

# Medizinische Biophysik 2015. 05. 06.

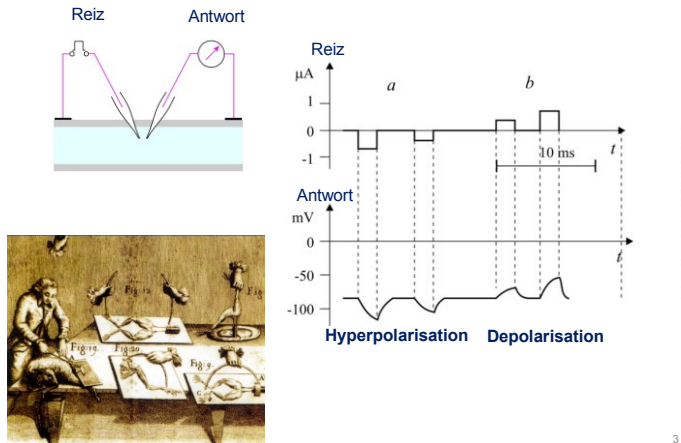
## I. Membranpotenzial

1. Ruhepotenzial
  - Gleichgewichtspotenzial (Nullstrompotenzial)
  - Transportmodell, Goldman-Hodgkin-Katz-Gleichung
2. Lokale (elektrotonische) Änderungen des Membranpotenzials
3. Aktionspotenzial
4. Ausbreitung des Aktionspotenzials
5. Anwendungen
  - Diagnostik: Messung der Biopotenziale (EKG, EEG, ...)
  - Elektrereizung, Reizdauer-Stromstärke-Diagramm (Reizcharakteristik)

## II. Anwendungen des elektrischen Stromes in der Therapie

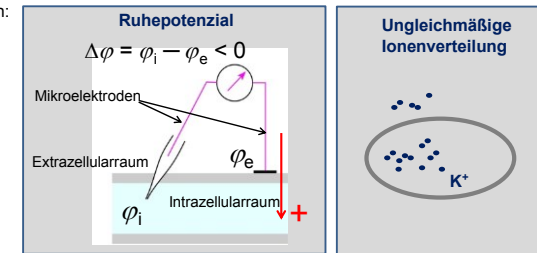
- Galvanisation
- Iontophorese
- Defibrillator
- Herzschrittmacher
- Reizstromtherapie
- HF-Wärmetherapie, Sinusoszillator
- HF-Chirurgie

## 2. Lokale (elektrotonische) Änderungen des Membranpotenzials

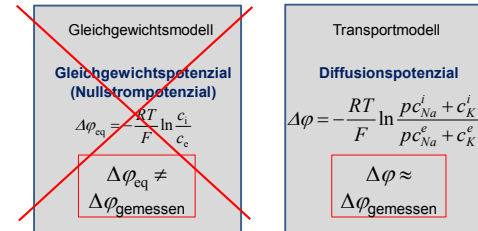


1

Beobachtungen:

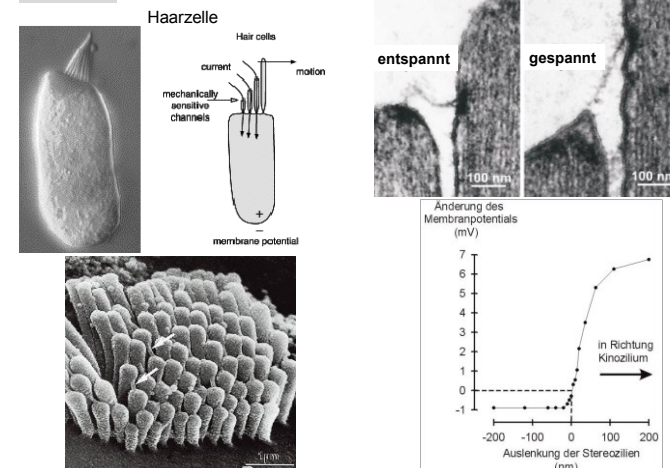


Erklärungen:



