

## BioPhysik

### Schriftliche Fragen:

#### Goldmann Gleichung:

Seite 159 (3.13)

Bedeutung der Goldmangleichung liegt nicht darin, aus bekannten Kenngrößen die Spannung  $U$  zu berechnen. Vielmehr liefert die in iterativer Vorgangsweise für experimentell ermittelte Werte der Konzentrationen und  $U$  das nur schwer messbare Verhältnis der  $g$ -Werte.

$$g_K : g_{NA} : g_{Cl} = 40 : 1 : 0$$

#### Nukleotid:

Ein Nukleotid ist ein Molekül, das als kleinster Baustein von Nukleinsäuren (DNA und RNA) fungiert und auch im genetischen Code verwendet wird.

Ein Nukleotid ist aus drei Bestandteilen aufgebaut:

- Phosphorsäure (P),
- Zucker,
- einer der fünf Nukleobasen, nämlich Adenin (A), Guanin (G), Cytosin (C), Thymin (T) oder Uracil (U).

#### Wasserstoffbrücke:

sind chemische Bindungen, entstehen wenn zwei Moleküle über Wasserstoffatome (H) in Wechselwirkung treten.

#### Elektronenvolt:

$$1 \text{ eV} = 1,602\,176\,462(63) \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Ein Elektronenvolt ist die Energie, die ein Teilchen mit der Ladung  $1 e$  (Elementarladung) enthält, wenn es die Spannung von  $1 \text{ V}$  durchläuft. Im Vakuum wird es dadurch beschleunigt und gewinnt kinetische Energie.

#### Enzym:

Ein Enzym, veraltet Ferment, ist ein Protein, das eine chemische Reaktion katalysieren kann. Enzyme spielen eine tragende Rolle im Stoffwechsel aller lebenden Organismen; der überwiegende Teil biochemischer Reaktionen, von der Verdauung (Beispiel: Pepsin) bis hin zum Kopieren der Erbinformation (DNA-Polymerase), wird von Enzymen katalysiert und gesteuert.

Als Biokatalysatoren beschleunigen Enzyme chemische Reaktionen, indem sie die Aktivierungsenergie herabsetzen, die überwunden werden muss, damit es zu einer Stoffumsetzung kommt.

#### Radikal:

Sind nicht geladen, aber chemisch ungesättigt, können hochgradig schädliche kanzerogene Eigenschaften aufweisen.

Als Radikale bezeichnet man Atome oder Moleküle mit mindestens einem ungepaarten Elektron, die meist besonders reaktionsfreudig sind. Radikale werden mit einem 'Punkt' dargestellt, z.B. Stickstoffmonoxid ( $\text{NO}^\bullet$ ), der das freie Elektron symbolisiert.

Bedingt durch ihre hohe Reaktivität existieren Radikale meistens nur sehr kurze Zeit ( $< 1$  Sekunde).

Zonenplatte:

...dient zur Fokussierung von Strahlen. Es handelt sich um eine Platte, die in zyklischer Abwechslung kreisförmige Zonen geringer bzw. hoher Extinktion  $\varepsilon$  aufweist.

Bei Einfall von Strahlung der Wellenlänge  $\lambda$ , werden die Zonenkanten zu Quellen ungerichteter Röntgenstrahlung.

Für gemeinsamen Brennpunkt  $\rightarrow$  pos. Interferenz. D.h. zwei benachbarte Zonen müssen gebeugte Strahlen konstante Wegdifferenz  $\lambda$  aufweisen  $\rightarrow$  Zonenabstände nach außen abnehmend.

Feldenergie:

$$W = \int_V w_L \cdot dV = \int_V \frac{D \cdot E}{2} \cdot dV = \int_V \frac{D^2}{2\varepsilon_0 \cdot \varepsilon} \cdot dV$$

Wobei:  $D = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot E$   
 $w_L = D \cdot E/2$  (lokale Feldenergie)

Reflexschleife:

Seite 196,

Beispiel Kniereflex alla:

Hammer auf Knie, Reiz kommt zum Neuron („da hat da wer aufs Knie g’haut“), AI geht direkt zurück zum Knie („Bein ausschlagen“)  $\rightarrow$  Schleife!

Hämoglobin:

Als Hämoglobin (Hb) bezeichnet man den eisenhaltigen roten Blutfarbstoff in den roten Blutkörperchen (Erythrozyten).

