

Versuch A: Nervenphysiologie

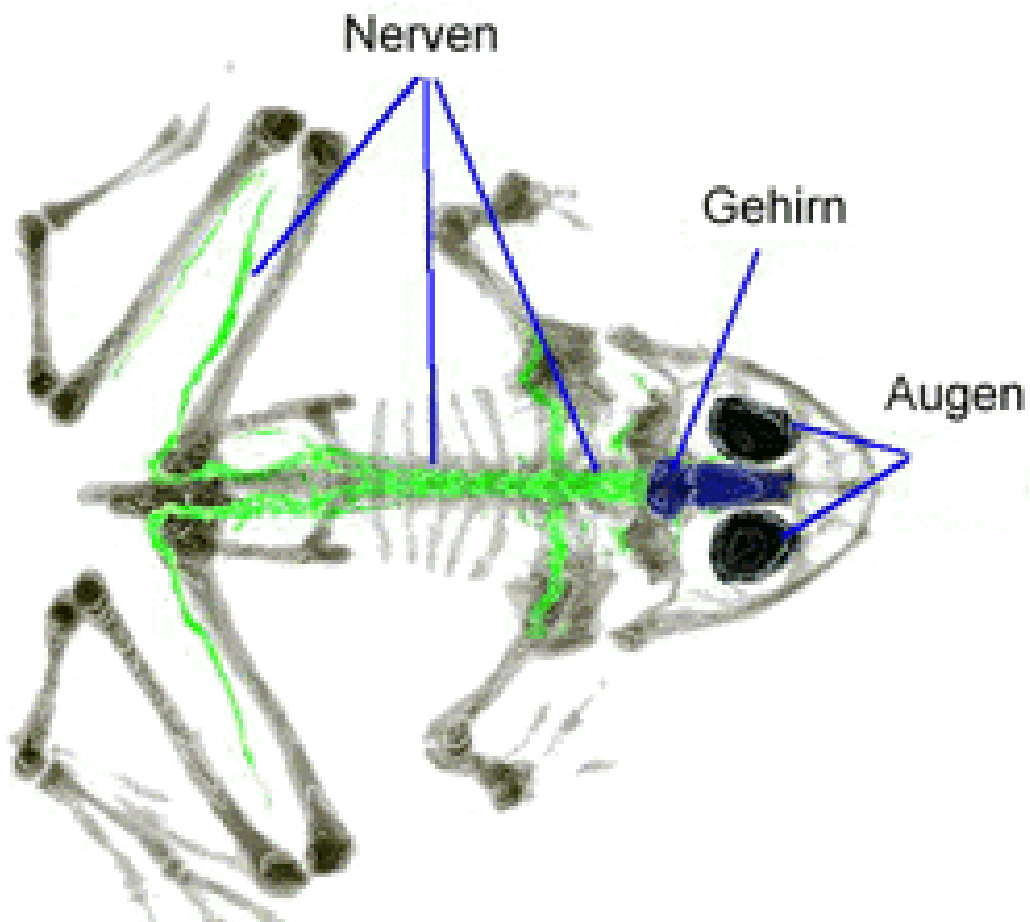
Durchgeführt am:
Do. 1.4.04

Gruppe B2D

Kersting, Daniel

Maslesa, Senid

Schwörer, Christoph



Quelle: <http://www.egbeck.de/skripten/bilder/frosch.gif> (bearbeitet)

1. Einführung

Die schnelle interne Informationsweiterleitung jedes mehrzelligen tierischen Lebewesens beruht auf Nerven. Dies sind spezielle Zellen deren Membran durch eine ungleiche Verteilung von Na^+ Cl^- K^+ und Anionen polarisiert werden. Damit die weitergeleiteten Informationen in Form von Änderungen der Polarisation der Zellmembran größere Distanzen innerhalb des Organismus zurücklegen zu können besteht eine Nervenzelle aus einem Zellkern in den viele Dendriten münden, die diese Polarisationsänderung zur Zelle hin leiten, und einem aus der Zelle ausgehenden Axon das am Axonhügel beginnt und an dessen Ende sich eine Schnittstelle zur Informationsweitergabe befindet. Meist ist diese Schnittstelle eine Synapse die den geleiteten Reiz an eine weitere Nervenzelle weitergibt. Es existieren aber auch andere Enden wie z.B. eine Motorische Endplatte.

