

## Direkte Dickenmessung an Muskelstreifenpräparaten und Gewebsschnitten

Bei Stoffwechseluntersuchungen an Gewebsschnitten wird die Diffusion von Gasen und Metaboliten zum Teil durch die Schnittdicke bestimmt. Die Kenntnis der Dicke der mit der Hand hergestellten Schnitte ist für die Beurteilung des Gasaustausches von Bedeutung, weil nur bei Einhaltung einer Grenzschnittdicke die Diffusion von  $O_2$  und Substrat bis in die inneren Lagen des Gewebsschnittes gewährleistet ist. Zur Berechnung der Grenzschnittdicke hat WARBURG eine einfache Beziehung angegeben<sup>1</sup>. Bei manometrischen Stoffwechseluntersuchungen am quergestreiften Muskel verwendet man bevorzugt Diaphragma oder Gefässwandstücke, um die durch das Schneiden entstehenden Verletzungen zu vermeiden. Diese Methode verlangt vor allem eine Kenntnis der Gewebedicke, um die so erhaltenen Messwerte überhaupt vergleichbar zu machen. Dies sowie die Berechnung der wahren  $QO_2$ -Werte im Temperaturbereich über 30 °C gelingt neuerdings mit Hilfe der Gleichung von FARR et al.<sup>2</sup>:  $QO_2^T = D/d \cdot QO_2^F$ , worin  $QO_2^T$  den wahren Wert,  $QO_2^F$  den gemessenen,  $D$  die Schnittdicke und  $d$  die Grenzschnittdicke darstellt.

In der Praxis wird auf die Schnittdicke unter Heranziehung ihrer Lichtdurchlässigkeit geschlossen. Eine andere Möglichkeit besteht in der Berechnung der Dicke aus Volumen und Fläche unter Kenntnis von Feuchtgewicht und Dichte<sup>3,4</sup>. Nach eigener Erfahrung ist die Fehlerbreite dieser Methoden so beträchtlich, dass ihr Wert nicht über den einer Schätzung hinausgeht. Wir haben deshalb versucht, mit Hilfe einer modifizierten Mikrometerschraube unter Ausnutzung der elektrischen Leitfähigkeit des Gewebes, die Schnittdicke an einer beliebigen Stelle direkt messbar zu machen. Der Aufbau des hierzu verwendeten Apparates soll im folgenden kurz beschrieben werden.

(1) Gewebefalterung: aus zwei elektrisch isolierten und einzeln verschiebbaren Pinzetten. Die Möglichkeit einer Links-Rechts-Verschiebung ist in der hier gezeigten Anordnung noch nicht eingebaut. Die Verschiebung erfolgt

mittels Schwalbenschwanz mit Zahnstange und Ritzel. Eine vertikale Verschiebung der Halterung kann mittels Rändelschraube und Federzug erfolgen.

(2) Messeinrichtung: aus einem isolierten Widerlager mit Anschlussbuchsen für die Widerstandsbrücke, einer Meßspindel mit 0,8 oder 0,5 mm Linksgewinde. Im Innern der Spindel sorgt ein Federbolzen für den Druckausgleich. Die Spindel trägt eine vergrößerte Skalenscheibe mit Zeiger. Widerlager und Spitze der Meßspindel tragen Kontaktstifte aus Hartsilber.