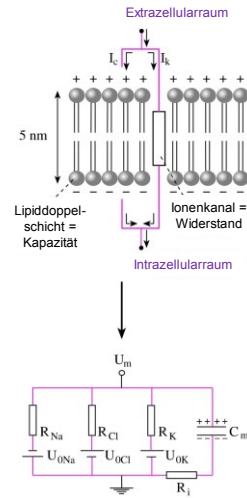
2

Beispiele:



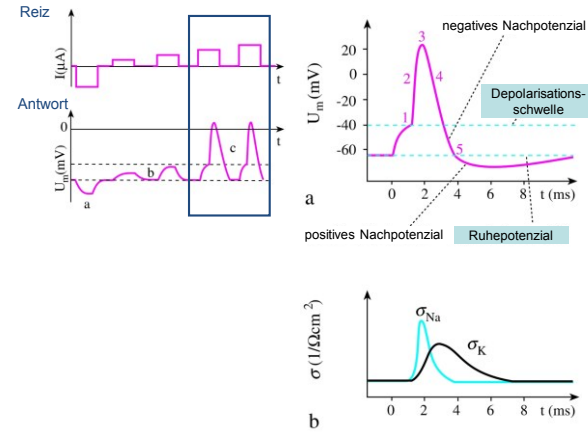
4

Elektrisches Modell der elektronischen Änderung des Membranpotenzials:



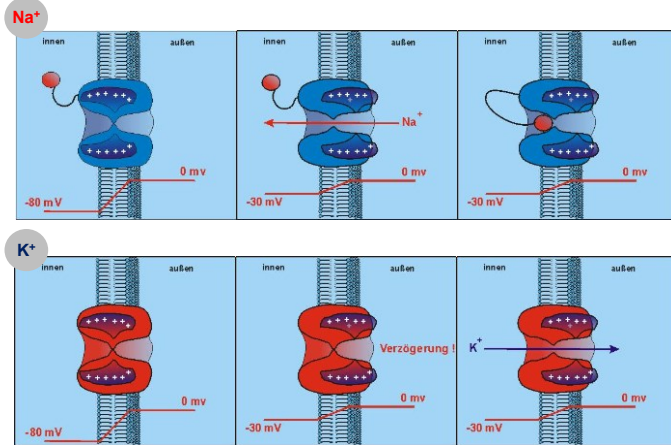
5

### 3. Aktionspotenzial



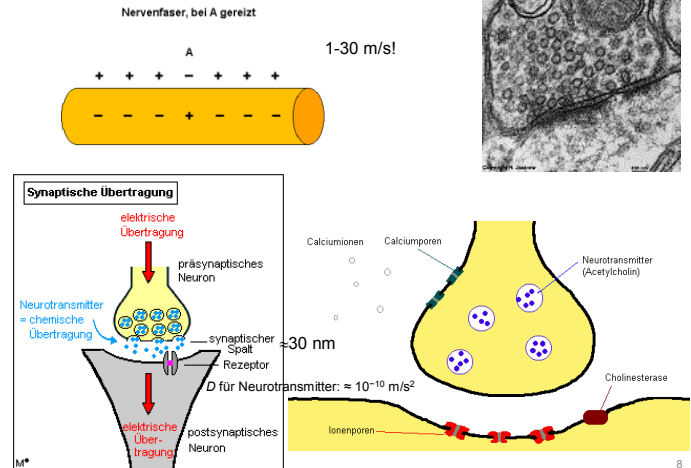
6

### Spannungsgesteuerte Ionenkanäle



7

### 4. Ausbreitung des Aktionspotenzials

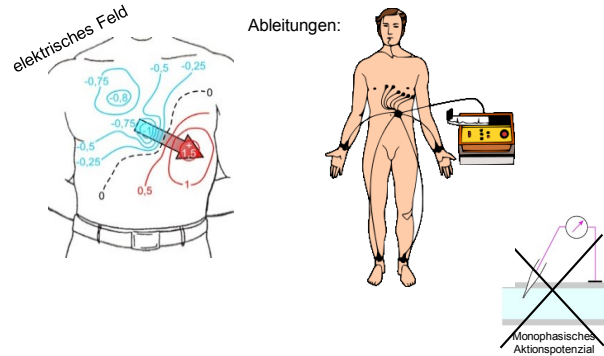


8

## 5. Anwendungen

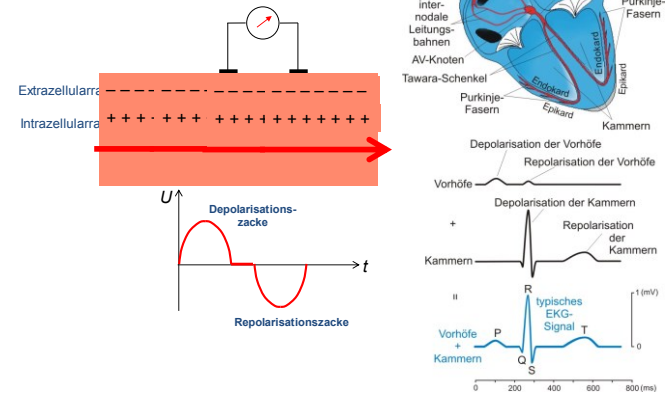
- Diagnostik: Messung der Biopotenzialen (EKG, EEG, ...)

### Elektrokardiographie



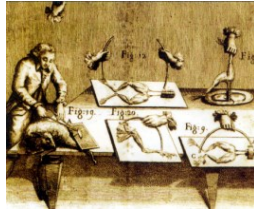
9

### Diphasisches Aktionspotenzial



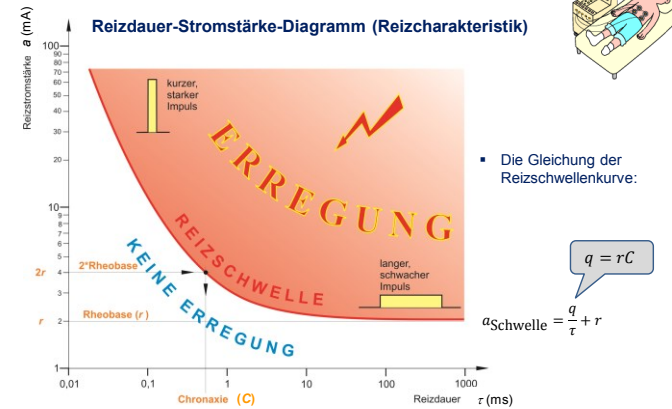
10

### ○ Elektrostimulation



11

### Reizdauer-Stromstärke-Diagramm (Reizcharakteristik)



- Rheobase ( $r$ ): die kleinste Reizstromstärke, die noch Erregung auslösen kann
- Chronaxie ( $C$ ): die zur doppelten Rheobase gehörende Reizdauer

12

## Klinisches Beispiel



Clinical Neurophysiology 117 (2006) 2069–2072

www.elsevier.com/locate/clinph

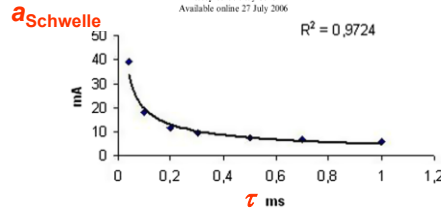
### Effects of sex and age on strength–duration properties

Deniz Yerdelen<sup>a,\*</sup>, Hilmi Uysal<sup>b</sup>, Filiz Koc<sup>a</sup>, Yakup Sarica<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Neurology, Cukurova University Medical School, Adana, Turkey

<sup>b</sup> Ankara Physical Medicine and Rehabilitation Education and Research Hospital of Ministry of Health, Turkey