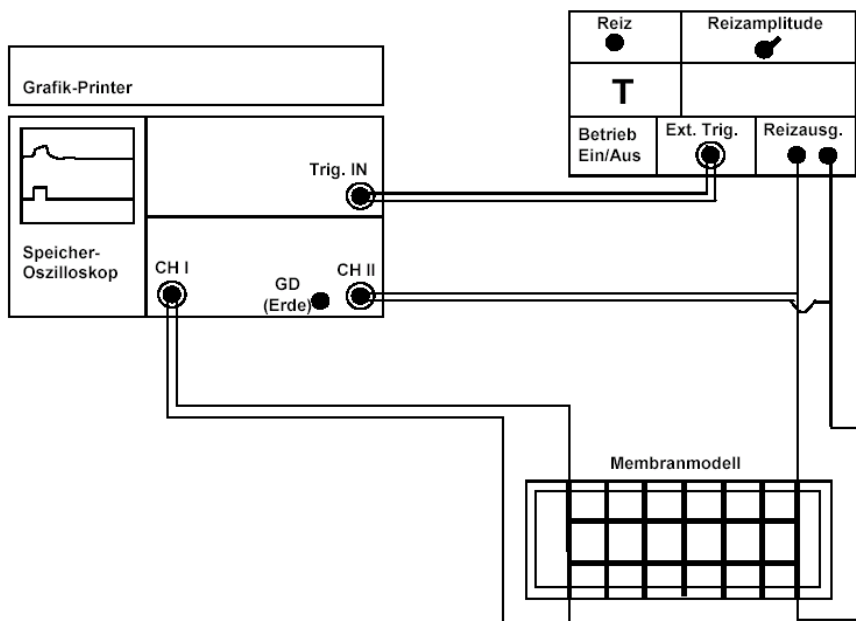
Die „Information“ die durch diese Nervenzelle weitergegeben wird ist in Form von plötzlichen Ladungsänderungen der Zellmembran realisiert. Diese Ladungsänderungen, die AP (Aktions-Potential) genannt werden, sind jedoch immer gleich stark (Alles oder nichts Gesetz) so dass eine Codierung der Information anders erfolgen muss. Dies geschieht über die Frequenz mit der Reize geleitet werden. Da jedoch die Veränderung der Polarisation mit der eine Information geleitet wird durch einen Ausgleich der Na^+ Ionen an der Zellmembran geschieht, und diese Depolarisation der Zellmembran erst wieder durch einen Ausstrom von K^+ Ionen kompensiert werden muss kann die Frequenz mit der Reize geleitet werden nicht unbegrenzt hoch sein. Die maximale Frequenz wird durch die sogenannte „Absolute Refraktärzeit“ der Nervenzelle bestimmt. Diese Zeit ist die Zeit die benötigt wird um ein erneute SAP auszulösen. Die Relative Refraktärzeit hingegen ist diejenige Zeit in der zwar schon wieder ein SAP ausgelöst werden kann die Repolarisation der Zellmembran jedoch noch nicht vollständig ist so dass ein größerer Reiz benötigt wird um ein SAP auszulösen.

2. Passive Eigenschaften der Nervenzellmembran

2.1 Aufbau / Methoden:

In diesem Versuch wird die passive Membraneigenschaft einer Nervenzelle gemessen. Dabei benutzen wir ein Modell der Nervenzellmembran (Kette von RC-Gliedern). Jedes Glied dieser Kette repräsentiert einen kleinen Membranabschnitt mit Membranwiderstand und Membrankapazität. Den Innenwiderstand bildet die "Intrazellulärflüssigkeit" in verbindet die einzelnen Glieder. Der Außenwiderstand der Extrazellulärflüssigkeit wird als sehr klein angenommen.

Aufbau:



Quelle: Script zum Versuch

2.2 Ergebnisse:

Abstand	0	1	2	3	4	5	6
Amplitude [V]	7	2,75	1,1	0,45	0,17	0,05	0,045

2.3 Diskussion:

Wenn man die Ergebnistabelle betrachtet erkennt man, dass die Amplitude sehr schnell stark abnimmt. Dies ist auf den hohen „Innenwiderstand“ der Intrazellulärflüssigkeit zurückzuführen. Vergleicht man die sich ergebende Kurve mit denen aus der Literatur für eine echte Nervenzelle so stellt man fest dass das Modell sehr genau der Realität entspricht.

