

Zur wissenschaftlichen Begründung der Regulationsdiagnostik ein Beitrag des langjährigen wissenschaftlichen Beraters des Bundesministeriums für Forschung und Technologie:

Prof. Dr. Wolfgang Klimek

Die elektrische Hautleitfähigkeit als Spiegel des inneren Regulationszustandes

Die messtechnische Erfassung des inneren Regulationszustandes von Lebewesen ist seit jeher ein lang gehegter Wunsch, der im Lichte neuer Erkenntnisse der Biophotonik zunächst immer klarer erkennbar wurde (1-4) und jetzt auch technisch erfüllbar wird. Erstaunlicherweise sind es nicht die Messwerte selbst, sondern deren statistische Verteilungsgesetze, die Aufschluss über den inneren Regulationszustand eines Lebewesens liefern. Wie lässt sich diese Aussage begründen? Gibt es Bezugs-Verteilungsdichten für definierte Regulationszustände?

Die nachfolgende vereinfachte Darstellung versucht eine Beantwortung dieser Fragen aus physikalischer Sicht.

Die zu messende Größe ist die elektrische Leitfähigkeit von biologischem Gewebe. Ganz allgemein ist die elektrische Leitfähigkeit eines Stoffes mit dem Vorhandensein von beweglichen, elektrischen Ladungsträgern verknüpft. Im biologischen Gewebe kommen als Ladungsträger in erster Linie Ionen (K^+ , Na^+ , Cl^- , Ca^{2+}) infrage.

Die Analyse des Leitungsmechanismus unterscheidet zwei Fälle: biologisch totes Gewebe, in dem keinerlei Regulation mehr existiert sowie biologisch funktionstüchtiges Gewebe, in dem eine vollkommene Regulation herrscht.

1. Elektrische Leitung in biologisch totem Gewebe

In totem Gewebe wirken auf die Ionen keine strukturbildenden Kräfte. Die elektrischen Ladungsträger sind daher weitgehend gleichmäßig mit einer bestimmten Ladungsträgerdichte verteilt (ähnlich wie in einer elektrolytischen Lösung). Wird über eine kleine Gleichspannung U_0 über zwei Elektroden an totes Gewebe gelegt, dann fließt ein kleiner elektrischer Strom in sehr vielen, parallel angeordneten Pfaden wie in einem Strömungsfeld. Die einzelnen Strompfade sind nicht miteinander verkoppelt. Ein Strommessgerät zeigt als Gesamtstrom I_G die Summe aller Beiträge der einzelnen Strompfade an. Verschiebt man eine der beiden Elektroden als abtastende Messelektrode auf der Oberfläche des toten Gewebes, dann ändern sich die Längen der einzelnen Strompfade entsprechend der neuen, räumlichen Elektrodenanordnung. Bei gleich bleibender Leitfähigkeit variiert auch ihr individueller Beitrag zum Gesamtstrom. Verschiebt man die Messelektrode örtlich regellos, schwankt auch der Gesamtstrom regellos.

Ein Modell des Stromflusses verdeutlicht *Abb. 1*.

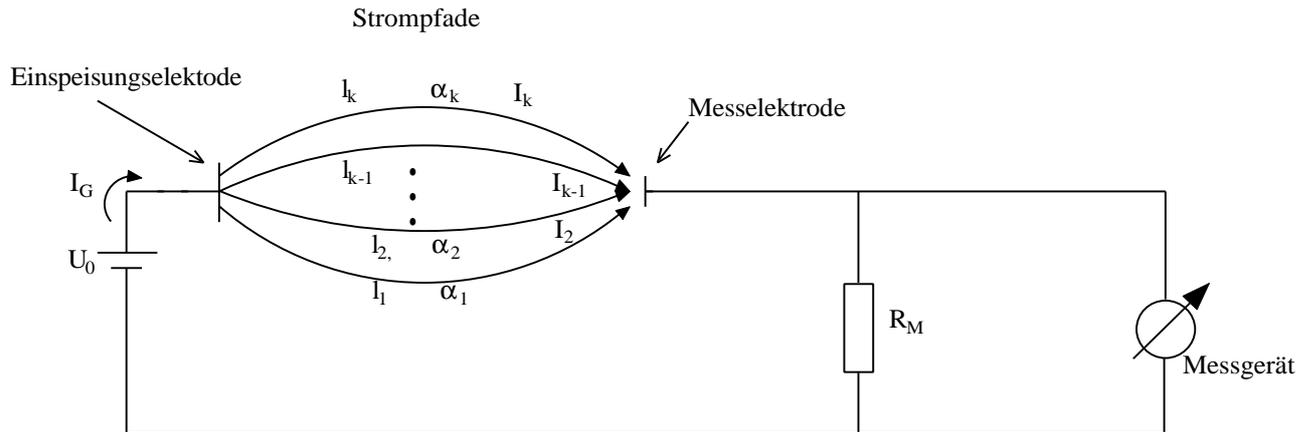


Abb.1: Modell des Stromflusses in biologisch totem Gewebe

Für den Strom I_G gilt:
$$\sum_{m=0}^k I_m = \frac{U_0}{R_M} \sum_{m=1}^k e^{-\alpha_m l_m}$$

- I_g : Gesamtstrom (Messgröße)
- I_m : Teilstrom des m-ten Strompfades
- α_m : Dämpfungskonstante, die im m-ten Stromfad wirkt
- l_m : Länge des m-ten Strompfades
- U_0 : angelegte Messspannung
- R_M : externer Messwiderstand (Innenwiderstand des Strommessgerätes)

Aufgrund der gleichmäßigen Ladungsträgerverteilung in biologisch totem Gewebe ist die Dämpfungskonstante α_m für alle Strompfade gleich α . Die dimensionslose Größe $\alpha \cdot l_m$ ist die Dämpfung α_m jedes Strompfades. Bei örtlich regelloser Verschiebung der Messelektrode schwanken auch die Dämpfungswerte α_m regellos. Nach dem zentralen Grenzwertsatz der Wahrscheinlichkeitsrechnung schwankt die Summenvariable, hier der Gesamtstrom I_g , für eine große Zahl von örtlichen Messpunkten entsprechend einer Gauß'schen Verteilungsdichtefunktion um einen Mittelwert $\langle I_g \rangle$, wenn die einzelnen Summanden voneinander unabhängig sind. Die häufige Messung des elektrischen Stromes I_g ergibt demzufolge eine Gauß-verteilte Schwankung um den Mittelwert $\langle I_g \rangle$.

Hierfür gilt:
$$W_{I_G} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot s} * e^{-\frac{(I_G - \langle I_G \rangle)^2}{2s^2}}$$

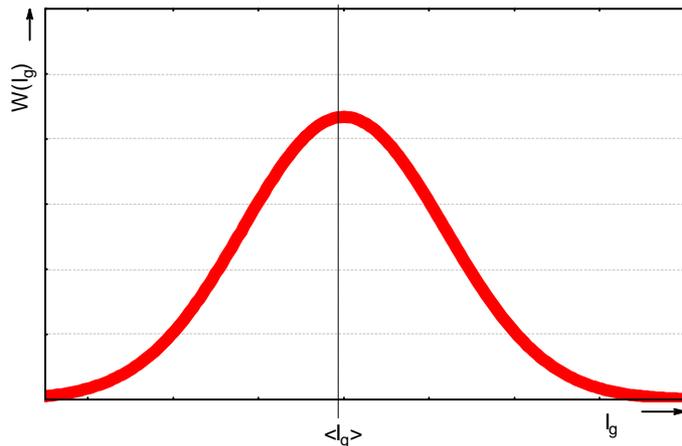


Abb.2: Normalverteilung des Stromes I_g um den Mittelwert

Die Größe σ ist die Varianz der Verteilungsdichte $W(I_g)$.

Für sie gilt: $\sigma^2 = \langle I_G^2 \rangle - (\langle I_G \rangle)^2$

mit
$$\langle I_G \rangle = \frac{1}{n} * \sum_{x=1}^n I_{Gx}$$

mit
$$\langle I_G^2 \rangle = \frac{1}{n} * \sum_{x=1}^n I_{Gx}^2$$

Die Anzahl n der Messungen sollte mindestens etwa $n = 500$ betragen.

Zusammengefasst ist festzuhalten, dass biologisch totes Gewebe, welches keinerlei Regulation mehr aufweist, bei örtlich regelloser Messabtastung der Gewebeoberfläche Einen Messstrom liefert, der um einen Mittelwert entsprechend einer Gauß'schen Dichtefunktion verteilt ist.

Welches Verteilungsgesetz liefert das gleiche Messverfahren bei vollkommener Regulation in einem Lebewesen?

2. Elektrische Leitung in lebendem Gewebe

In lebendem Gewebe wirken auf die beweglichen Ladungsträger Kräfte, die zu deren örtlicher Konzentration führen. Aus der gleichmäßigen Ladungsträgerverteilung wird so eine ungleichmäßige Verteilung. Die Kräfte resultieren aus elektromagnetischen Strahlungsfeldern, die die Lebewesen nach den gesicherten Kenntnissen der Biophotonik selbst erzeugen. Es wurde nachgewiesen, dass sich die Eigenstrahlung aus mehreren Frequenzen bzw. Wellenlängen zusammensetzt und dass sie einen ungewöhnlich hohen Kohärenzgrad aufweist. Dadurch ergeben sich infolge Überlagerung Interferenzerscheinungen, die den gesamten Organismus lückenlos ausfüllen. In Lebewesen existiert somit eine räumliche schwankende, aber geordnete Verteilung der Strahlungsintensität. Der Eigenstrahlung wird eine grundlegende Funktion im molekularen Regulationsgeschehen sowohl innerhalb der Zelle als auch zwischen den Zellen zugeordnet.

Dieser Sachverhalt ist durchaus plausibel, wenn man bedenkt, dass alle biochemischen Reaktionen letztlich auf die Wirkung der elektromagnetischen Felder zurückzuführen ist. Die Eigenstrahlung lebender Organismen koordiniert vor allem die Abläufe biochemischer Prozesse.

Die räumliche Strukturierung der Ladungsträger durch die kohärenten, elektromagnetischen Wellenfelder führt zu einer vollständigen Verkopplung der unabhängigen Strompfade im Fall des toten Gewebes (Abb.1). Zu der Modellvorstellung entsteht so ein dichtes, engmaschiges Netz von Strombahnen, die sich funktionell zu einem resultierenden Strompfad zusammenfassen lassen. Allerdings ist die elektrische Leitfähigkeit dieses Strompfades aufgrund der räumlichen Feldverteilung nicht mehr gleichmäßig über der ganzen Leiterlänge. Der Strompfad lässt sich gedanklich aus kurzen Abschnitten gleicher Länge mit jeweils unterschiedlichen Leitfähigkeitswerten modellieren. Die Abb.3 verdeutlicht das Leitermodell.

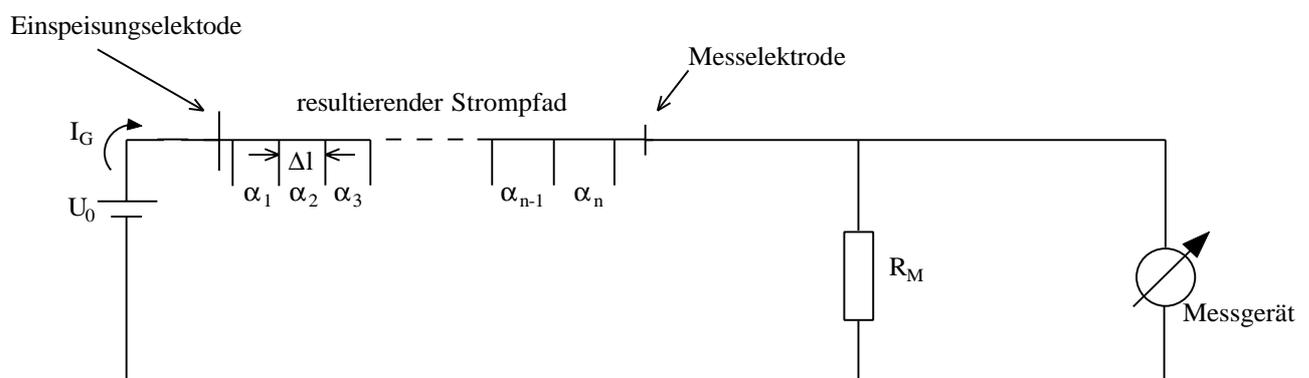


Abb.3: Modell des Stromflusses in lebendem Gewebe

Der Strom I_g ergibt sich zu:

$$I_G = \frac{U_0}{R_M} * \prod_{i=1}^n e^{-a_i \Delta l} = \frac{U_0}{R_M} * \prod_{i=1}^n e^{-a_i}$$

I_g : Gesamtstrom (Messgröße)

α_i : Dämpfungskonstante des i-ten Leiterbahn-Abschnittes der Länge Δl

a_i : Dämpfungswert des i-ten Leiterbahn-Abschnittes der Länge Δl

U_0 : angelegte Messspannung

R_M : externer Widerstand (Innenwiderstand des Strommessgerätes)

Logarithmiert man die Beziehung für den Messstrom I_g , dann wird aus dem Produkt der

Abschnitts-Dämpfungswerte a_i eine Summe, $\ln(I_G) = \ln\left(\frac{U_0}{R_M}\right) - \sum_{i=1}^n a_i$,

d.h. der Logarithmus des gemessenen Stromes ergibt sich aus der Summe aller Einzel-Dämpfungswerte. Sie schwanken regellos und voneinander unabhängig, wenn die Messelektrode örtlich regellos verschoben wird und sich die räumliche Feldstruktur entsprechend verändert. Für $n \gg 1$ schwankt der logarithmierte Messstrom $\ln I_g$ daher entsprechend einer Gauß'schen Verteilungsdichte um den Mittelwert $\langle \ln I_g \rangle$. Da die einzelnen Größen in der Gauß'schen Verteilungsdichtefunktion in logarithmierter Form

aufzutreten, spricht man auch von der Lognormal-Verteilungsdichte. Der Verlauf der Lognormal-Verteilungsdichte unterscheidet sich signifikant von der Gauß'schen Verteilungsdichte, wenn die einzelnen Kenngrößen wieder „entlogarithmiert“ werden.

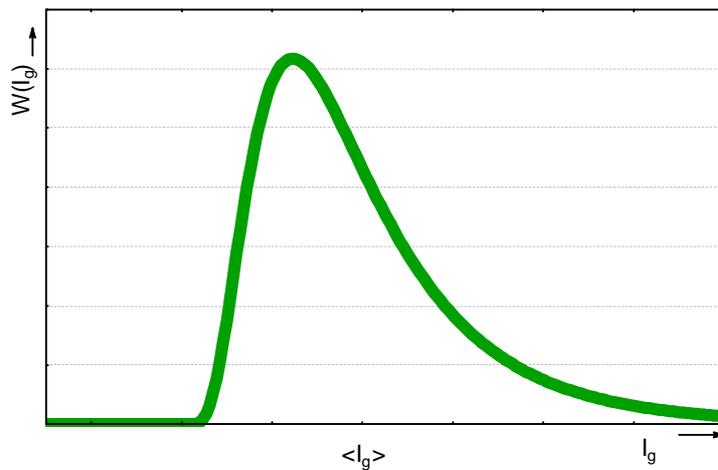


Abb.4: Lognormal-Verteilungsdichte des Messstrom I_g um den Mittelwert $\langle I_g \rangle$

Für biologisch aktives Gewebe stellt die Lognormal-Verteilungsdichte somit die zweite Bezugsgröße dar, die sich bei vollkommener Regulation ergibt. Die beiden hergeleiteten Bezugsverläufe der statistischen Verteilungsdichte wurden durch viele praktische Untersuchungen voll bestätigt. Eine gestörte Regulation von Lebewesen wird eine Verteilungsfunktion liefern, die von den Bezugsverläufen abweicht. Ein Vergleich des gemessenen Verlaufs mit beiden Bezugsverläufen – bei gleichem Mittelwert und gleicher Varianz – ermöglicht eine Aussage über den inneren Regulationszustand des vermessenen Probanden. Daher wurden ergänzend die Hautleitfähigkeits-Verteilungsdichten von Patienten ermittelt, deren Erkrankung durch andere diagnostische Verfahren bereits festgestellt worden war. Schwerpunkt der Untersuchungen waren insbesondere Krebspatienten. Krebs ist bekanntlich der Ausdruck einer Störung des Regulationssystems. Er tritt zwar lokal in Erscheinung, verzerrt aber durch funktionelle Auflösung von Zellverbänden das geordnete Eigenfeld des Organismus. Daher ist nach den Erkenntnissen der Biophotonik zu erwarten, dass sich Krebserkrankungen in der Hautleitfähigkeits-Verteilungsdichte niederschlagen. Von mehreren Hundert Krebspatienten zeigten ca. 95 % signifikante Abweichungen von der Lognormal-Verteilungsdichte in Richtung zur Gauß'schen Verteilungsdichte. Eine genauere Betrachtung der restlichen 5 % ergab, dass in diesen Fällen die Grenzen des verwendeten Messgerätes erreicht bzw. überschritten wurden. In Übereinstimmung zur Begründung, die auf der Basis der reinen Statistik gegeben wurde (3), und die durch quantenoptische Überlegungen weiter fundiert wurde (4) führt also auch dieser Ansatz, der von den elektrodynamischen Gesetzmäßigkeiten der Materie ausgeht, zu einem klaren und tiefen Verständnis der Regulationsdiagnostik nach Popp & Yan. Er zeigt auf, daß ein kohärentes Regulationsfeld zwangsläufig zur Log-Normalverteilung physiologischer Kenngrößen führt, während der Verlust der Kohärenz bewirkt, daß sich physiologische Werte nach einer Gaußverteilung (Normalverteilung) häufen. Modulationen im Übergang von der idealen Produktverteilung zur stochastischen Summenverteilung sind der Art und der Schwere von Erkrankungen zuzuordnen. So wäre zum Beispiel ein sklerotischer Befund mit eingeschränkter Fluktuation der Ströme um ihre Mittelwerte erklärbar.

Insgesamt gesehen erweist sich die statistische Messung der Hautleitfähigkeit als ein wissenschaftlich gut fundiertes Diagnose-Instrument, um den Regulationszustand eines Organismus zu ermitteln. Eine Verbesserung der Messtechnik einerseits und eine Präzisierung der Zuordnung von gemessenen Verteilungsdichten zu Erkrankungen andererseits werden die zukünftigen Entwicklungen auf dem Gebiet der statistischen Hautleitfähigkeits-Analytik bestimmen.

- (1) Höllischer, E., Mehlhardt, W., Popp, F.A., und Schmidt, H.G.: Phys.Med. und Rehabilitation 20 (1979), 472.
- (2) Popp, F.A.: Ärztezeitschrift für Naturheilverfahren 7 (1983), 361.
- (3) Popp,F.A.: Erfahrungsheilkunde 4 (1990), 240.
- (4) Zhang, C.L., and Popp, F.A.: Medical Hypotheses 43 (1994), 11.