

Einführung in die medizinische Informatik:

Grundbegriffe der med. Inf. :

Natural Computing:

Lerne aus der Natur, entwickle daraus neue Modelle.
Wende neue wissenschaftliche Erkenntnisse der Grundlagen- und der angewandten Forschung an, um Vorgänge in der Natur zu erklären.

Quantum Computing:

A quantum computer is any device for computation that makes direct use of distinctively quantum mechanical phenomena, such as superposition and entanglement, to perform operations on data. In a classical (or conventional) computer, information is stored as bits; in a quantum computer, it is stored as qubits (quantum bits). The basic principle of quantum computation is that the quantum properties can be used to represent and structure data, and that quantum mechanisms can be devised and built to perform operations with this data.[1]

Molecular Computing (DNA Computing):

DNA computing is a form of computing which uses DNA and biochemistry and molecular biology, instead of the traditional silicon-based computer technologies. DNA computing, or, more generally, molecular computing, is a fast developing interdisciplinary area.

Themengebiete:

Gesundheitstelematik(E-Health):

Die **Telemedizin** ist ein Teilbereich der Telematik im Gesundheitswesen und bezeichnet Diagnostik und Therapie unter Überbrückung einer räumlichen oder auch zeitlichen („asynchron“) Distanz zwischen Arzt und Patienten oder zwischen zwei sich konsultierenden Ärzten mittels Telekommunikation.

Eröffnung neuer Möglichkeiten:

- .) Befundung bzw. Kooperation über räumliche Distanzen (digitale Radiologie)
- .) Überwachung/Kommunikation mit Patienten in ihrem häuslichen Umfeld (Dialysepatienten)
- .) Video/Audioübertragung von Operationen
- .) Multimedia Technologie im OP
- .) Zentralisierung und Kontrolle (ADS – Automatic Drug Dispension System)

Beispiele von Verbesserungspotentialen durch IT:

- .) 1/5 der Labor- u. Röntgenuntersuchungen unnötig wegen mangelnder Verfügbarkeit der Daten
- .) über 10% der Spitalseinlieferungen unnötig weil Vorgeschichte nicht bekannt
- .) E-Kommunikation zwischen Arzt u. Patient erfolgt derzeit zu Lasten der Privatheit des Patienten (keine Information für ihn)

- .) „Datenfriedhof“ in vielen Krankenhäusern (verschiedene Abteilung)
- .) falsche Diagnosestellung, falsche Medikation (Irrtümer durch Paperware)
- .) ca. 1000 vermeidbare Sterbefälle in Deutschland (2005)

Was soll E-Health bringen:

- .) Digitalisierung aller Datenerfassungs- u. Kommunikationsprozesse
- .) Zugänge zu medizin. Wissen z.B. durch „qualifizierte Portale“
- .) Integration von Gesundheitseinrichtungen
- .) reale Informationsrechte für den Patienten
- .) Entfaltung des B2B-Prozesses im Gesundheitswesen: Ersatz der traditionellen Kommunikation (Fax, Telefon, Post) durch internetbasierte Arbeitsweisen (institutionsübergreifendes Arbeiten)

Elektronische Patientenakte:

- .) Sammlung von allen medizinischen Leistungen bzw. Dokumentenarten (EKG, Röntgenbilder, Befunde, etc.)
- .) liegt auch verteilt bei den Leistungserbringern vor
- .) unabhängig von Ort und Zeit verfügbar (ubiquot)
- .) In die digitale Form können neben textlichen Dokumenten auch Bilder, Sound und taktile Spuren einbezogen werden
- .) unterstützt Implementierung von „best practice“
- .) stellt Daten in einer übersichtlichen Form dar

E-Card:

Die E-card ersetzt den Krankenschein, der bisher bei einem Arztbesuch oder einer Behandlung in den Gesundheitseinrichtungen der Sozialversicherung mitgebracht werden musste.

Ein Projekt „eGK“ ist unter anderem ein sogenanntes Health-ID-Projekt. Im Kern wird aber ein sicheres Wege-Netz für Gesundheitsdaten gebaut. Das Ziel dieser bundesweiten Infrastruktur ist der „perfekte“ Datenverkehr. Der Aufbau eines (Gesundheitsdaten-)Verkehrsnetzes erfolgt schrittweise.

Arbeitspraxis im Gesundheitswesen:

Patientenakte: Ist nicht nur ein reines Informationsblatt sondern macht auch Arbeit sichtbar und unterstützt die Kooperation mit sekundären Nutzern. Weiters dokumentiert sie die ordnungsgemäße Behandlung des Patienten.