3. Präparation

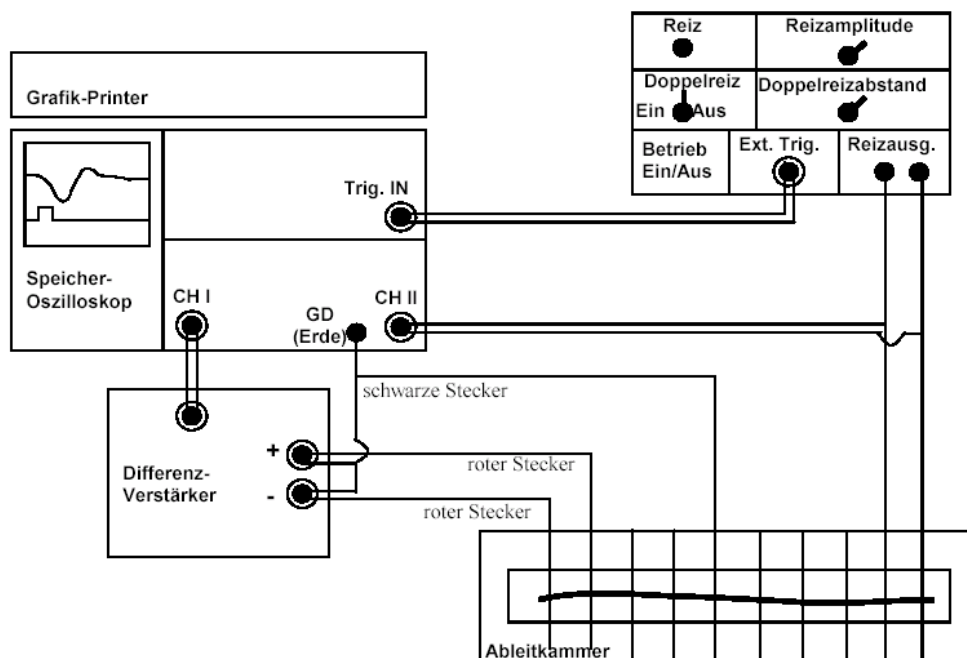
3.1 Präparation des Nervus ischiadicus

Ein Frosch wird dekapitiert, sein Rückenmark zerstört, enthäutet und mit Ringerlösung abgespült.

Die Bauchhöhle des Frosches wird geöffnet und die Eingeweide entnommen. Die Ischiadicus-Nerven werden mit einem Bindfaden abgebunden und bis zum Eintritt in den Oberschenkel freipräpariert.

Anschließend wird er in eine Petrischale mit Ringerlösung gelegt, da dies eine optimale Umgebung für den Nerv ist.

3.2 Versuchsaufbau Ableitapparatur



Quelle: Script zum Versuch

4 Messung des Reizartefakts

4.1 Methoden/Aufbau:

Ein mit Ringer angefeuchteter Faden wird in die Ableitkammer gelegt und mit einigen Reizen angeregt.

4.2 Ergebnisse:

Hier War kein Ausdruck vorhanden

4.1 Diskussion:

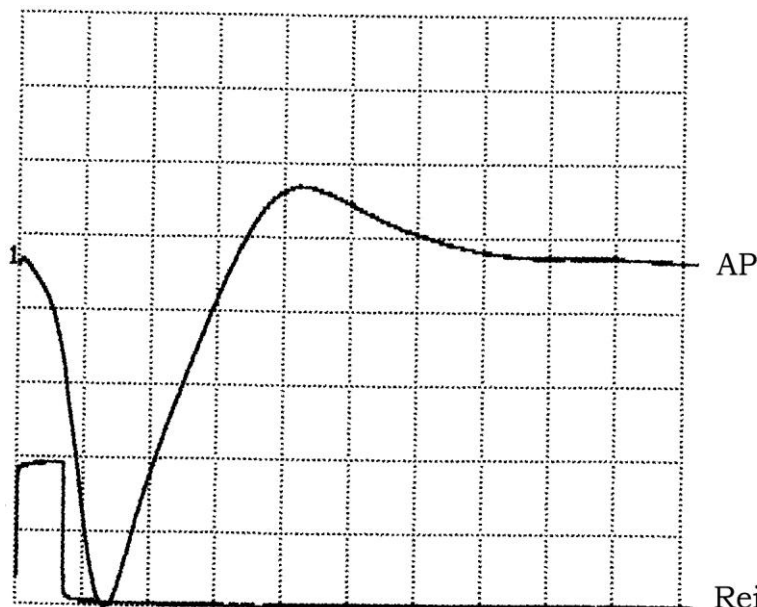
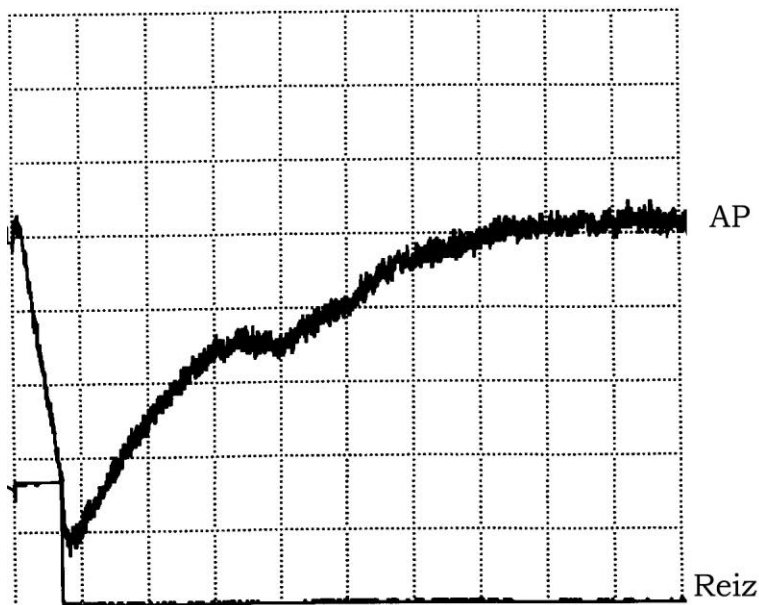
5. Ableitung eines fortgeleiteten diphasischen Summenaktionspotentials bei unterschiedlichen Reizstärken