Es stellt wie auch das Myoglobin einen wichtigen Sauerstoff-Transporteur im Körper dar.

Hämoglobin besteht aus vier Untereinheiten, wobei jede aus dem eisenbindenden Molekül Häm als prosthetische Gruppe (Nichtproteinanteil) und einem Proteinanteil - dem Globulin - besteht. Das Häm ist außerdem für die rote Farbe des Hämoglobins verantwortlich.

Hydratisierung:

Ist Anlagerung von Wassermolekülen an gelöste Ionen.

Entstehende Produkte heißen Hydrate.

Die Hydratisierung erfolgt aufgrund der elektrostatischen Kräfte zwischen den geladenen Ionen und den Wasser-Dipolen.

Kraftmikroskopie:

Nutzt die mechanische Krafteinwirkung zw. Sondenspitze und Probe

- anziehende, van der Waals'schen Kräfte

- abstoßende Kräfte, die bei extrem geringes  $d$  vorherrschen  $\rightarrow$  Elektronen in „berührenden“ Schalen stoßen einander ab.

Es wird keine atomare Auflösung erzielt.

Engramm:

Engramm ist eine allgemeine Bezeichnung für eine physiologische Spur, die eine Reizeinwirkung als dauernde strukturelle Änderung im Gehirn hinterlässt.

Analogon:

Frisch eingeschneiter Berg, es gibt unendlich viele Varianten (Wege) mit einer Rodel den Berg herunterzufahren. Wenn man aber eine Bahn vor“gräbt“ und diese immer wieder

durchfährt, so wird irgendwann einmal eine Rodel, die aus versehen die Bahn einschlägt, genau die Strecke der Bahn durchfahren, ohne ein Lenkmanöver durchzuführen. Zu guter letzt ist die Rodel nun an das dem Engramm entsprechende Ziel angelangt.

#### Apertur:

Apertur (Optik), die Öffnung eines optischen Gerätes.

Rayleigh Gl.:  $\Delta x = \frac{K \cdot \lambda}{n_{OR} \cdot \sin \alpha}$ , Der Ausdruck im Nenner wird als Apertur bezeichnet.

#### aktiver Transport:

Seite 156, Abb. 3.9., Seite 160, Abb. 3.11,

Der zeitlich unbegrenzt auftretende Ortswechsel von  $\text{Na}^+$  und  $\text{K}^+$  wird durch den so genannten aktiven Transport durch aktive Poren ausgeglichen.

Na-Moleküle werden durch KLK- Passung an ein Transportmolekül gebunden, verschlungen, und durch Translokation nach außen abgegeben. Nach Abgabe werden K-Moleküle durch KLK- Passung gebunden und nach innen „translokiert“.

Aktiver Transport nimmt bei Zelltod (ATP-Mangel, Adenosintriphosphat) ab, passiver Transport (Ionendiffusion) nimmt bei Zelltod zu.

#### Rekombinationsverfahren:

Einschleusen eines Fremdgens:

1. Schneideenzym teilt DNA-Strang versetzt
2. Vektoren (DNA-Trägermoleküle) Plasmide werden aufgetrennt
3. Rekombination aus 1. in 2. (Fragment wird in Vektor eingeschleust)

#### Myoglobin:

Ist ein Häm-haltiges Protein, das eine hohe Affinität zu Sauerstoff hat (Sauerstofftransport von der Zellmembran zu den Mitochondrien). Es ist ein einkettiges Protein, bestehend aus 153 Aminosäuren.

#### Tunnelstrom:

Als Tunnelstrom bezeichnet man einen elektrischen Strom, der durch den quantenmechanischen Tunneleffekt zustande kommt.

Liegt ein positives U zw. Sonde und Probe – Elektronenübergang – Tunnelstrom I.

I hängt vom Abstand  $d$  ab – atomare Werte liefert ein I von etwa 1nA.

Empfindliche Funktion  $I(d)$  besser machen – Sondenspitze spitzen (als Einzelatom auslegen)

#### Cole-Cole-Bogen:

Seite 272 ff.