Problem der Vollständigkeit: Eine ‚unvollständige‘ Krankenakte mag in der klinischen Situation durchaus ausreichend und verständlich sein.

Vielzahl von Artefakten wie z.B. die Fieberkurve, Zeitmanagement, Patientenakte und Archiv.

Elektronische Patientenakte:

Grundideen:

- jederzeit zugänglich
- vollständig
- stellt Daten in einer übersichtlichen Form dar
- unterstützt Implementierung von ‚best practice‘

Partizipative Verfahren im Gesundheitswesen:

Partizipatives Design arbeitet auf der Basis einer relativ engen Kooperation zwischen Technologieentwicklern, Anwender und anderen 'Stakeholdern'.

Anwender werden als Experten ihrer eigenen Arbeits- und Lebenssituation betrachtet.

Fokus ist die Gebrauchssituation einer spezifischen informationstechnischen Applikation, wobei es darum geht, diese Verwendung vorausschauend lebendig und vorstellbar zu machen

Gliedert sich in folgende Bereiche:

Future workshops:

- Kooperation mit vielen AnwenderInnen

- Kritik äussern

- Die Zukunft imaginieren

Scenario-basiertes Design:

- Beschreiben/Spielen einer

- Anwendungssituation

- Konkret aber flexibel

- Realistisch-authentisch oder imaginiert

- In Kombination mit (videounterstütztem) Erzählen, Simulationen

Ethnographische Untersuchungsverfahren:

- Reichhaltige Darstellungen

- Soziale Details

- Konzeptdesign

- Validierung

Design Games:

- Konzeptualisieren eines

- Designs in unterschiedlichen Rollen

- Kommunizieren unterschiedlicher Perspektiven

- Theater, Rollenspiel:

 - Beteiligt alle Sinne sowie die Emotion

 - Stimuliert unmittelbares Feedback

Mock-ups und Probes:

- Repräsentieren ein Designkonzept (nicht bereits die Lösung)

- Einfach und billig

- Ermutigen von 'hands-on' Erfahrungen

- Provozieren Diskussion und User

- Kreativität

- Offen und ko-adaptiv

Kooperatives Prototyping:

- Iteratives Erproben einer Lösung

- Regen Erzählfluss an - User erfinden Szenarien

Weshalb beobachten:

Was Personen sagen und was sie tun ist nicht dasselbe - die Schwierigkeit genaue Beschreibungen der eigenen Aktivitäten zu geben (approximative Beschreibungen, Rolle kultureller Erwartungen, 'tacit knowledge')

Die Relevanz von Konkretheit und Detailreichtum für das Verstehen von Aktivitäten 'Unsichtbare Arbeit' - Aspekte von Tätigkeiten, die informell sind, nicht beschrieben werden, im Hintergrund ablaufen.

Fokus der Beobachtung: Setting-orientiert(Umgebung), Personen-orientiert, Objekt-orientiert(Weg eines Objektes), Aufgaben-orientiert(wer macht wann was wo an einer Aufgabe)

Kooperatives Prototyping:

Im partizipativen Systemdesign werden Prototypen in Kooperation mit AnwenderInnen entwickelt, häufig in einem zyklischen Verfahren, in dem sie schrittweise erweitert und erprobt werden. Dieses iterative Entwicklungs- und Testverfahren, mit direktem User-Feedback während der Erprobungssituationen bezeichnet man als 'cooperative prototyping'.

Ethik im Systemdesign:

Ethik oder Moralphilosophie beschäftigt sich mit Fragen eines richtigen oder 'guten' Lebens, einer gerechten Gesellschaft (wie sollen Nutzen und Pflichten verteilt werden?), wie wir mit Anderen umgehen sollen, usw.

Narrative Ethik:

- .) Imagination und Interpretation als wesentliche Elemente ethischer Entscheidungsfindung - die eigene Geschichte erzählen und die Geschichten/Perspektiven der Anderen verstehen
- .) Die Fähigkeit der moralischen Imagination drückt sich in den Bildern, Metaphern und Symbolen der Erzählenden aus, sowie in den vielen potentiell relevanten Details der Erzählung
- .) Narrative Ethik und prinzipiengeleitetes Argumentieren schliessen einander nicht aus - sie können einander ergänzen.

Vignetten:

Kurze erzählende Episoden, geschrieben auf der Basis von empirischem Material (Feldarbeit), die ein oder mehrere ethische Probleme illustrieren.