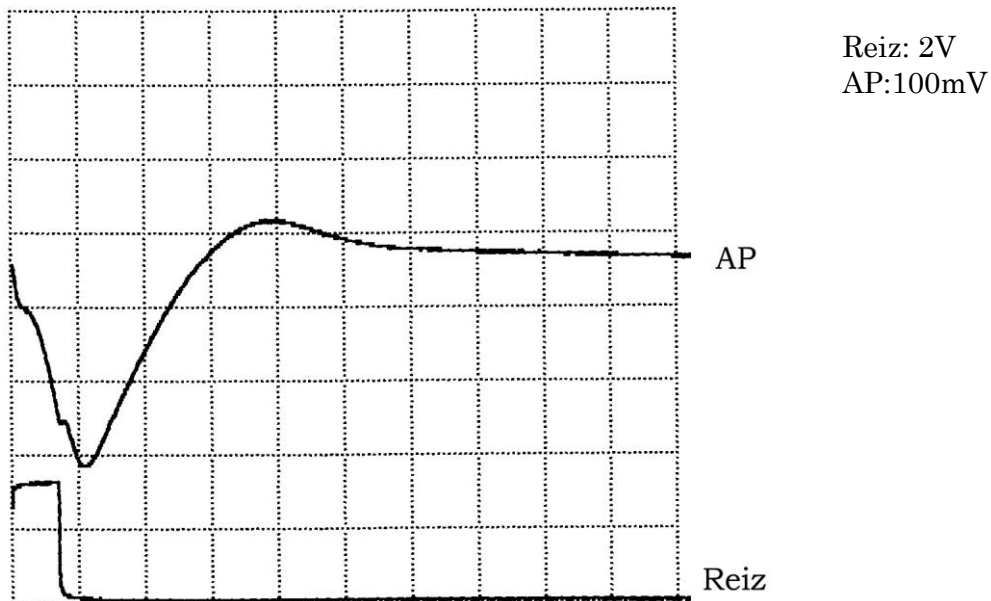
5.1 Methoden / Aufbau:

Ein Summenaktionspotential (SAP) entsteht bei gleichzeitiger Erregung mehrerer (sämtlicher) Axone eines Nerven. Es wird extrazellulär abgeleitet. Die Amplitude hängt von der Reizamplitude ab. Bei der Reizamplitude unterscheidet man zwischen der Schwellenreizstärke, der kleinsten Reizamplitude, die noch ein meßbares SAP auslöst und der Maximalreizstärke, der Reizamplitude, ab der eine weitere Reizstärkung keine größere SAP-Amplitude auslöst.

Zunächst wird schrittweise die Reizamplitude erhöht.