Accepted 21 May 2006  
Available online 27 July 2006



13

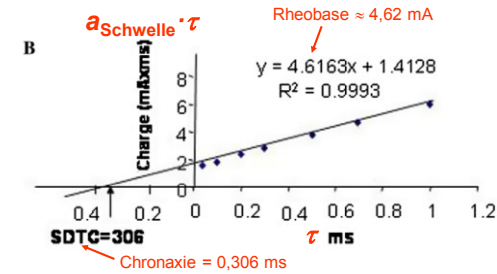


Table 1

Mean values of parameters in men and women

	Men	Women	P
SDTC	396.2 ± 90.3	438.6 ± 114.5	.023
Rheobase	3.5 ± 1.6	2.9 ± 1.4	.023
BMI	25.5 ± 2.9	25.4 ± 4.6	.959
CMAP	18.7 ± 6.8	21.4 ± 8.4	.136
SS at 0.1 ms	16.7 ± 6.2	14.9 ± 6.3	.112
SS at 1 ms	4.9 ± 1.9	4.1 ± 1.8	.028

14

## II. Anwendungen des elektrischen Stromes in der Therapie

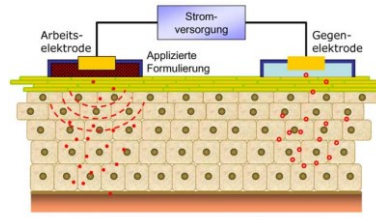
### Galvanisation



Gleichstrom, ≈ mA, ≈ 10 min

- Schmerzinderung
- Durchblutungsförderung

### Iontophorese

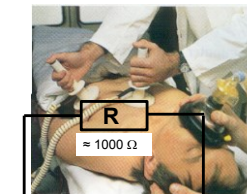


Gleichstrom, ≈ mA, ≈ 10 min

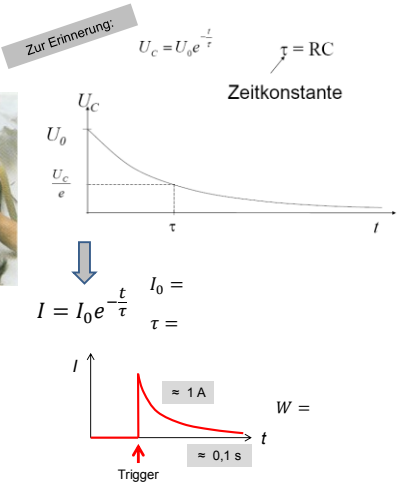
Schnelle Anreicherung des Wirkstoffes gezielt am Krankheitssort unter Umgehung des Magen-Darm-Traktes

15

### Defibrillator

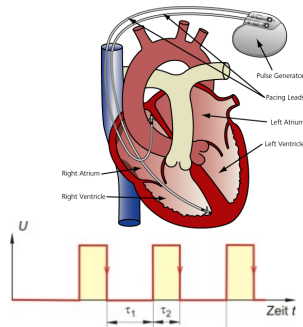


≈ 20 μF, ≈ 5000 V, ≈ 1000 Ω



16

## Herzschrittmacher



Periodendauer:  $T = \tau_1 + \tau_2$

Tastverhältnis:  $\frac{\tau_2}{\tau_1 + \tau_2} \sim 100\%$

Rechteckimpulse,  $\approx \text{ms}$ ,  $\approx \text{s}$ ,  $\approx 1 \text{ V}$ ,  $\approx 200 \Omega$   $I =$



Astabiler Multivibrator  
(siehe Praktikumsstoff!)

17

## Reizstromtherapie



Rechteckimpulse (Einzelimpulse, Serienimpulse)



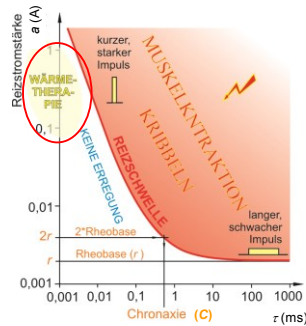
Astabiler oder monostabiler Multivibrator (siehe Praktikumsstoff!)