Ortskurve von  $\underline{\varepsilon}_C$ , welche die Verluste relevanter Phasenbeziehungen veranschaulicht

#### CD(Current Dipole):

Ersatzstromquellen, zur Beschreibung der Ausgleichsströme der Aktionsimpulse

#### Vesikeln:

Sind intrazelluläre (in der Zelle gelegene) mikroskopisch kleine, rundliche bis ovale Bläschen, die von einer einfachen Membran umgeben sind. Die Vesikel bilden damit eigene Zellkompartimente, in denen unterschiedliche zelluläre Prozesse ablaufen.

endoplasmatisches Retikulum:

Das endoplasmatische Retikulum (abgekürzt EPR) ist ein reich verzweigtes System flächiger Hohlräume (Zisternen), die von Membranen umschlossen sind.

Es schafft eine Verbindung zwischen dem Extrazellulärraum hin zum Zellkern, indem es das Zytoplasma durchsetzt.

Laue-Bedingung:

Seite 82,

$$d \cdot \sin \Theta = n \cdot \lambda$$

Plasmid:

Plasmide sind kleine, kurze, zirkuläre, in sich geschlossene DNA-Moleküle, die in Bakterienzellen vorkommen können, aber nicht zur eigentlichen DNA des "Bakterienchromosoms" gehören.

isoelektrische Fokussierung:

Als isoelektrische Fokussierung oder kurz IEF wird eine elektrophoretische Auftrennung von Proteinen in einem Gel aufgrund ihres relativen Gehalts an sauren und basischen Aminosäureresten bezeichnet.

Je nach pH-Wert des umgebenden Mediums tragen die basischen und sauren Aminosäuren eines Proteins unterschiedliche Ladungen. Am so genannten isoelektrischen Punkt (pI) eines Proteins beträgt seine Nettoladung, also die Summe aller Ladungen der einzelnen Aminosäuren, null. Bei diesem definierten pH-Wert ist die elektrophoretische Beweglichkeit ebenfalls null. An das mit pH- Gradienten hergestellte Gel wird eine Spannung angelegt. Jedes Protein wandert im elektrischen Feld so weit, bis der umgebende pH-Wert seinem pI entspricht. Ein Protein, welches von seinem isoelektrischen Punkt wegdiffundiert, erhält durch die Veränderung des pH-Wertes wieder eine Nettoladung und wird erneut zu dem pH-Wert transportiert der seinem pI entspricht. Das elektrische Feld konzentriert also die einzelnen Proteine an ihrem spezifischen pI. Aus diesem Grund spricht man von einer Fokussierung. Durch die Einführung der immobilisierten IEF hat sich die Reproduzierbarkeit dieser Technik deutlich verbessert. Hierbei ist der pH-Gradient im Gel fixiert.

Transmitter:

Neurotransmitter sind heterogene biochemische Stoffe, welche die Information von einer Nervenzelle zur anderen über die Kontaktstelle der Nervenzellen, der Synapse, weitergibt. In die Synapse einlaufende elektrische Impulse veranlassen die Ausschüttung der chemischen Botenstoffe aus ihren Speicherorten, den synaptischen Vesikeln.

Der wichtigste erregende Transmitter im zentralen Nervensystem (ZNS) ist Glutamat. Häufig wird die Wirkung der Neurotransmitter noch durch weitere Stoffe moduliert, man spricht von den so genannten Neuromodulatoren.

Aminosäurenrest:

Der Aminosäurerest tritt beim Menschen in zwanzig verschiedenen Varianten auf. Grundsätzlich unterscheidet man 3 Arten von Resten:

- 1.) Elektrisch inaktive Reste – Symmetrisch aufgebaut, nicht polar, zeigen hydrophobes Verhalten
- 2.) Polare Reste – unsymmetrisch, lokales Moment  $p_L$ , hydrophil
- 3.) Geladene (ionale) Reste – beinhalten dissoziierte Positionen mit Ionencharakter, zeigen starke Bereitschaft zu elektrostatischen Wechselwirkungen

Zellfusion:

1. In wässriges Medium wird eine Suspension (?) bereitet, wo für zwei Zellen (A, B) ideale Lebensbedingungen herrschen, wo aber die el. Leitfähigkeit unter jener der intrazellulären Flüssigkeit liegt.
2. Suspension über zwei Elektroden mit hochfrequenten el. Wechselfeld der ungestörten Fremdfeldstärke  $E_f$  beaufschlagt. Freq. gewählt im  $\beta$ -Dispersions-Bereich ( $> 100$  MHz).  
→ Polarisation → elektrostatische Anziehungskräfte  $F$ .
3. Wesentlicher Verfahrensschritt: Gleichfeldimpuls → Zerstörung der Ordnung, durchgehende Kanäle zw. den Zellen.
4. Kurzzeitig freie Membranränder: „Verwachsen“ – Fusion
5. Innerhalb einer Minute bildet sich im Sinne der Ausheilung eine Hybridzelle A+B aus. Hat Gestalt wie vorher, Volumen von zwei Zellen und die Summe des genetischen Materials. Stabilität ist nicht garantiert.
6. Fortgesetzte Wiederholung → große Zellen