Wichtige Charakteristika:

Ambiguität: Gibt Lesern die Möglichkeit, ihre eigene Perspektive zu formulieren

Narrativität: Arbeitet mit Spezifität und Details, hilft anderen den Kontext zu verstehen, in dem ein ethisches Problem entsteht.

Anwendungsgebiete z.B. in der Palliativmedizin.

Datenschutz und Datensicherheit:

„Patientinnen- und Patientensicherheit“: Umfasst Massnahmen zur Vermeidung unerwünschter Ereignisse, die zum Schaden der Patientin / des Patienten führen können.
(Gesundheitstelematikgesetz)

Datenschutz („privacy“): Bezeichnet jene rechtlich gesellschaftspolitische Norm, die sämtliche Verarbeitung und Speicherung personenbezogener oder personenbeziehbarer Daten grundsätzlich vor Missbrauch schützen soll. Das eigentliche Schutzobjekt sind hier weniger die Daten selbst sondern die Persönlichkeitsrechte jeder natürlichen Person als Individuum.

Personenbezogene Daten: Einzelangaben einer natürlichen Person, die diese als Individuum charakterisieren oder beschreiben.

Personenbeziehbare Daten: Einzelangaben einer natürlichen Person, die diese erst im Kontext mit anderen Daten indirekt identifizieren.

Grundsätze des deutschen Telematik-Gesetzes:

- .) Die Datenhoheit der Patienten und der Grundsatz der Freiwilligkeit der Speicherung von Gesundheitsdaten müssen bewahrt werden.
- .) Die Patienten müssen darüber entscheiden können, welche ihrer Gesundheitsdaten aufgenommen und welche gelöscht werden.
- .) Die Patienten müssen darüber entscheiden können, ob und welche Daten sie einem Leistungserbringer zugänglich machen.
- .) Die Patienten müssen das Recht haben, die über sie gespeicherten Daten zu lesen.

Wichtig ist hierbei die Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit von Informationen, die Verantwortlichkeit für Informationen und Prozesse im Sinne der Authentizität und Unabstreitbarkeit und die Validität von einem Leistungserbringer verwendeten Daten!

Gesundheitsdaten:

- .) die geistige Verfassung,
- .) die Struktur, die Funktion oder den Zustand des Körpers oder Teile des Körpers,
- .) die gesundheitsrelevanten Lebensgewohnheiten oder Umwelteinflüsse,
- .) die verordneten oder bezogenen Arzneimittel, Heilbehelfe oder Hilfsmittel,
- .) die Diagnose-, Therapie- oder Pflegemethoden oder
- .) die Art, die Anzahl, die Dauer oder die Kosten von Gesundheitsdienstleistungen oder gesundheitsbezogene Versicherungsdienstleistungen betreffen.

Shared Care:

„Fortlaufende und koordinierte Tätigkeit von verschiedenen Personen in verschiedenen Institutionen unter Einsatz verschiedener Methoden zu verschiedenen Zeiten, um Patienten in medizinischer, psychologischer und sozialer Hinsicht optimal helfen zu können.“

Schaffung kommunikativer Infrastruktur zur Abbildung arbeitsteiliger Prozesse zwischen Gesundheitseinrichtungen führt zu komplexen Informationssystemen.

Zustände von Shared Data: Top Secret – Secret – Confidential – Open.

BMA-Sicherheitsmodell:

BMA = British Medical Association

Das wichtigste und interessanteste Beispiel multilateraler Sicherheit; wird in Informationssystemen des Gesundheitswesens eingesetzt.

Bedrohungen:

- .) Datenschutzverletzung durch Versicherungen
- .) Manipulation von Medikationen
- .) Anhäufung von Zugangsrechten bei einer Person
- .) Mangelndes PC-Wissen (z.B. beim Löschen von Dateien)
- .) Social Engineering (z.B. gefälschte Telefonanrufe)

BMA-Modell besteht aus 9 Prinzipien:

- 1.) Zugangskontrolle
- 2.) Einrichten einer Akte
- 3.) Kontrolle
- 4.) Zustimmung und Benachrichtigung
- 5.) Dauerhaftigkeit
- 6.) Protokollierung
- 7.) Informationsfluss
- 8.) Aggregationskontrolle
- 9.) Computersystem

Sicherheit – Wie viel für wen?