5.2 Ergebnisse:

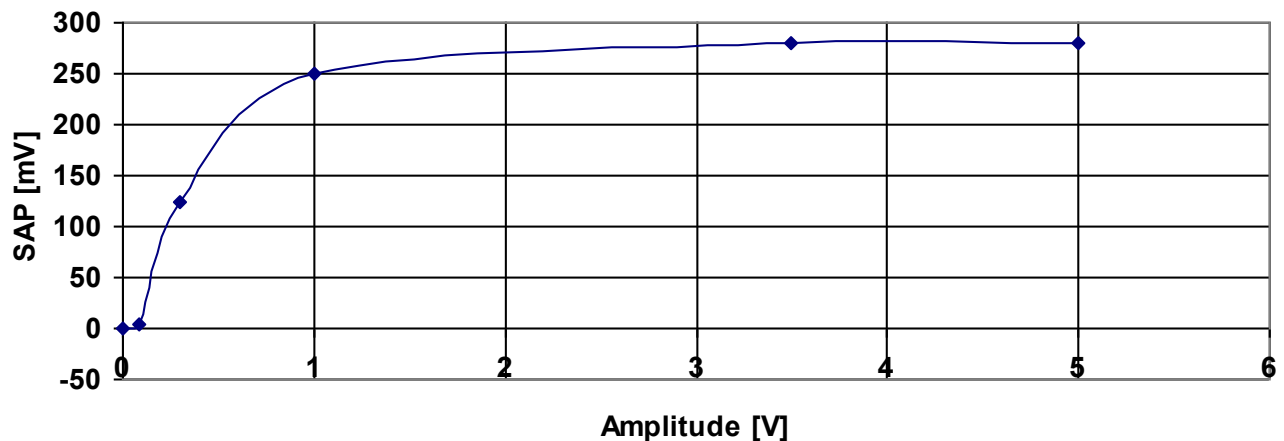




Amplitude des SAP's in Abhängigkeit von der Reizamplitude:

Reiz [V]	0	0,08	0,3	1	3,5	5
SAP [mV]	0	4	125	250	280	280

Diagramm über die Zunahme der SAP-Amplitude in Abhängigkeit von der Reizamplitude:



5.3 Diskussion:

Im obigen Diagramm kann sowohl die untere als auch die obere Reizschwelle von 0,08V und 3,5V sehr gut erkennen. Bei einem Schwellreiz von 0,08V werden nur sehr wenige Nervenzellen erregt, vermutlich sogar nur eine einzige. Entsprechend schwach ist auch die gemessene Reizantwort. Je stärker nun gereizt wird desto mehr einzelne Nervenzellen werden erregt und bilden AP's die als SAP abgeleitet werden. Ab einer Reizstärke von ca. 3,5V werden alle Nervenzellen des Nerven erregt und eine noch weitere Verstärkung des Reizes bringt nichts.

6. Bestimmung der Geschwindigkeit der Erregungsleitung

6.1 Aufbau/Methoden:

Hier messen wir, wie groß die Geschwindigkeit ist, mit der Aktionspotentiale im Froschnerven weitergeleitet werden. Dabei wird der Reiz einmal nahe am Reizort und einmal in einem weiteren Abstand vom Reizort (1cm) registriert. Aus dem Abstand zwischen den beiden Ableitelektrodenpaaren (s) und dem ermittelten Zeitunterschied (t) zwischen den abgeleiteten SAP's kann die Leitungsgeschwindigkeit (v) errechnet werden ($v=s/t$).

6.2 Ergebnisse:



Zeit: 0,2ms Reiz: 2mV AP: 20mV

Der zeitliche Abstand mit dem die beiden AP's gemessen wurden beträgt ca. 0,3 ms. Unter Verwendung der oben angegebenen Formel $v=s/t$ ($v=1\text{cm}/0,3\text{ms}$) erhält man eine Leitungsgeschwindigkeit von 33,3m/s.

6.3 Diskussion:

Betrachtet man die beiden Schaubilder stellt man im rechten, also der weiter vom Reiz entfernten Ableitung eine deutliche „Ablachung“. Diese entsteht durch die unterschiedliche Leitgeschwindigkeit der in der Nervenfasern liegenden Axone. So treffen die erzeugten einzelnen AP's nach einer gewissen Distanz nicht mehr exakt zur selben Zeit ein, wie es im linken Schaubild der Fall ist sondern über einen Zeitraum verteilt der mit der Distanz zur Reizquelle immer größer wird. Dies führt zur Abflachung des abgeleiteten SAP's.