Ohm'sches Gesetz der Elektrolyte:

Zur Berechnung der Leitfähigkeit  $\gamma$ .

$$S = \sum_k [J_i] \cdot z_i \cdot e \cdot b_i \cdot E = \gamma \cdot E$$

S...Stromdichte

$z_i$ ...ist die der  $i$ -ten Ionenart entsprechende Anzahl von Elementarladungen  $e$

$b_i$ ...Beweglichkeit im jeweiligen Trägermedium

Membran-Zeitkonstante:

$$T_M = \frac{C'_M}{G'_M} = \frac{C''_M}{G''_M}$$

Die Zeitkonstante  $T_M$  ist von der Größenordnung 1ms, was die Dynamik von Membranspannungsänderungen entsprechend begrenzt.

Myelinisierung:

Im Sinne der Platzeinsparung hat die Evolution so genannte myelinisierte Fasern hervorgebracht, die bei  $D$  um  $10 \mu\text{m}$  hohes  $v$  bis  $100 \text{ m/s}$  liefern.

Der an die 2 m lange Weg Fuß-Gehirn wird damit in 20 ms durchlaufen, was rasche Reaktionen auf bedrohliche Einwirkungen begünstigt.

Die Myelinisierung ergibt sich, indem die Faser abschnittsweise durch um die „gewickelte“, flache Glia-Zellen (Schwann'sche Zellen) im eigentlichen Sinne der Elektrotechnik isoliert ist.

Hydrophob:

gr. „wasserfürchtend“

Unpolare Stoffe wie Fette, Wachse, Alkohole sind hydrophob.

Das Gegenteil von Hydrophobie ist Hydrophilie (gr. „wasserliebend“).

Dispersionshub:

...gibt den relativen Anstieg von  $\epsilon$  in Richtung sinkender Frequenz an.

Längenkonstante (Membran):

aka Membranraumkonstante  $\lambda$

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{G'_M \cdot (R'_i + R'_e)}}$$

Die Raumkonstante  $\lambda$  ist von der Größenordnung 1mm, womit Aktionsimpulse entsprechend lange Faserabschnitte auch passiv durchlaufen können.

Bezugselektrode:

...werden zur Reduktion von Fehlern (Spannungsabweichung) angesetzt.

Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Metall und Messelektrolyt eine Salzbrücke hoher Ionenkonzentration eingeschaltet wird.

Weisen eine konstante Kontaktspannung  $U_k$  auf.

Refraktärzeit:

Als Refraktärzeit bezeichnet man den Zeitraum nach Auslösung eines Aktionspotenzials, in dem die auslösende Nervenzelle nicht erneut auf einen Reiz reagieren kann.

Ein Aktionspotenzial wird durch das Öffnen spannungsabhängiger Natrium-Kanäle in der Membran von Nervenzellen ausgelöst. Nach der Auslösung schließen sich die betroffenen Kanäle selbstständig und sind dann nicht sofort wieder bereit, sich zu öffnen. Erst mit zunehmender Repolarisation der Zellmembran - einem Stoffwechselenergie verbrauchenden Vorgang - werden die Kanäle wieder aktivierbar. Die Zelle kann deswegen für einen gewissen Zeitraum, der als Refraktärzeit oder auch als Refraktärphase bezeichnet wird, nicht erneut auf einen Reiz reagieren.

Soma:

Der Begriff "Soma" bezeichnet den Zellkörper einer Nervenzelle.

Target:

Röntgenmikroskopie, die Cu Folie die mit e beschossen wird und zum Röntgenstrahler wird.

Zwitterion:

Ionenpaar mit unterschiedlichen Ladungsvorzeichen.

Intrazelluläre Flüssigkeit:

...ist die Gesamtheit von Cytoplasma und Zellkern, hat eine mittlere Leitfähigkeit  $\lambda$  (1 S/m), fast keine beweglichen Cl-Ionen; intrazelluläres Wasser an Makromoleküle gebunden.