- .) Für den Schutz vor Betrugsszenarien möchten Kassen möglichst umfangreiche Profile erstellen können.
- .) Aus Datenschutzgründen sollten möglichst wenige Informationen zentral gespeichert werden (wie z.B. Anzahl Statusabfragen pro Zeit)
- .) Medizinische Daten sind sehr vertraulich, müssen aber verfügbar sein, wenn sie benötigt werden.
- .) Der ärztlichen Schweigepflicht unterworfenen Personen müssen davor geschützt werden, dass sie unverschuldet für Datenschutzverletzungen zur Verantwortung gezogen werden.
- .) Alleine schon das Wissen, dass eine Person bestimmte Kommunikationsakte durchführt, kann eine kompromittierende Vertraulichkeitsverletzung zur Folge haben.

Vertrauen in Technik existiert abhängig von deren Zuverlässigkeit (Chipkarte):

- .) Maßnahmen zur Erhöhung der Zuverlässigkeit eignen sich prinzipiell auch allgemein zur Erhöhung der Vertrauenswürdigkeit.
- .) Einfachere Systeme tendieren zu einer höheren Zuverlässigkeit
- .) Einfachere Systeme sind weniger komplex, und deren technische Vertrauenswürdigkeit ist leichter nachzuweisen.
- .) Vertrauenswürdigste Komponente aus Sicht primärer Akteure (Versicherter, Leistungserbringer) ist die Chipkarte
- .) Die zentralen Dienste/Datenserver sind aus der Sicht der Kostenträger die vertrauenswürdigsten Komponenten.
- .) Die Chipkarte ist die vertrauenswürdigste dezentrale Komponente aus der Sicht der Kostenträger.
- .) Die vertrauenswürdigsten Prozesse im Rahmen der Telematik-Infrastruktur sind Prozesse die auf Basis einer ausschliesslich auf einer Chipkarte aufgetragenen kryptographischen Identität basieren.
- .) Netzwerktechnisch und applikatorisch repräsentiert der Konnektor den ersten Schritt eines vertrauenswürdigen Übergangs von einer nicht vertrauenswürdigen dezentralen zu einer vertrauenswürdigen zentralen Infrastruktur aus der Sicht der Kostenträger.
- .) Im Konfliktfall zwischen Verfügbarkeit, Revisionsicherheit, Unabstreitbarkeit und Vertraulichkeit vertrauen die primären Akteure letztendlich den Kostenträgern
- .) Die Sicherheitsarchitektur an sich, ein Zonenkonzept und Prüfprozesse unabhängiger Dritter stellen dieses Vertrauen auf eine fundierte Basis.

Verschlüsselung:

Die Verschlüsselung hat auf den Anlagen der Absenderin/des Absenders zu erfolgen, die Entschlüsselung auf den Anlagen der Empfängerin/des Empfängers der Gesundheitsdaten. (Gesundheitstelematikgesetz)

Um Sicherheit zu erreichen, müssen die potentiellen Gefahren (Risiken) bestimmt werden, und diesen in einem Sicherheitskonzept mit angemessenen Maßnahmen begegnet, sowie die unabwiesbaren Gefahren (Restrisiken) benannt werden.

Ziele der Bedrohungs- und Risikoanalyse:

- .) Ermittlung des Schutzbedarfes der einzelnen Informationsobjekte, die erhoben, verarbeitet und gespeichert werden, in einem breiten Diskurs mit Fachvertretern.
- .) Ermittlung der fachlichen Bedrohungen, denen diese ausgesetzt sind.
- .) Ableiten, Diskutieren von und Entscheiden über allgemeine Schutzmaßnahmen.
- .) Ermittlung von Komponenten, deren Vertrauenswürdigkeit auf Basis eines Schutzprofils nachgewiesen werden muss (Evaluierungsgegenstände sowie deren Prüftiefe).
- .) Transparente Darstellung von Restrisiken, die nach Umsetzung aller notwendigen Schutzmaßnahmen für alle Beteiligten des Gesundheitswesens noch existieren.

Potentielle Angreifer sind:

- .) Außenstehende,
- .) Nutzer des Systems,
- .) Betreiber des Systems,
- .) Wartungsdienste,
- .) Produzenten und Entwickler des Systems,
- .) Produzenten und Entwickler der für den Entwurf und Produktion des Systems verwendeten Hilfsmittel,
- .) Produzenten und Entwickler der für den Entwurf und Produktion der Hilfsmittel verwendeten Hilfsmittel ...