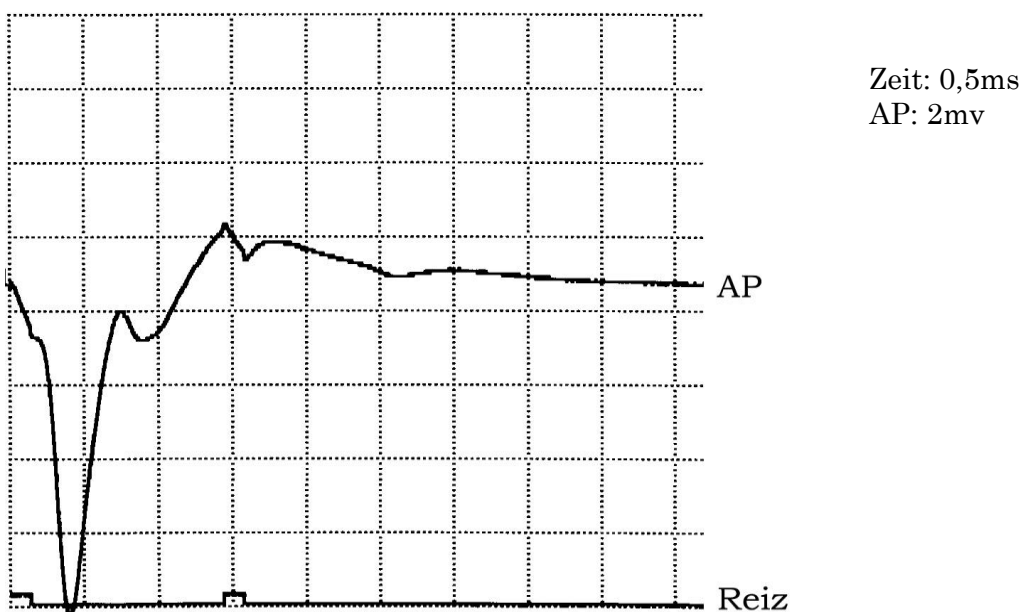
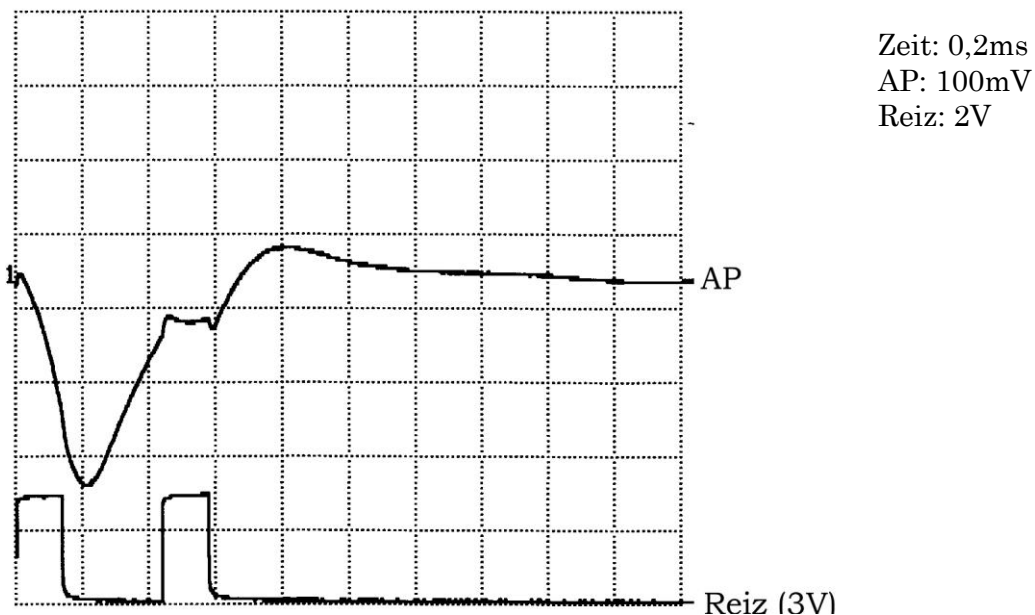
7. Bestimmung der Refraktärzeit beim Froschnerv