Beta-Dispersion:

(>100MHz) – empfindliches Maß für das Vorliegen von Membranstrukturen.

Seite 114f

Triplet:

Ein Basentriplett oder einfach nur Triplett ist die kleinste Einheit des genetischen Codes. Es besteht aus drei Nukleotiden, die entweder eine Aminosäure kodieren oder aber als Stopp- bzw. Startcodon fungieren.

Wasserfenster:

Mit steigender Extinktion  $\epsilon$  nimmt auch  $\lambda$  zu, was zu Absorptionskanten, die zur Erzielung von Kontrasten genutzt werden können.

→ die im Bereich einiger nm versetzt auftretenden Kanten für Wasser bzw. Proteine liefern ein so genanntes Wasserfenster.

Lipide:

Sind fettähnliche, in Wasser unlösliche Substanzen (wg. Polarität), die für den Aufbau von zellulären Strukturen von fundamentaler Bedeutung sind.

Zwei Teile: Kopfteil und Schwanzteil

Kopfteil: keine volle Symmetrie, polares Verhalten (Multipol) → hydrophil,

Schwanzteil: 2nm lange Kohlenwasserstoffketten, hochgradig symmetrisch, kein polares Verhalten → hydrophob

Synapse:

Synapsen sind Kontaktstellen zwischen Nervenzellen bzw. Nervenzellen und anderen Zellen (wie Sinnes-, Muskel- oder Drüsenzellen). An ihnen findet die Erregungsübertragung von einer Zelle auf die andere statt.

Organelle:

Als Organell(e) wird eine intrazelluläre, von einer Membran umschlossene, funktionelle Untereinheit einer Zelle bezeichnet. Quasi ein Organ einer Zelle.

Ribosomen sind z.B. ein spezieller Typ von Organellen.

Feuerregel von Axonen:

Membranen zeigen lineares elektrisches Verhalten → Zusammenwirken der Synapsen über Superposition → als Feuerregel ergibt sich damit, dass ein Aktionsimpuls zu jedem Zeitpunkt  $t$  ausgelöst wird, an dem die Axonhügelspannung gemäß

$$u_{AH} = U_{A,AH} + \Delta u_{AH} = U_{A,AH} + \sum_N \Delta u_k \cdot e^{-a_k/\lambda_k} > U_{S,AH}$$

die Schwelle überschreitet.

Antigen:

Antigene sind Stoffe, an die sich Antikörper und bestimmte Lymphozyten-Rezeptoren spezifisch binden können (die Bezeichnung kommt von Antibody generating).

Bei einem Antigen handelt es sich um einen in der Membran verankerten Protein-Komplex mit spezifischer Endstruktur.

Im lebenden System fungieren Antigene im Rahmen des Immunsystems als potentielle Ankoppelstellen für entsprechende Antikörper. (sind Proteinkomplexe, die aus sechs – über kovalente Bindungen – verknüpften Einzelketten bestehen)

Axonhügel:

Der Begriff Axonhügel auch: Ursprungskegel, bezeichnet die Ursprungsstelle des Axons am Soma der Nervenzelle.

Die besondere Bedeutung des Axonhügel besteht darin, dass er durch niedrigste Schwelle  $U_{S,AH}$  ausgezeichnet ist (z.B.  $U_{S,AH} = -50$  mV, statt  $U_S -40$  mV an den übrigen Membranregionen). Somit ist die Auslösung eines Aktionsimpulses hier am wahrscheinlichsten, und es ergibt sich eine definierte Output-Region.

Was ist ein IPSP:

Die inhibitorische postsynaptische Potenzialdifferenzänderung (kurz IPSP) ist eine lokale Änderung des Membranpotenzials an der postsynaptischen Membran tierischer und menschlicher Nervenzellen, welche niemals einen Aktionsimpuls auslösen kann.

Was ist eine Dimere:

Ein Dimer ist ein Molekül, das aus zwei Untereinheiten, den Monomeren, besteht.

Dimerenbildung bei Hautkrebs, Defekt: zwei benachbarte komplementäre Basen (z.B. T und T, anstatt T und A) gehen eine Bindung ein.