Bedrohungsanalyse:

- .) der jeweiligen Akteure,
- .) ihrer primären Handlung, die zu einer Bedrohung führt,
- .) deren Motive,
- .) der primär Geschädigten sowie
- .) den Typen der potentiellen Schäden

Der e-Health Dienst „e-Rezept“:Rezept“:

- .) Dienst zur Verarbeitung personenbezogener medizinischer Informationen
- .) Vertraulicher Bezug eines e-Rezepts zu einem Versicherten
- .) Vertraulicher Bezug eines e-Rezepts zum ausstellenden Arzt
- .) Notwendige Vertreterregelung (z.B. Gesetzliche Vertreter)
- .) Telefonische Rezeptaussstellung
- .) Sichtbarkeit von e-Rezepten beim Einlösen
- .) Online-Apotheken
- .) Verlust von e-Card

Anforderungen an eine Gesundheitstelematik:

- .) Sehr vertrauenswürdige,
- .) hoch verfügbare technische Infrastruktur,
- .) mit einer sehr hohen geforderten Interoperabilität,
- .) Vielzahl verschiedener Systeme zur Informationsverarbeitung und
- .) einer am ehesten mit dem Internet vergleichbaren Anzahl an Nutzern.
- .) Die verfügbaren Technologien sind zum Bau eines derartigen Systems geeignet.
- .) z.B.: Rolebase Access Control

Probleme:

- .) keinen mathematischen Beweis für die Sicherheit existierender kryptographischer Verfahren
- .) wie wird gleichzeitig eine hohe Verfügbarkeit und eine hohe Vertraulichkeit unter Einhaltung der Patientenhoheit erreicht
- .) Vertraulichkeitsverletzung durch Überwachungssysteme

E-Health Strategie der Stadt Wien:

Definition „ e-Healh “ aus der Sicht des Landes Wien:

- .) Telemedizin
- .) Patienten-Computer Interaktion
- .) Vernetzungsbestrebungen im Gesundheitssystem
- .) Gesundheitsinformationen über das Internet – Gesundheitsportal

Projekte und Aktivitäten basieren auf modernen Technologien und unterstützen die Kommunikation und Übermittlung personenbezogener Daten zwischen verschiedenen Gesundheitsdienstleistern oder bieten dem Patienten Informationen über Gesundheit, gesundheitsbezogene Dienstleistungen oder Einblick in seine eigenen Gesundheitsdaten.

Ziele:

- .) Steigerung der Qualität und Effizienz der Gesundheitsversorgung durch Einsatz der IKT.
- .) Integrierte Gesundheitsversorgung
- .) Interoperabilität des Informationssystems.

Konzept für den Aufbau einer bevölkerungs-/patientenzentrierten digitalen Dokumentation, Kommunikation, Speicherung und Verarbeitung von gesundheitsbezogenen und administrativen Daten, Informationen und Wissen.

Wesentliche Elemente:

- .) der elektronische Gesundheitsakt
- .) Onlinezugang zu qualitätsgesicherten Gesundheitsinformationsnetzwerken
- .) telemedizinische Dienste
- .) entscheidungsunterstützende Systeme
- .) Datenanalysewerkzeuge für Planung, Steuerung und Transparenz
- .) Datenschutz und Datensicherheit

Wozu ein besserer Informationstransfer:

Patientenauskünfte bez. Aufnahme, Behandlung, Risiken, Auswirkung/Beeinträchtigungen nach Entlassung.

PIK-Projekt: siehe Folien.

Modellierung und Analyse biologischer Systeme:

Modell: vereinfachte Darstellung der Realität.

Biologische Systeme sind komplizierter als technische, daher werden sie stärker vereinfacht. Die Modellierungen und Simulationen biologischer Systeme dienen der Untersuchung spezieller Zusammenhänge.

Die Modelle können daher leicht zu Fehlinterpretationen führen, wenn sie nicht durch die reale Situation überprüft werden.

Physiologische und pathophysiologische Modelle:

Zusammenhänge können durch Konzentration auf die wesentlichen Komponenten des Gesamtsystems modelliert werden.

Quantitative Einflüsse einzelner Komponenten sind durch Computersimulationen analysierbar. In vielen Fällen geht es um zeitliche Veränderungen und die Modellierung erfolgt durch Differenzialgleichungen (DG).

Regelmechanismen:

(Unterschied: Steuern-Regeln (mittels Sensoren Istwert-Sollwertvergleich => Regeln)):

z.B.: Puls-und Blutdrucksteuerung
Insulinausschüttung (wesentlich zur Regulierung des Blutzuckers)
Konstanthaltung der Körpertemperatur
Nervenfasern senden Impulse, die das ZNS weiterverarbeitet (integrateand fire) und z.B. damit Muskelaktivität steuert.
Etc.

