

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 67 (1949)  
**Heft:** 3: Zum Rücktritt von Schulrats-Präsident Rohn

**Artikel:** Elektronenmikroskopie der pflanzlichen Zellwände  
**Autor:** Frey-Wyssling, A. / Mühlethaler, K.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-83989>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 05.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Bild 1. Baumwollfaser  
Paralleltextur der Sekundärwand



Bild 2. Flachsfaser  
Streuungstextur der Primärwand

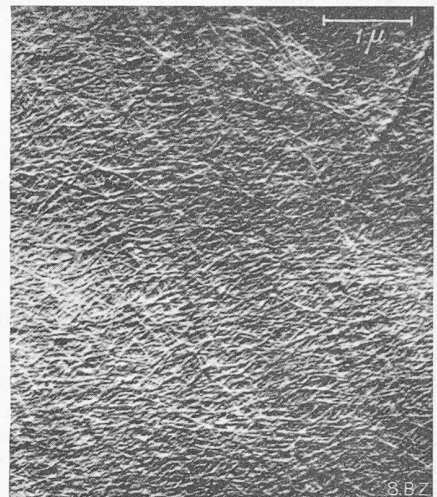


Bild 3. Wurzel eines Maiskeimlings  
Primärwand

liche Hand», sowie an Anpassung von Arbeitsplätzen und Maschinen an die Handhabungsmöglichkeiten durch Blinde, Taube und andere Invalide.

#### 5. Menschenökonomie und Güterwirtschaft

Der im bisherigen wirtschaftlichen Denken Befangene wird vielleicht den Kopf schütteln und unsern menschenökonomischen Postulaten entgegenhalten, dass ihre Erfüllung unwirtschaftlich sei. Bei genauerem Zusehen aber erweist es sich, dass jede menschenökonomische Organisation sich auch wirtschaftlich positiv auswirken wird und muss. Schon die möglichst konsequente Durchführung des Prinzips: «Der richtige Mann an den richtigen Platz», d. h. der Begabungsdifferenzierung und Anpassung an die entsprechenden Berufe, deutet auf Möglichkeiten quantitativer Leistungsverbesserung. Der Einsatz aller heute noch aus falscher Gesellschaftsorganisation brachliegenden Kräfte macht aus ihnen, den bisher reinen Güterkonsumenten, wieder volle oder doch teilweise Güterproduzenten und entlastet so die sozialökonomischen Ausgaben, seien es Versicherungsleistungen und Renten, seien es direkte Armenlasten.

Ueber allen diesen kräfteökonomischen, gewissermassen mechanisierten Betrachtungen, dürfen wir ohne jegliche Sentimentalität doch die psychologische Seite nicht vergessen. Wir sagten, dass das Leben den Menschen zur Betätigung aufruft. In dieser Lebensaktivität findet er seine Befriedigung und sein Glück. Arbeitslosigkeit ist nicht nur ein Uebel wegen

der durch sie bedingten materiellen Existenzgefährdung; sie wird viel mehr von jedem gesunden Menschen deshalb als ein Unglück empfunden, weil er seine Kräfte nicht betätigen kann. So ist Menschenökonomie nicht nur Kräfteökonomie, sondern — man verzeihe den gewagten Ausdruck — sie ist auch Seelen- und damit Glücksökonomie.