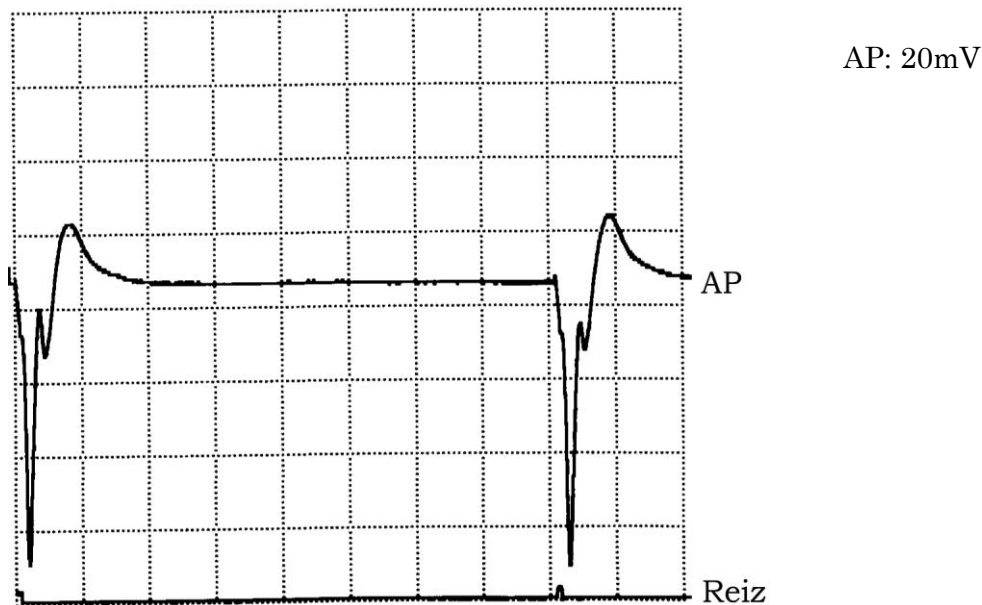
7.1 Aufbau/Methoden:

Die Refraktärzeit eines Nerven ist die Zeitspanne, in der er überhaupt nicht (absolute Refraktärzeit) oder aber nur mit höheren Reizamplituden (relative Refraktärzeit) erneut erregt werden kann.

Zur Messung werden zwei Reize (Doppelreize) gesendet, deren zeitlicher Abstand (Doppelreizabstand) variiert werden kann. Mit dem zweiten Reiz wird das refraktäre Verhalten des Nerven nach dem ersten Reiz bestimmt.

7.2 Ergebnisse:





Reizabstand [ms]	0,3ms	1,5ms	4ms	16ms
SAP [mV]	0mV	2mV	60mV	80mV
		Schwelle absolut/ relativ		Ende relativ

7.3 Diskussion:

Die gemessene absolute Refraktärzeit lag bei 1.5 ms Dies ist die Zeit in der die Na⁺ Kanäle der Membran zeitlich und mechanisch gesteuert geschlossen sind um das Potential an der Membran, durch den K⁺ Ausstrom, unter den Schwellwert sinken zu lassen da sonst durch das anliegende Potential schon beim Ausstrom der K⁺ Ionen ein erneutes AP ausgelöst würde. Die relative Refraktärzeit die zwischen 1.5 und 16 ms ist die Zeit in der durch den erhöhten K⁺ Ausstrom beim Vorhergehenden AP das Membranpotential Hyperpolarisiert wird und somit ein größerer Reiz notwendig ist um ein erneutes AP zu erzeugen.

8. Umwandlung des diphasischen SAPs in ein monophasisches SAP

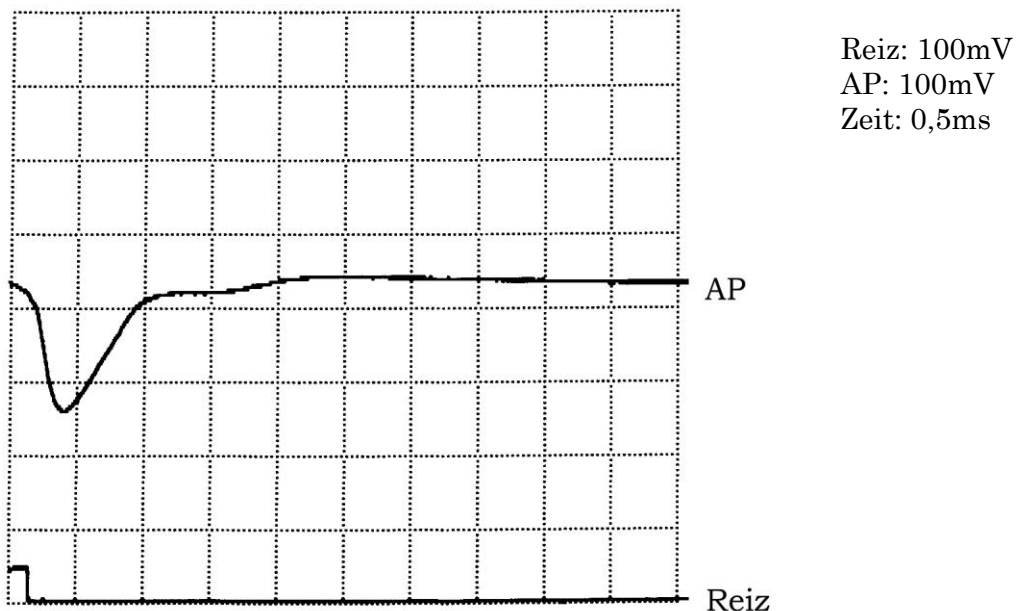
8.1 Aufbau/Methoden:

Diphasisches SAP: Die Erregungswelle wandert entlang der Axone über zwei Ableitelektroden hinweg. Zuerst wird die erste Elektrode und dann die zweite Elektrode negativ gegenüber der jeweils anderen.