Signalverarbeitung in der Medizin:

Aktionspotenzial AP läuft entlang von Nerven-und Muskelfasern. Sowohl die künstliche Anregung als auch die Fernwirkung des sich ausbreitenden APs kann durch ein Kompartimentmodell (vgl. Folie) mit Differenzialgleichungen vom Hodgkin-Huxley Typ simuliert werden.

Vergleich peripherer Nerven-und Muskelsignale:

Nerven AP: natürliche Fortpflanzung in der Nervenfasern erfolgt immer in einer Richtung:
afferent: Zum ZNS (Zentralnervensystem)
efferent: weg.

Moto(r)neuron-AP kommt in den motorischen Endplatten an (nach vielfachen Verzweigungen im Endbereich) und löst dort in der Mitte der Muskelfasern etwas langsamere (einige ms) Muskelfaser-APs aus, die sich nach beiden Seiten ausbreiten.

Dicke Fasern haben höhere Signalgeschwindigkeiten, in Nervenfasern bis 120m/s.

Muskelsignale sind stärker und werden oft an der Haut mittels Oberflächenelektroden (transkutan) als EMG (Elektromyogramm) gemessen.

EKG (Elektrokardiographie):

APs der Herzmuskelfasern dauern wesentlich länger.

EEG (Elektroencephalographie):

Die Elektrodenpotenziale resultieren von Membranströmen darunterliegender Nervenzellen. Je weiter Zellen von der Messstelle entfernt sind umso geringer ist ihr Einfluss. Das bedeutet dass vornehmlich aktive kortikale Areale (Grosshirnrinde) gemessen werden. Oft werden 19 Elektroden nach dem 10/20 System plaziert.

Evozierte Potenziale:

Mehrere 100 mal wird ein genau synchronisierbares neurales Signal hervorgerufen (evoziert) und durch Mittelung die nichtsynchrone Hintergrundaktivitäten extrem reduziert. N300 (manchmal P300) ist ein sehr wichtiges Ereignis, das sich 300ms nach dem Stimulus (hier akustisch evoziert, und an Cz gemessen) als negative Spitze zeigt. Evozierte Potenziale auch durch visuelle oder sensorische (oft elektrisch weil gut synchronisierbar) Reizung. Solche Signale können mit aus dem EEG oder durch MEG (Magnetoencephalographie) bestimmt werden: Nervenaktivitäten erzeugen auch ganz schwache Magnetfelder (Femtotesla $1\text{fT}=10^{-15}\text{T}$) aber erst ca 50000 gleichzeitig aktive Neuronen können gemessen werden durch SQUIDS (Superconducting Quantum Interference Devices).

EEG, EMG, EKG, EOG (Elektrookulogramm misst Augenbewegungen) sowie akustische Signale (Abhören der Herz-Lungentöne durch den Arzt) sind analoge Signale, die meist in digitalisierte Form (Abtastrate = samplerate = Anzahl d digitalen Werte pro Sekunde) gebracht werden u dann ausgewertet werden. Oft ist das Spektrum wichtig: zeigt die Hauptfrequenzen im Zeitverlauf; Spektrum findet man mittels digitaler Filter u Fensterfunktionen (FFT, wavelet, ...). Eine Anwendung Brain-Computer-Interface zur Steuerung der Greifbewegung (vgl. Folie). Durch gedankliche Konzentration (mentale Steuerung) entsteht in der 64 Elektroden-Haube ein Signal, aus dem Steuerungssignale extrahiert werden, mit denen die Muskulatur für Hand u Unterarm über Oberflächenelektroden aktiviert wird.

Medizinische Statistik:

Deskriptive Statistik: Maßzahlen

- Umfang (Stichprobenumfang)
- Minimum
- Maximum
- Mittelwert (mean) $\bar{x} : (x_1 + \dots + x_n) / n$
- Median (median): $(n+1)/2$ -te Wert bzw. Mittelwert
- 1. Quartil: H 25% der Werte sind kleiner
- 3. Quartil: H 75% der Werte sind kleiner
- Varianz $s^2: ((x_1 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2) / (n - 1)$
- Standardabweichung s (SD): Wurzel aus Varianz
- Tabelle
- Kreisdiagramm / Sektorendiagramm
- Säulen-/Balkendiagramm

Studientypen:

Beobachtungsstudien: In den gewohnten Ablauf der Behandlung von Patienten wird nicht eingegriffen. (prospektiv – retrospektiv)

Als Querschnitterhebung bezeichnet man die einmalige Untersuchung einer Stichprobe von Individuen.

Randomisierte Kontrollierte Klinische Studie (RCT):

- .) Randomisierung bedeutet, dass die Zuordnung zu einer Behandlungsgruppe (etwa Medikament A oder B) nach dem Zufallsprinzip erfolgt. Zweck der Randomisierung ist die Einflussnahme des Untersuchers (Befangenheit) auf die Zuordnung einer Behandlung und dadurch auf die Studienergebnisse auszuschließen und die gleichmäßige Verteilung von bekannten und nicht bekannten Einflussfaktoren auf alle Gruppen sicherzustellen. Dazu muss die Anzahl der zu untersuchenden Personen ausreichend groß sein. Form und Durchführung der Randomisierung müssen in der Studie angeführt werden. Alle randomisierten Studien sind auch kontrollierte Studien.
- .) (gleichzeitiges) Mitführen einer Vergleichs- bzw. Kontrollgruppe (Placebo, Standard)
- .) Strukturgleichheit (Gleiche Verteilung von Stör- und Einflussgrößen)
- .) Behandlungsgleichheit
- .) Strikte Einhaltung des Prüfplans
- .) Objektivierung der Bewertung (Messung des Endpunktes, Blindbedingungen)
- .) Ein- Ausschlusskriterien
- .) prospektiv (Überprüfung der Hypothese der medizinischen Wirksamkeit einer Behandlungsmethode unter vorheriger Festlegung, welche Hypothese geprüft werden soll)

Zufall im Rahmen Klinischer Studien:

- Wissenschaftliche Fragestellung Besteht ein Zusammenhang zwischen der Verwendung von (künstlichem) Süßstoffe und dem Auftreten von Blasenkrebs ?
- Formulierung einer Hypothese
- Vereinbarkeit der Ergebnisse eines Experimentes mit der Hypothese
- Stichprobe statt Beobachtung an allen interessierenden Erkrankten
- Aufgrund von (intra- und interindividuellen) Zufallsschwankungen spiegeln die beobachteten Differenzen die wahren Unterschiede zwischen den behandelten und unbehandelten Patienten nicht exakt wieder.

Meta-Analyse:

- .) Daten werden ausschließlich aus der Literatur gewonnen
- .) Statistische Methode zur Integration und Summierung der Resultate *verschiedener Studien*
- .) Die Daten von einzelnen Studien können gewichtet werden proportional zur Varianz um einen gepoolten Schätzer für das Ergebnis zu erhalten.
- .) Üblicherweise: Nur zur Analyse von bisher publizierten RCTs.

Metaanalysen ermöglichen die Zusammenfassung von verschiedenen Untersuchungen zu einem wissenschaftlichen Forschungsgebiet. Dabei werden die empirischen Einzelergebnisse inhaltlich homogener Primärstudien zusammengefasst. Ziel ist eine Effektgrößeneinschätzung. Es soll untersucht werden, ob ein Effekt vorliegt und wie groß dieser ist.

Epidemiologie:

Die Epidemiologie ist das Studium der Verbreitung und Ursachen von gesundheitsbezogenen Zuständen und Ereignissen in Populationen. Das epidemiologische Wissen wird im Allgemeinen angewandt, um Gesundheitsprobleme der Bevölkerung unter Kontrolle zu halten. Diese Wissenschaft untersucht Faktoren, die zu Gesundheit und Krankheit von Individuen und Populationen beitragen und ist deshalb die Basis aller Maßnahmen, die im Interesse der Volksgesundheit unternommen werden. Im Gegensatz dazu kümmert sich die Medizin darum, dem einzelnen Menschen in einem konkreten Krankheitsfall zu helfen.

Der Epidemiologe leistet praktische Arbeit in der Untersuchung einer Epidemie, von Umwelteinflüssen und in der Gesundheitsförderung. Theoretische Aspekte sind statistische Erfassung von Krankheiten und deren Auslösern, die Entwicklung mathematischer Modelle und Methoden sowie die Klärung philosophischer und ethischer Aspekte.

Epidemiologische Untersuchungen sind generell in beschreibende, analytische und experimentelle Tätigkeiten unterteilt.

Epidemiologische Kennzahlen:

Diese Kennzahlen erleichtern den Überblick über die Lage der Bevölkerung oder über die Ausbreitung einer bestimmten Krankheit. Überschreitet eine Kennzahl ein gewisses Maß, so kann man gezielt Maßnahmen ergreifen.