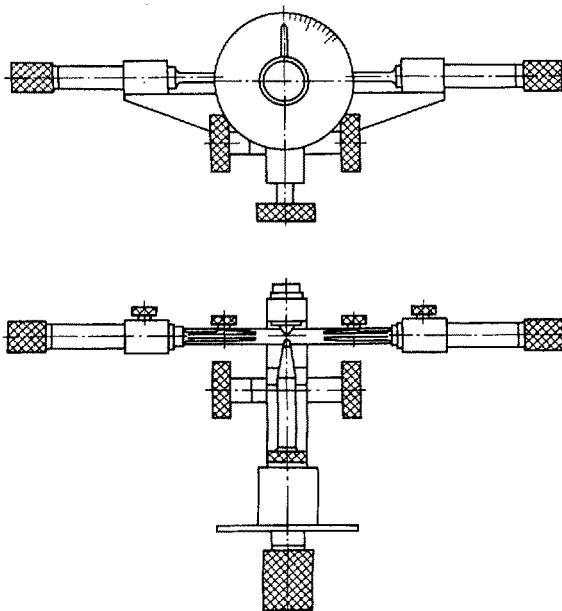
Das zug- und druckfreie Einsetzen des Gewebestückes erfolgt zweckmässigerweise unter der Lupe, nachdem das Gewebe zwischen Filtrierpapier leicht getrocknet wurde. Bei mechanisch sehr anfälligem Gewebe empfiehlt sich ein leichtes Einfrieren der Schnitte. Bei vorsichtiger Handhabung der Meßspindel wird der Messpunkt am Gewebe durch den Zeigerausschlag einer vorher anzuschliessenden Widerstandsbrücke angezeigt. Bei dieser Einstellung kann die Schnittdicke auf der Mikrometerskala abgelesen werden. Die Messergebnisse lassen sich mit einem relativen Fehler von maximal 5% reproduzieren. Durch die Beweglichkeit der Halterung besteht die Möglichkeit eines Abtastens der Schnitte und somit einer Dickenmessung an verschiedenen Stellen. Die Kontaktfläche der Spindel soll die Grösse von 1 mm<sup>2</sup> nicht unterschreiten. Bei einiger Übung beträgt der Zeitaufwand für eine Einzelmessung ca. 20–25 sec.

Obwohl während dieser Zeit eine bedeutende Schädigung des Gewebes nicht zu erwarten ist, wurden Vergleichsmessungen ausgeführt. Der  $O_2$ -Verbrauch von Streifenpräparaten (0,83 mm) aus dem Vorhof des Meerschweinchenherzens wurde (a) nach Dickenmessung, (b) nach Wägung und (c) ohne vorhergehende Bearbeitung bestimmt (Tyrode in  $O_2$  Atm). Es hat sich gezeigt, dass bei einem  $QO_2$  von (a)  $4,3 \pm 0,6$ , (b)  $4,1 \pm 0,6$  und (c)  $4,8 \pm 0,8 \mu\text{l}/\text{mg h}$  (Trockengewicht) keine signifikanten Unterschiede festzustellen sind. Bei Dickenmessungen an Streifenpräparaten aus dem besonders dünnwandigen Vorhof der Fische (*Leuciscus spec.*, 50–100 g) ergab sich eine mittlere Dicke von 0,35 mm. Die Einzelwerte lagen zwischen 0,34 und 0,39 mm. Die Berechnung der Schnittdicke aus Gewicht und Oberfläche ergab 0,31 mm, wobei die Streuung der Einzelwerte von 0,28 bis 0,39 bedeutend grösser war. Der Zeitaufwand bei der Berechnung ist beträchtlich höher als bei der direkten Messung<sup>5</sup>.

**Summary.** An apparatus for direct measurement of the thickness of tissue slices and muscle strips is described. Micrometer callipers are used, the proper adjustment of which is indicated by the sudden scale deflection of an ohmmeter. In comparison with the method of calculation based on a measurement of the area of the slice, this technique is time-saving and the results are more accurate and reproducible.

R. JAEGER

Institut für Physiologische Zoologie der Universität  
65 Mainz (Deutschland), 23. August 1966.



Werkzeichnung der Messeinrichtung.

<sup>1</sup> O. WARBURG, F. KUBOWITZ und W. CHRISTIAN, *Biochem. Z.* 242, 170 (1930).

<sup>2</sup> A. D. FARR und F. A. FUHRMANN, *J. appl. Physiol.* 20, 637 (1965).

<sup>3</sup> W. W. UMBREIT, R. K. BURRIS und J. F. STAUFFER, *Manometric Techniques* (Burgess Publishing Company, Minneapolis 1964).

<sup>4</sup> A. KLEINZELLER, *Manometrische Methoden* (G. Fischer, Jena 1965).

<sup>5</sup> Für die technische Ausführung des Gerätes danke ich der Werkstatt des Institutes unter Leitung von H. F. HOFMANN.