

**17. *Studium über die electriche Endosmose
von Gerbsäurelösungen durch thierische Häute;
von F. Roever.***

Man hat vorgeschlagen das Gerben der Häute durch electriche Ströme zu beschleunigen, welche durch die Lohbrühe geleitet werden, in welcher die Häute aufgehängt sind.

In der That erscheint ein günstiger Einfluss der electriche Ströme nicht unwahrscheinlich, wenn man erwägt, dass die fortführende Wirkung des electriche Stromes oder die sogenannte electriche Endosmose ¹⁾ sehr geeignet ist, um die Gerbsäurelösung längs der Porenwände der festen Hautsubstanz zu verschieben und durch neue Flüssigkeit zu ersetzen, während durch hydrostatische Druckkräfte vorzugsweise die Flüssigkeit in der Axe der Poren bewegt, und die an den Porenwänden adhärirende Flüssigkeit wenig oder gar nicht verschoben wird.

Ich habe daher die Menge Gerbsäurelösung bestimmt, welche ein electriche Strom durch thierische Häute hindurchtreibt, wie sie in den Gerbereien verwandt werden. Die Hautstücke waren dem physikalischen Institut von Hrn. Karl Möller in Kupferhammer freundlichst zur Verfügung gestellt worden. Als Gerbsäurelösung verwandte ich 0,2—0,5 proc. Lösungen von Quebrachoextract in reinem Wasser.

Ein Hautstück, sogenannte Blösse von der Backe einer Kuhhaut, wurde durch Kresotinsäure von dem anhaftenden Kalke befreit und mit der Haarseite nach oben zwischen zwei horizontale quadratische Glasplatten mit centralen Oeffnungen von 1,5 cm Durchmesser gepresst. Die Glasplatten wurden am Rande mit Siegellack aneinander gekittet. Auf die obere Glasplatte war eine Glasglocke von 2,5 cm Durchmesser aufgekittet, in deren Hals eine Capillarröhre von 1,04 mm Durch-

1) G. Wiedemann, Pogg. Ann. **87**. p. 321. 1852, **89**. p. 177. 1856; G. Quincke, Pogg. Ann. **113**. p. 513. 1861; H. Munk, du Bois-Reymond Arch. p. 241 u. 505. 1873.

messer mit einem Kork eingesetzt war. An der Capillarröhre war eine Millimetertheilung angebracht. Die untere quadratische Glasplatte ruhte auf zwei Glasstreifen in einer flachen Glaschale, die, wie die Glasglocke mit 0,2 proc. Gerbsäurelösung gefüllt war. Luftblasen unter dem Hautstück und im Innern der Glasglocke wurden sorgfältig entfernt. Die Electroden bildeten zwei Platinplatten in der flachen Glasschale und im Inneren der Glasglocke, in deren Wand der Platin draht der Electrode eingeschmolzen war.

Der electriche Strom von 20—80 hintereinander geschalteten Accumulatoren von 2,25 Volt electromotorischer Kraft wurde durch einen Stromwender und einen geachten Multiplier mit Spiegelablesung — 0,000111 Amp. entsprachen einem Scalenthail — durch die eine Electrode, die Gerbsäurelösung und das Hautstück zwischen den Oeffnungen beider Glasplatten zur anderen Electrode geleitet. Ohne electriche Strom änderte sich die Lage der Flüssigkeitskuppe in der Capillarröhre nicht merklich. Beim Schliessen des Stromes wurde die Gerbsäurelösung von der positiven Electrode durch das Hautstück zur negativen Electrode getrieben, und die Zeit gemessen, in welcher die Flüssigkeitskuppe in der Capillarröhre der Glasglocke um 10 mm stieg oder fiel.

Da die Capillarröhre einen Querschnitt von 0,855 qmm hatte, so hatte der electriche Strom 0,00855 g Flüssigkeit durch das runde Hautstück von 1,5 cm Durchmesser oder 1,767 qcm Oberfläche in z Secunden hindurchgeführt.

Die Versuche ergeben z nahezu umgekehrt proportional der electromotorischen Kraft E der Accumulatoren batterie. Dabei war es nahezu gleichgültig, ob der electriche Strom von oben nach unten oder von unten nach oben durch die Haut ging.

Nennt man P die Flüssigkeitsmenge, welche bei einer electromotorischen Kraft E Volt durch das Hautstück von O qcm Oberfläche in z Secunden hindurchgetrieben wird, so ist:

$$Pg = C \cdot E \text{ Volt} \cdot O \text{ qm} \cdot z \text{ sec.}$$

Die Beobachtungen an einer 0,2 proc. Gerbsäurelösung sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Es bezeich-

net E die electromotorische Kraft der Accumulatoren, z die Zeit, in welcher die Flüssigkeitskuppe in der Capillarröhre um 10 mm stieg oder fiel, C die in einer Secunde durch ein Hautstück von 1 qcm Oberfläche von der electromotorischen Kraft 1 Volt hindurchgetriebene Flüssigkeitsmenge, J die gleichzeitig am Multiplicator abgelesene Stromstärke in Am-pères und W den Widerstand des Stromkreises oder des Hautstückes in Ohms.

E	z	$C.10^6$	J	$W.10^3$
Volt	Sec.	g	Amp.	Ω
180	13,50	1,999	0,00756	23,81
135	17,30	2,066	0,00612	22,07
90	26,15	2,056	0,00367	24,52
45	51,85	2,074	0,00222	20,23
Mittel 2,049				22,66

Für 0,2 proc. Gerbsäurelösung ist hiernach im Mittel die in einer Secunde durch ein Hautstück von 1 qcm Oberfläche von der electromotorischen Kraft 1 Volt hindurchgetriebene Flüssigkeitsmenge

$$C = 0,000\ 002\ 048\ \text{g.}$$

Der Widerstand des Hautstückes von 1,767 qcm Oberfläche ist im Mittel 22 660 Ohm, für ein ähnliches Hautstück von 1 qm Oberfläche 1,282 Ohm. Eine electromotorische Kraft von 100 Volt würde durch ein solches Hautstück von 1 qm Oberfläche in einer Stunde 7,377 kg Gerbsäurelösung hindurchtreiben.

Die Stromstärke wuchs beim Stromschluss schnell, bis sie nach 0,2—8 Minuten ein Maximum erreicht hatte. Dann nahm die Stromstärke allmählich wieder ab, um bei Umkehrung der Stromrichtung von neuem zu wachsen. Das Maximum der Stromstärke tritt desto schneller ein, je kleiner die Intervalle zwischen den Stromwechseln gewählt werden. Da die Stromstärke nach dem Umlegen des Stromwenders bis zu einem Maximalwerth steigt und dann wieder abnimmt, so kann die Abnahme der Stromstärke nicht von innerer Polarisation des porösen Hautstückes herrühren, wohl aber von einer durch den electrischen Strom herbeigeführten Aende-

rung des Widerstandes.¹⁾ Die Widerstandszunahme scheint bedingt zu sein durch Verstopfung der Poren der Haut, da bei der Widerstandszunahme auch die fortgeführte Flüssigkeitsmenge erheblich abnimmt.

Als Beispiel der Widerstandsänderung gebe ich folgende Versuchsreihe mit 0,3 proc. Gerbsäurelösung und 180 Volt electromotorischer Kraft. Die Pfeile bezeichnen die Stromrichtung im Hautstück, *s* die Ablenkung der Multiplicatornadel in Scalentheilen der Spiegelablenkung.

Zeit	0 min	2	4	4,2	6	8	9	12 min
<i>s</i>	79 mm	92	83,5	88	84	82	96,5	85 sc
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> ← → ← → ← → ← → </div>								
Stromrichtung 8 mal gewechselt								
Zeit	23,2 min	24	25	34	37	38	44 min	
<i>s</i>	97 mm	83	98	63	79	80	71,5 sc	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> ← → ← → ← → ← → </div>								

Resultate.

1. 0,2, 0,3 und 0,5 proc. Gerbsäurelösungen werden vom hydrostatischen Druck nur unerheblich, vom electrischen Strom dagegen in erheblicher Menge durch thierische Häute gepresst. Die Flüssigkeit bewegt sich dabei in der Richtung des electrischen Stromes.

2. Die Wirkung ist in der ersten Minute proportional der electromotorischen Kraft oder Spannung der benutzten Batterie, aber nicht proportional der electrischen Stromstärke.

3. Die fortgeführte Flüssigkeitsmenge und Stromstärke nehmen ab, wenn der electrische Strom 0,2—8 Minuten in derselben Richtung durch die Haut hindurchgeflossen ist.

4. Beim Umlegen des electrischen Stromes wächst die Stromrichtung wieder bis zu einem Maximum in 0,2—8 Minute, um dann von neuem abzunehmen.

5. Um die Circulation der Gerbsäurelösung in den Poren der Haut durch den electrischen Strom zu beschleunigen, muss die Stromstärke in kurzen Zwischenräumen, etwa alle Minuten, gewechselt werden.

Heidelberg, Physik. Inst. d. Univ., November 1895.

¹⁾ E. du Bois-Reymond, Berl. Sitzungsbericht p. 69. 1859. p. 846. 1860.