



*Prof. Dr. D. Hannemann*

## Neue Rechnerkonzepte – Future Computing V3.0

### Inhaltsverzeichnis

November 2016

#### Einführung

##### 00.03 Lernhinweise

- Planen Sie Ihr Vorgehen!
- Bearbeiten Sie die Aufgaben!
- Lernen Sie mit Anderen!
- Nutzen Sie die Werkzeuge!

##### 51.11 Information

- **Einleitung**
  - Daten und Nachrichten | Kommunikation | Informationstheorie | Informatik
- **Komplexität und Information**
  - Komplexe Strukturen | Informationsgehalt | Natürliche Sequenzen
- **Chaos und Ordnung**
  - Ordnung und Chaos | Chaotisches | Lebewesen | Attraktoren | Deterministisches Chaos | Vorhersagbarkeit | Chaos im Phasenraum
- **Selbstorganisation und Emergenz**
  - Information durch Selbstorganisation | Entropie-Export | Phasenübergänge | Evolution & Tradierung | Emergenz
- **Informationsarten**
  - Information 1. Art | Information 2. Art | Pragmatische Information | Freie Information
- **Information und Entropie**
  - Entropie | Information | Information der Welt
- **Information und Biologie**
  - Erbinformation | Gehirninformation
- **Information und Zeit**
  - Entropie und Zeit | Information und Zeit | Anfang und Ende

##### 08.74 Intelligenz

- **Weiterentwicklung**
  - Technologische Singularität | Moorsches Gesetz | Technisch am Ende? | Entwicklung der Welt
- **Gehirn versus Elektronik**
  - Vergleiche | Gehirn | Elektronik
- **The Human-Brain-Project**
  - Überblick
- **Maschinenintelligenz**
  - Supercomputer oder ? | Roboter | Deep Learning
- **Ansichten**
  - Science Fiction | Roboter | Fazit

#### Molecular Computing

##### 19.60 Biophysik (Schulwissen auffrischen)

- **Molekülphysik**
  - Atome bis Kristalle | Atomsorten (Elemente) | Periodensystem | Wertigkeit | Reaktionen | Symbole und Formeln | Massenverhältnisse | Stoffmenge | Bindungsformen | Atombindung | Ionenbindung | Metallbindung | Säuren | Basen | Salze | pH-Wert
- **Organische Moleküle**
  - Acyclische Verbindungen | Kohlehydrate | Cyclische Verbindungen | Heterocyclische Verbindungen
- **Biomoleküle**
  - Aminosäuren | Proteine | Weitere biochemische Stoffgruppen | Nucleinsäuren | Vitamine | Hormone | Enzyme | Wasserstoffbrückenbindung
- **Die Zelle**
  - Die Zelle | Stoffwechsel | Energiestoffwechsel | Baustoffwechsel | Zellteilung

### 34.00 Molekulargenetik (teilweise aus der Schule bekannt)

- **Einführung**
  - Charakteristika des Lebendigen | Organisationsformen | Besonderheiten
- **Grundbausteine**
  - Zur Erinnerung | Die Zelle | Zellteilung
- **Cromosomen**
  - Aufgewickelte DNA
- **DNA**
  - Grundstruktur der DNA | Molekularer Aufbau der DNA | DNA in den Mitochondrien
- **Gene**
  - Gen-Code | Proteinbiosynthese | Künstliches Leben
- **ProteinBiosynthese**
  - Transkription | Translation

### 34.60 Epigenetik

- **Epigenetische Faktoren**
  - Überblick
- **Methylierung**
  - Einführung
- **Nukleosom**
  - Einführung
- **RNA**
  - RNA Interferenz
- **Beispiele**
  - Stammzellen

### 58.14 Molekulares Rechnen

- **Biotechnische Grundlagen**
  - Gewinnen von DNA-Strängen | Manipulation von Wasserstoffbrückenbindungen
- **DNA Computing**
  - DNA-Manipulation | Beispiel 1: Hamiltonscher Weg | Beispiel 2: Tic-Tac-Toe mit DNA | Ein- und Ausgabeelemente | Logische Gatter | Maya-I, der erste Automat | Fazit und Ausblick
- **Protein Computing**
  - Von der Information zum Protein | Informationsspeicherung und Reparaturmechanismen | Proteine als Speicher | 3D-Speicher
- **BioComputing**
  - RNA Computing | Transkriptor | BioSensor | Signalwandler

## Computational Intelligence

### 35.10 Neurobiologie (teilweise aus der Schule bekannt)

- **Gehirn und Nervensystem**
  - Das Gehirn des Menschen
- **Nervenzellen**
  - Neuronen und Glia | Axone | Synapsen | Dendriten | Komplexität | Fraktal-Baupläne
- **Informationsverarbeitung**
  - Ruhepotential | Informationstransport | Informationsübertragung an den Synapsen | Impulserzeugung | Langsame Informationsverarbeitung | Bewusste Informationsverarbeitung | Bewusstsein
- **Informationsspeicherung**
  - Informationsübertragung zwischen Neuronen | Lernprozesse im Gehirn | Synaptische Plastizität | Neuronale Plastizität | Fazit | Modellvorstellung | Sensorisches Gedächtnis | Kurzzeitgedächtnis | Langzeitgedächtnis

### 58.11 Neuroinformatik

- **Human Brain Project**
  - Neuroinformatik
- **Computer-Hirn-Kopplung**
  - Prothesensteuerung | Nerven-Interface | Hirnimplantate aus Graphen
- **Cognitive Computing**
  - Einführung

### 58.11 Neuromorphie

- **Biophysik der Nervenzelle**
  - Passive elektrische Eigenschaften | Kortikale Säule
- **Synthetisches neuronales Netzwerk**
  - FACETS-Projekt | BrainScaleS | Neuromorphic Computing
- **Neuristor**
  - Technische Realisierung | Hodgkin-Huxley-Modell

### 58.12 Fuzzy Logik

- **Einführung**
- **Fuzzy Steuerung**
  - Verallgemeinerungen
- **Fuzzy-Logik und neuronale Netze**
  - Neuro-Fuzzy-Systeme | Neuro-Fuzzy-Systeme
- **Neuro-Fuzzy-Logik: ein Beispiel**
  - Prognose des DAX

## Neue Technologien

### 15.00 Quanten

#### 15.01 Welle-Teilchen-Dualismus

##### (Auffrischung von Schulwissen)

- Die Teilchen einer Welle | Photoneneigenschaften | Die Wellen der Teilchen | Superpositionsprinzip und Verschränkung | Unbestimmtheit | Spin | Wellenfunktionen

#### 15.10 Quantenphysik

- **Wellenbeschreibung**
  - E-M-Wellen | Polarisation | Wellengleichung | Überlagerung von Wellen | Elliptische Polarisation
- **Der Ket-Vektor**
  - Bra und Ket | Mathematische Darstellung polarisierter Wellen | Messung an Wellen | Beispiel
- **Messung an Quanten**
  - Neuinterpretation
- **Quantenformalismus**
  - Mach-Zehnder-Interferometer
- **Zwei-Photonen-Systeme**
  - Photonenverschränkung | Grundlagen | Spezielle zwei-Photonen-Systeme
- **Nichtlokalität**
  - Das EPR-Paradoxon | Die Bellsche Ungleichung
- **Quantengravitation**
  - Planck-Skala | Quantenkosmologie

### 58.50 Quanteninformatik

#### 58.51 Quanteninformation

- Entropie | Quantenbit | Zustände als Vektoren | Quantenobjekte
- **Quantenteleportation**
  - Verschränkung | Teleportation | Praktisches | Das Donau-Experiment
- **Quantenkryptographie**
  - Klassische Kryptographie | Computer Kryptographie | One-Time-Pad | OTP-Verschlüsselung auf dem Rechner | Quantenmechanische Schlüsselübertragung | Polarisierte Photonen | Das BB84 Protokoll | Sicherheit des BB84 Protokolls | Umsetzung in die Praxis

### 58.54 Quantencomputer

- **Rechnen mit Quantenbits**
  - Rechenoperationen | Beispiel Zufallsgenerator
- **Quantenregister**
  - Zustandsvektoren | Unitäre Transformationen
- **Quantencomputer**
  - Dekohärenz | Lichtquanten | Quantenbits | Uni Yale | D-Wave-Prozessor | Innsbruck-Prozessor | Quantenpunkte | Verschränkung mittels Mikrowellen

### 09.95 Diverses

- **Memristor**
  - Widerstand mit Gedächtnis | Memristor Aufbau | Memristor-Theorie
- **OptoComputer**
  - Lichttransistor | Photonik
- **Spintronik**
  - Einführung
- **Evolutionary Computing**
  - Einführung