- .) Prävalenz: Die Prävalenz einer Erkrankung gibt die Anzahl der erkrankten Individuen in der betrachteten Population an.
- .) Risiko: Als Risiko wird die Wahrscheinlichkeit bezeichnet während eines bestimmten Zeitraums an einer bestimmten Krankheit zu erkranken oder zu versterben.
- .) Inzidenzrate: Die Inzidenzrate ist die Anzahl der Neuerkrankungen (Inzidenz) dividiert durch die Individuenzahl; das entspricht dem relativen Risiko. Diese Kennzahl hilft zu beschreiben, welche Krankheiten bei welcher Personengruppe häufig ausbrechen. Der Vergleich der Inzidenzraten zeigt etwa, dass Krebserkrankungen ein Problem der älteren Menschen sind und nicht der jüngeren, und deshalb ist die Ursache (Ätiologie) in einem Faktor zu suchen, welcher mit dem Alter zusammenhängt.
- .) Attributionelles Risiko:
Diese Kennzahl hilft zu beurteilen, wie stark ein bestimmter Faktor zu einer bestimmten Erkrankung beiträgt (Kausalität). Eine konkrete Fragestellung könnte lauten: Wie stark ist der Einfluss von 10 Zigaretten täglich auf das Lungenkrebsrisiko?
- .) Reproduktionsrate:
Die Basisreproduktionsrate gibt an, zu wie vielen Folgefällen eine Infektion führt, falls die betroffene Bevölkerung weder geimpft noch anderweitig vor Infektionen geschützt wird. Die Netto-Reproduktionsrate beinhaltet auch die Immunität der Menschen. Um eine Epidemie einzudämmen, muss die Netto-Reproduktionsrate auf den Wert 1 gebracht werden (jeder Infektionsfall führt zu einem Folgefall, das heißt keine Vergrößerung der Krankenzahl). Für eine Ausrottung der Krankheit wird folglich eine Netto-Reproduktionsrate zwischen 0 und 1 angestrebt.

Epidemiologische Methoden und Studientypen:

Generell möchte man mit epidemiologischen Methoden und Studien den Zusammenhang zwischen Exposition gegenüber Risikofaktoren und Erkrankung ermitteln.

- .) Querschnittsstudien (engl. cross sectional study) ermitteln eine Momentaufnahme der untersuchten epidemiologischen Daten. Durch den zeitlichen "Schnappschuss" der epidemiologischen Daten sind die aus der Studie gezogenen kausalen Zusammenhänge zwischen Exposition und Erkrankung schwach und dienen mehr der Generierung von Hypothesen als deren Verifizierung.
- .) Längsschnittstudien (engl. longitudinal study) sind ein Überbegriff für Studien, die regelmäßig Daten der Studienpopulation über einen längeren Zeitraum hinweg erheben. Sie entsprechen periodisch durchgeführten Querschnittsstudien.
- .) Kohortenstudien (engl. cohort studies) untersuchen definierte Gruppen von Menschen mit und ohne Exposition einem Risikofaktor gegenüber über eine längere Zeit und messen am Ende des Beobachtungszeitraums den Erkrankungsstatus.

- .) Fall-Kontrollstudien (engl. case control study) gehen methodisch den umgekehrten Weg einer Kohortenstudie. Bei einer Fall-Kontrollstudie ist der Krankheitsstatus bekannt und die Exposition unbekannt. Sie eignet sich insbesondere für seltene Erkrankungen, da eine Kohortenstudie sehr viele Teilnehmer haben müsste, um eine statistisch ausreichende Anzahl Erkrankter zu erreichen.

Endemie, Epidemie und Pandemie:

Die Endemie ist das normale, übliche Auftreten einer bestimmten Krankheit in einer bestimmten Population. So ist ein gewisser Anteil von Grippe-Erkrankungen in der Bevölkerung üblich, und wird eine bestimmte Grenze überschritten – bei Grippe etwa 10 % – so spricht man von einer Epidemie. Aus der Definition der Endemie folgt also, dass die Epidemie das unüblich starke und zeitlich begrenzte Auftreten einer Krankheit ist.

Die Pandemie ist ebenso wie die Epidemie ein heftiger Ausbruch einer Krankheit, jedoch ist die Epidemie immer noch auf bestimmte Gebiete beschränkt. Pandemien sind dagegen länder- und kontinentübergreifend.