18

## HF-Wärmetherapie Wärmewirkung ohne Reizwirkung!

zur genügenden Wärme:  $\approx 0,1 \text{ A}$

$$a_{\text{Schwelle}} = \frac{rC}{\tau} + r \Rightarrow \tau = \frac{rC}{a_{\text{Schwelle}} - r} = \frac{0,004 \cdot 0,0003}{0,1 - 0,004} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ s} = 0,012 \text{ ms}$$



$$1,2 \cdot 10^{-5} \text{ s} \rightarrow f \geq 10^5 \text{ Hz}$$

Hochfrequenter  
(HF)  
Wechselstrom

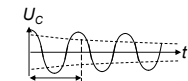
Siehe Praktikum  
„Sinusoszillator“!

19

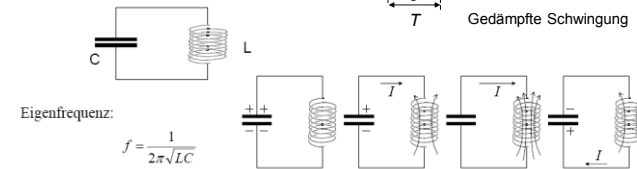
## Erzeugung von hochfrequenten elektromagnetischen Schwingungen:

Wiederholung

Schwingkreis:  
Erzeugung der elektromagnetischen Schwingungen



Gedämpfte Schwingung

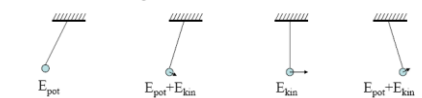


Eigenfrequenz:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

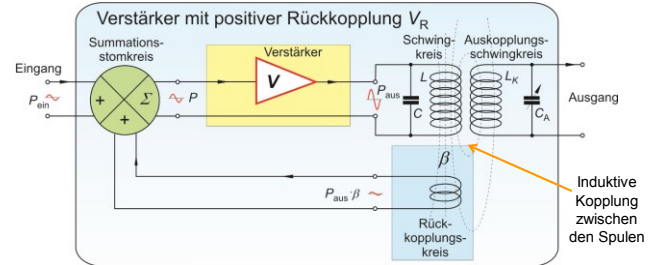
U max  
I 0

Mechanische Analogie: Pendel



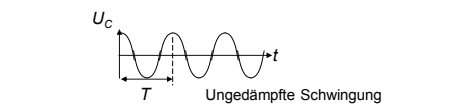
20

## Sinusoszillator



$$V_R = \frac{V_U}{1 - \beta \cdot V_U}$$

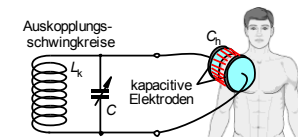
Siehe Praktikum „Sinusoszillator“!



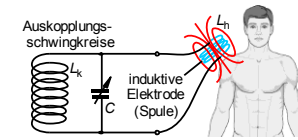
21

## Kurzwellentherapie (27 MHz)

Kondensatorfeldmethode



Spulenfeldmethode

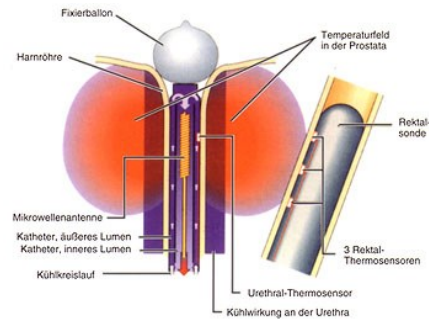


22

## Dezimeterwellentherapie (433 MHz)

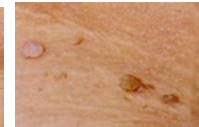
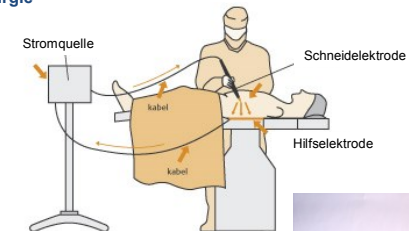
## Mikrowellentherapie (2400 MHz)

Strahlenfeldmethode



23

## HF-Chirurgie



24