Ionisationsarten: (aus Kap. 4)

Nichtionisierende Strahlung – Licht

Ionisierende Strahlung

Verbindungsprotein:

Eine Zelle ist mit umgebenen Nachbarzellen mechanisch verkoppelt. Dazu dienen in der Zellmembran verankerte Verbindungsproteine, welche brückenartige Verkopplungen bilden und dem Gewebe somit Stabilität gegenüber Scher- und Zugkräften garantieren.

Elektronegativität:

... ist ein relatives Maß für die Fähigkeit eines Atoms, in einer chemischen Bindung die Bindungselektronen an sich zu ziehen.

Sie wird unter anderem von der Kernladung und dem Atomradius bestimmt. Die Elektronegativität kann daher als Anhaltspunkt für die Polarität und den

Ionenbindungscharakter einer Bindung genommen werden:

Je höher der Unterschied in der Elektronegativität der gebundenen Elemente, desto polarer ist die Bindung.

DNA-Kartierung:

Charakterisierung größerer Molekülabschnitte anhand der Verteilung enzymatischer Schnittstellen. Braucht man z.B. zur Identifikationshilfe

Vorgangsweise:

1. DNA wird angereichert
2. 5'-Enden werden radioaktiv markiert, Molekülende wird gezielt enzymatisch abgetrennt
3. wässrige Probe auf ein paar Reagenzgläser aufteilen, mit Schneideenzymen in Fragmente getrennt, Schnitte nicht versetzt, sondern geradlinig
4. Proben werden in separierten Spuren der Gelelektrophorese grober Porenweite aufgetrennt, erzielte Verteilungen entsprechen letztlich der Verteilung der spezifischen Schnittstellen
5. lokale Angabe sämtlicher Schnittstellen der untersuchten DNA liefert die das Molekül charakterisierende Kartierung

DNA-Sequenzierung:

Aufklärung der einzelnen Positionen einer vorgegebenen Molekülkette.

Probleme:

- Positionsanzahl  $N$  ist von Auflösung der Elektrophorese beschränkt
- gedrängtes auftreten von großen Fragmenten in der Startposition

Vorgangsweise:

1. DNA-Abschnitt wird angereichert
2. 5'-Enden werden radioaktiv markiert, durch Erhitzen wird Denaturierung erzielt → nur an einem Ende entstehen markierte Einzelstänge
3. wässrige Probe auf vier Reagenzgläser aufteilen, mit Schneideenzymen a, c, g, t bearbeiten (haben die Eigenschaft die Positionen A, C, G, T zu zerstören) → vier Scharen

von Fragmenten entstehen, deren Längen den Positionszahlen  $n$  der vier Nucleotide entsprechen.

4. Proben werden in separierten Spuren der Gelelektrophorese geringer Porenweite aufgetrennt, erzielte Verteilungen entsprechen letztlich der Verteilung der spezifischen Schnittstellen
5. lokale Zuordnung von A, C, G, bzw. T entlang der untersuchten DNA liefert letztlich als Resultat des Verfahrens die interessierende Sequenz.

Zielspannung:

Seite 186

Ist definiert als das maximal mögliche Ausmaß des EPSP's.

Treffertheorie:

...ist wie Wahrscheinlichkeit des tatsächlichen Auftretens einer bestimmten Trefferart.

Elektroadsorption:

Möglichkeit um Moleküle zu markieren...

Darunter verstehen wir die Anlagerung von Partikeln an einem Substrat über elektrische Anziehungskräfte, unterstützt durch Diffusionskräfte als Folge starker Konzentrationsunterschiede.

Effektiver Ionenradius:

Wesentliche Größe, liegt bei kleinen Ionenarten deutlich über dem Atomradius  $R$ , da er die effektive Ionengröße berücksichtigt, die sich aus der sog. Hydratation ergibt.

Akkommodation:

S. 246, 247, Abb. 4.3 (b),

Rampenartige Stromimpulse erbringen bei geringer Dauer  $T$  ähnlichen Schwellwertverlauf wie beim Rechteckimpuls.

Durchläuft  $S_S$  hier aber ein Minimum  $S_A$ , kommt es zu einem Wiederanstieg →

Akkommodation, lebende Zelle versucht die Störung der Membranspannung durch aktive Regelmechanismen auszugleichen.

Der Mechanismus der Akkommodation erlaubt es, ohne Schmerzauslösung relativ starke Ströme in den Organismus einzuprägen, indem die Stromstärke graduell gesteigert wird.

DNA- Vermehrung:

Ionenbeweglichkeit:

$\gamma$  – Dispersion: