausgang des Sensors. Um den Unterschied zwischen Präzision und Genauigkeit zu verstehen, siehe Abbildung (10).

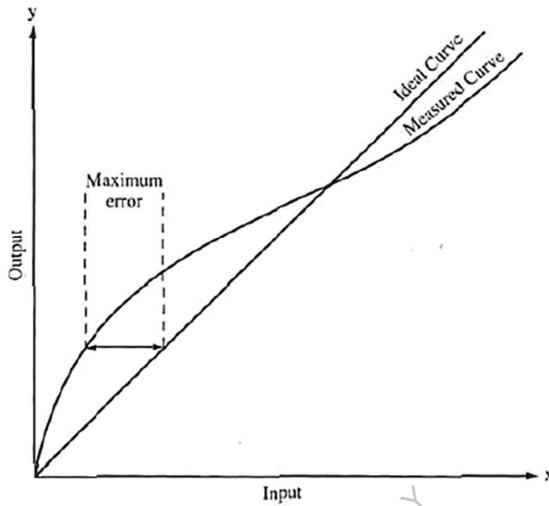
**Auflösung** Die Auflösung ist definiert als die kleinste erkennbare inkrementelle Änderung des Eingangsparameters, die im Ausgangssignal erkannt werden kann.



## **Abbildung 10: Genauigkeit und Präzision.**

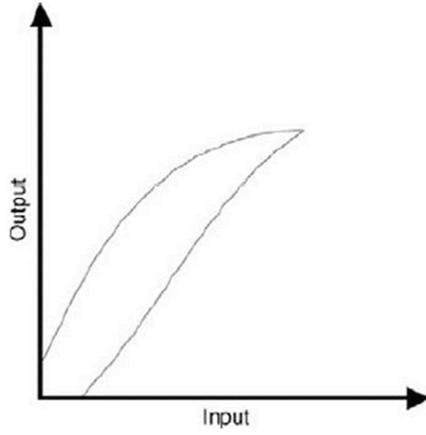
**Offset** Der Offset-Fehler eines Messwertaufnehmers ist definiert als der Ausgang, der vorhanden ist, wenn er Null sein sollte. Oder die Differenz zwischen dem tatsächlichen Ausgangswert und dem spezifizierten Ausgangswert unter einer bestimmten Reihe von Bedingungen.

**Linearität** Die Linearität des Messwertaufnehmers gibt an, inwieweit die tatsächlich gemessene Kurve eines Sensors von der Idealkurve abweicht. Siehe Abbildung (11).



**Abbildung 11: Linearitätsfehler.**

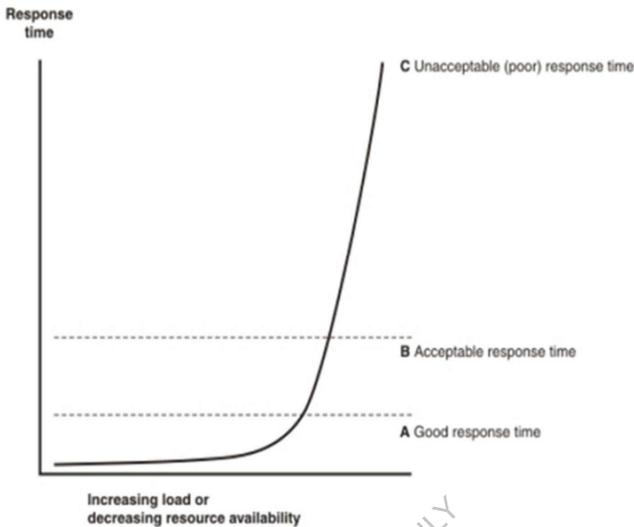
**Hysterese** Ein Messwertaufnehmer sollte in der Lage sein, den Änderungen des Eingangsparameters zu folgen, unabhängig davon, in welche Richtung die Änderung erfolgt; die Hysterese ist das Maß für diese Eigenschaft. Siehe Abbildung (12).



**Abbildung 12: Hysteresekurve.**

FOR AUTHOR USE ONLY

Reaktionszeit Sensoren ändern ihren Ausgangszustand nicht sofort, wenn sich ein Eingangsparameter ändert. Vielmehr ändert sich der neue Zustand über einen bestimmten Zeitraum, der als Reaktionszeit bezeichnet wird. Die Reaktionszeit kann als die Zeit definiert werden, die ein Sensorausgang benötigt, um von seinem vorherigen Zustand zu einem endgültigen Wert innerhalb eines Toleranzbandes des korrekten neuen Wertes zu wechseln. Siehe Abbildung (13).



**Abbildung 13: Hysteresekurve.**

Rauschen Fast alle Arten von Sensoren erzeugen zusätzlich zum Ausgangssignal ein gewisses Ausgangsrauschen. Das Rauschen des Sensors schränkt die Leistung des Systems ein. Die häufigsten Arten von Rauschen sind 50-Hz-Versorgungsrauschen und weißes Rauschen, das im Allgemeinen über das Frequenzspektrum verteilt ist.

Bandbreite Alle Sensoren haben eine endliche Reaktionszeit auf eine sofortige Änderung des physikalischen Signals. Darüber hinaus haben viele Sensoren Abklingzeiten, d. h. die Zeit, die nach einer sprunghaften Änderung des physikalischen Signals vergeht, bis das Sensorausgangssignal auf seinen ursprünglichen Wert zurückgeht. Der Kehrwert dieser Zeiten entspricht der oberen bzw. unteren Grenzfrequenz. Die Bandbreite eines Sensors ist der Frequenzbereich zwischen diesen beiden Frequenzen.

#### **4- Fehlerquellen in den Sensoren:**

Sensoren unterliegen, wie alle anderen Geräte auch, gewissen Fehlern. Der Fehler ist definiert als die Differenz zwischen dem gemessenen Wert und dem wahren Wert. **Sensorfehler lassen sich in fünf grundlegende Kategorien einteilen:**

**1- Einfüguungsfehler.**

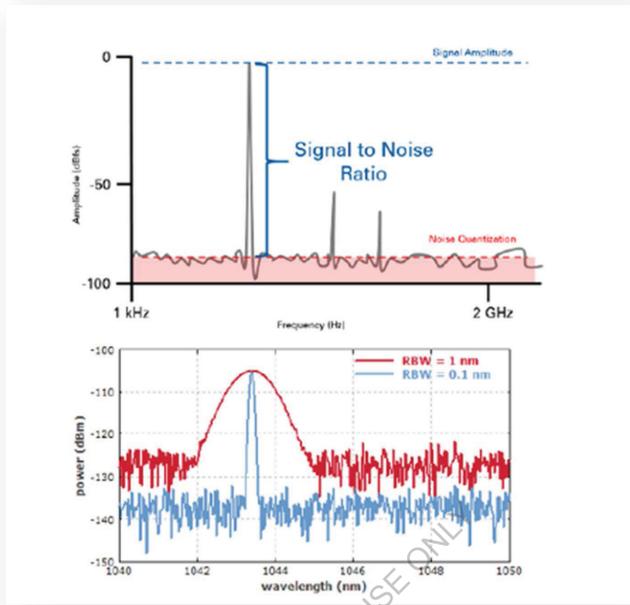
**2- Anwendungsfehler.**

**3-Merkmal Fehler.**

**4-Dynamischer Fehler.**

**5-Umweltfehler.**

**Einführungsfehler:** Einführungsfehler entstehen beim Einführen des Sensors in das zu messende System. Sie können also den Fehlern aufgrund des menschlichen Faktors zugeordnet werden, d. h. Fehlern, die durch eine falsche oder unsachgemäße Verwendung des Geräts verursacht werden.



**Abbildung 14:** Das Rauschen ist ein unerwünschtes Signal, das dem gewünschten Signal überlagert werden kann und es verzerrt. Wenn wir ein Signal aufzeichnen, kann der aufgezeichnete Rauschpegel mit dem Signal-Rausch-Verhältnis (abgekürzt SNR oder S/N) gemessen werden, einem in Wissenschaft und Technik verwendeten Maß, das den Pegel eines gewünschten Signals mit dem Pegel des

Hintergrundrauschens vergleicht. Hier sieht man, dass das obere Bild einen guten SNR-Wert aufweist, während das untere Bild einen niedrigen SNR-Wert (oder einen hohen Rauschwert) hat.

**Anwendungsfehler:** Anwendungsfehler werden vom Bediener durch die falsche Verwendung der dem medizinischen Gerät beigefügten Software verursacht, z. B. durch falsche Testeinstellungen oder die Wahl des falschen Tests, das falsche Geschlecht oder Alter des Patienten (siehe Abbildung (15)).



**Abbildung 15:** Moderne medizinische Geräte verwenden in großem Umfang Software zur Steuerung des Prüfbetriebs. Die Unkenntnis aller Funktionen dieser Software oder ihre falsche Verwendung kann die Ergebnisse der von uns durchgeführten Prüfung beeinträchtigen.

**Charakteristische Fehler:** Die Kennlinienfehler sind dem Gerät selbst inhärent, d. h. die Differenz

zwischen der idealen charakteristischen Übertragungsfunktion des Geräts und der tatsächlichen Kennlinie.

Diese Form des Fehlers kann einen DC-Offset-Wert (eine falsche Druckhöhe), eine falsche Steigung oder eine nicht perfekt lineare Steigung umfassen.

**Dynamische Fehler:** Viele Sensoren werden unter statischen Bedingungen charakterisiert und kalibriert, z. B. mit einem statischen oder quasi-statischen Eingangsparameter. Viele Sensoren sind stark gedämpft, so dass sie nicht auf schnelle Änderungen des Eingangsparameters reagieren. Zu den dynamischen Fehlern gehören Reaktionszeit, Amplitudenverzerrung und Phasenverzerrung.

## **Fehler in der Umwelt:**

50 Hz-Signal.

Radiowellen.

Drahtloses Internet.

GSM-Wellen.

## **5 - Entwicklung medizinischer Sensoren und Transducer:**

Die Entwicklung auf dem Gebiet der Biomedizin erfordert es, alle neu vorgestellten Technologien genau zu verfolgen und zu versuchen, ihre medizinischen Auswirkungen zu ermitteln. Siehe Abbildung (16).



Abbildung 16: Entwicklung bei medizinischen Sensoren.

## 6- Referenzen

Medical Instrumentation Application and Design,  
John G. Webster, Dritte Auflage.

[\\_https://www.omega.com/prodinfo/straingages.html](https://www.omega.com/prodinfo/straingages.html).

[\\_http://www.cnsorg.org/computational-neuroscience](http://www.cnsorg.org/computational-neuroscience).

[\\_https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11154/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11154/).

[\\_http://compneuro.washington.edu/about/what-is-compneuro/](http://compneuro.washington.edu/about/what-is-compneuro/).

[\\_https://psychologydictionary.org/neural-circuit/](https://psychologydictionary.org/neural-circuit/).

Neural Engineering, Bin He, zweite Auflage.

16

[-https://doi.org/10.1038/s41427-020-00280-x](https://doi.org/10.1038/s41427-020-00280-x)

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

**More  
Books!**



yes  
**I want morebooks!**

Buy your books fast and straightforward online - at one of world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at  
**[www.morebooks.shop](http://www.morebooks.shop)**

Kaufen Sie Ihre Bücher schnell und unkompliziert online – auf einer der am schnellsten wachsenden Buchhandelsplattformen weltweit! Dank Print-On-Demand umwelt- und ressourcenschonend produziert.

Bücher schneller online kaufen  
**[www.morebooks.shop](http://www.morebooks.shop)**

KS OmniScriptum Publishing  
Brivibas gatve 197  
LV-1039 Riga, Latvia  
Telefax: +371 686 20455

[info@omniscryptum.com](mailto:info@omniscryptum.com)  
[www.omniscryptum.com](http://www.omniscryptum.com)

OMNIScriptum



FOR AUTHOR USE ONLY