Monophasisches SAP: Die zweite Elektrode wird an eine unerregbare Stelle des Nerven gelegt.

Der Nerv wird zwischen den beiden Ableitelektroden dadurch unerregbar gemacht, dass er dicht vor der zweiten Elektrode mit einer Pinzette kräftig gequetscht wird.

8.2 Ergebnisse:



8.3 Diskussion:

Durch das Abklemmen des Nerv zwischen der ersten und der zweiten elektrode kann das AP die zweite Elektrode ncith mehr erreichen und die Ableitelektroden werden nur ein mal negativ zu anderen gepolt. Man erkennt dies gut daran, dass auf dem Schaubild lediglich ein ausschlag nach unten zu sehen ist und anschließend nicht (wie in den vorherigen Schaubildern) ein leichter Ausschlag nach oben.

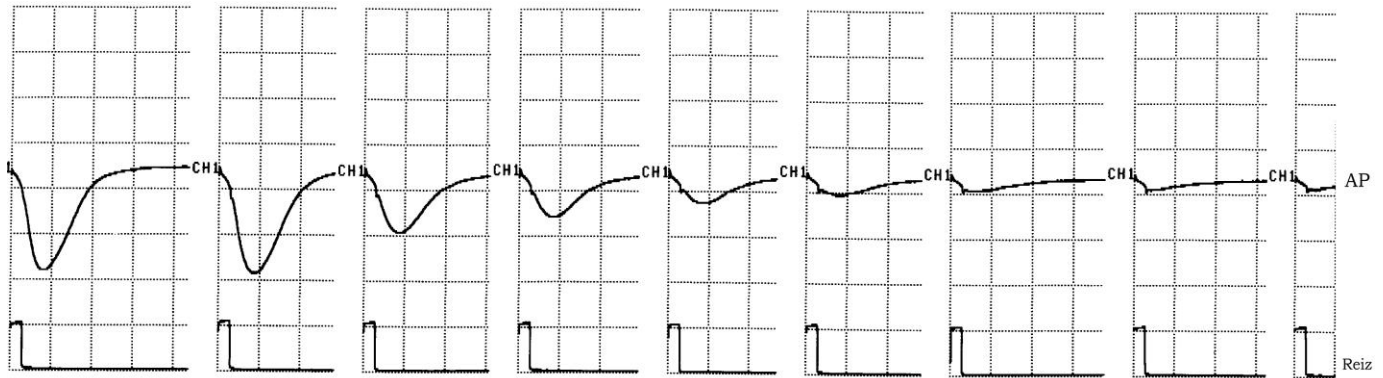
9. Leitungsanästhesie am peripheren Nerven

9.1 Aufbau / Methoden:

Lokalanästhetika sind Medikamente, die eine reversible Blockade der Nervenleitung bewirken. Der Nerv wird in der Ableitkammer im Bereich zwischen Reiz - und Ableitelektroden mit Xylocain besprüht. Dann wird im Abstand von 30 Sekunden mehrere Messungen gemacht

9.2 Ergebnisse:

Messreihe:



0,5ms – Reiz: 1V AP: 100mV

9.3 Diskussion:

Man sieht dass die sedative Wirkung erst nach ca. 4 min. eintritt, und auch das nicht zu 100%. Im Gegensatz zu anderen Betäubungsmitteln wie zb Äther ist Xylocain nicht für eine Vollnarkose geeignet und wird auch nur zur lokalen Betäubung von Schleimhäuten verwendet.

10. Anhang

10.1 Quellenangaben:

Soweit nicht gesondert darauf hingewiesen ist, sind alle *Bilder/Abbildungen* selbst angefertigt (Fotos während dem Versuch, sowie eingescannte Oszilloskopausdrucke)

Für das biologische Hintergrundwissen sind folgende Bücher verwendet worden:
Prof. Werner A. Müller, *Tier und Humanphysiologie*, Springer-Verlag 2. Auflage
Neil A. Campbell, *Biologie*, Spektrum, 1997