### Elektronenmikroskopie der pflanzlichen Zellwände

DK 537.533.35 : 576.314

Von Prof. Dr. A. FREY-WYSSLING und K. MÜHLETHALER, Zürich

Die in der Technik verwendeten pflanzlichen Textil- und Papierfasern bestehen aus einer mächtigen Wandschicht (Sekundärwand), die von einer dünnen Haut (Primärwand) umhüllt wird. Entwicklungsgeschichtlich ist die Primärwand das Ergebnis des enormen Flächenwachstums (Intussuszeptionswachstum) der ursprünglichen Wandanlage, während die Sekundärwand durch das anschliessende Dickenwachstum (Appositionswachstum) der Membran entsteht. Die beiden Wandbestandteile besitzen ganz verschiedene Eigenschaften. Die Sekundärwand ist mächtig entwickelt und bildet die Hauptmasse der Fasern. Sie ist in Fibrillen spaltbar, optisch sowie mechanisch stark anisotrop (Doppelbrechung, Dichroismus, Quellungsanisotropie, Anisotropie der Elastizität, der Zugfestigkeit usw.) und dadurch der Sitz der wichtigen technischen Fasereigenschaften. Im Gegensatz dazu ist die Primärwand wenig anisotrop und schlecht spaltbar. Wenn Risse in ihr entstehen, bilden sich diese in der Faser-Querrichtung; dadurch werden die merkwürdigen Quellungserscheinungen (Kugelquellung) intakter Fasern verursacht, wenn man diese zum Zwecke der Zellulosegewinnung auflöst.

Trotz diesen auffallenden Unterschieden besitzen beide Wandbestandteile ein Grundgerüst aus submikroskopischen Zellulosesträngen, das von mannigfaltigen anderen Membranzubstanzen (Lignin, Hemizellulosen, Pektinstoffen) in verschiedener Weise inkrustiert ist. Auf Grund polarisationsoptischer und röntgenometrischer Untersuchungen haben wir die Anordnung dieser unsichtbaren Stränge in der Sekundärwand parallelisiert (Paralleltextur, Fasertextur), in der Primärwand dagegen streuend, mit einer Bevorzugung der Querrichtung (Streuungstextur, Röhrentextur) gefunden.

Heute können diese mit Hilfe indirekter Methoden erschlossenen submikroskopischen Texturen im Elektronenmikroskop sichtbar gemacht werden. Bild 1 zeigt die Paralleltextur der Sekundärwand einer Baumwollfaser, Bild 2 dagegen die Streuungstextur der Primärwand einer Flachsfaser. Man erkennt den grundverschiedenen Feinbau, der trotz gleichem Baumaterial eine so grosse Verschiedenheit der mechanischen Eigenschaften der beiden Wandschichten verursacht.

Die abgebildeten Zellulosestränge weisen Durchmesser in der Grössenordnung von 200 Å auf. Die gleiche Dicke wird auch in ganz jungen Zellwänden vor dem Flächen- und Dickenwachstum gefunden (Bild 3, Primärwand aus der Wurzel eines Maiskeimlings). Man erkennt hieraus, dass das Zellwand-

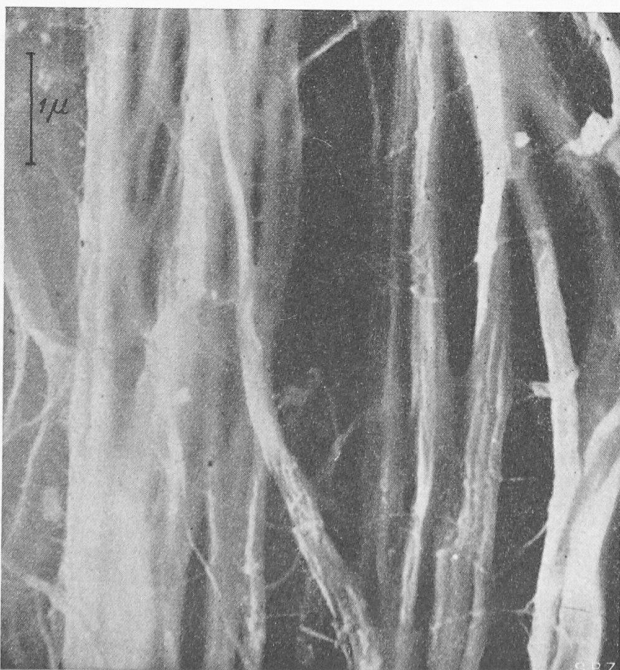


Bild 4. Kunstseidefaser aus umgefällter Zellulose (Viscoseseide)

wachstum nicht in einer Vergrößerung der abgebildeten Mikro- oder Grundfibrillen besteht, sondern lediglich in ihrer Vermehrung. Beim Flächenwachstum der Primärwände findet dabei eine kunstvolle gegenseitige Durchflechtung der Grundfibrillen statt (Bilder 2 und 3).

Im Gegensatz zu diesem wundervoll organisierten Aufbau der nativen Fasern aus bestimmten Strukturelementen findet man bei Kunstseidefasern aus umgefällter Zellulose Stränge uneinheitlicher Dicke, die sich beliebig spalten und keine Grundfibrillen von einheitlichem Durchmesser erkennen lassen (Bild 4).

## Die mechanische Lösung des ausserballistischen Hauptproblems

DK 531.55

Von Prof. Dr. P. CURTI, Zürich und Dr. F. DUBOIS, Schaffhausen

Hauptaufgabe der äusseren Ballistik ist die Bestimmung der Flugbahnen von Geschossen bzw. von Flugbahnscharen aus Abgangsdaten (Elevation, Geschwindigkeit), Geschossdaten und Zustand der Atmosphäre in Funktion der Höhe. Bisher wurde diese Bestimmung mittels rechnerisch-graphischen Verfahrens (sog. Teilbogenberechnung) durchgeführt. Diesem Verfahren haften zwei Mängel an: Es ist ungenau, da anstelle von stetig variierenden Grössen mit streckenweise konstanten Mittelwerten gerechnet werden muss. Weiter erfordert es einen sehr grossen Zeitaufwand (für eine Flugbahn etwa vier Arbeitstage eines Rechners).

Eines der vornehmsten Ziele der äusseren Ballistik in der Gegenwart ist daher die Schaffung von ausserballistischen Integratoren, die die Flugbahnen auf mathematisch exakte Art und in kurzer Zeit automatisch aufzeichnen. Nachfolgend beschreiben wir unsere Lösung. Eine dieser vorausgegangene vereinfachte Versuchsausführung als «Schulmodell» befindet sich in der Sammlung der Militärschule der E. T. H.<sup>1)</sup>

### 1. Zusammenfassung

Der Flugbahnintegrator verrichtet die mechanische Integration der vier simultanen ballistischen Grundgleichungen:

- (1)  $dv = -(q + g \sin \vartheta) dt$   
(Gleichgewicht nach der Bahntangente)
- (2)  $d\vartheta = -\frac{g \cos \vartheta}{v} dt$   
(Hodograph)
- (3)  $dx = v \cos \vartheta dt$   
( $x$ -Komponente der Geschwindigkeit)
- (4)  $dy = v \sin \vartheta dt$   
( $y$ -Komponente der Geschwindigkeit)

Bezeichnungen:

- $t$  = Zeit, s  
 $q$  = Luftverzögerung des Geschosses, m/s<sup>2</sup>  
 $g$  = Erdbeschleunigung, m/s<sup>2</sup>  
 $v$  = Geschwindigkeit, m/s  
 $\vartheta$  = Neigung der Bahntangente gegen die  $x$ -Achse  
 $x$  = Abszisse des Geschosses, m  
 $y$  = Ordinate des Geschosses, m ü. M.

Der Luftwiderstand  $q$  wird, ausgehend von der Ordinate  $y$ , von dem vorbekannten Temperaturgradienten  $\lambda^\circ \text{C}/1000 \text{ m} = f(y)$  und von der Geschwindigkeit  $v$ , mechanisch in thermodynamisch exakter Weise verwirklicht.

Das Hodograph  $v = f(\vartheta)$  und die Flugbahn  $y = f(x)$ , beide mit regelmässigen Zeitmarken, werden automatisch aufgezeichnet. Die Flugbahnelemente  $t, \vartheta, v, x, y$  werden durch rück-

stellbare Zählwerke registriert. Ausserdem werden die zusammenhängenden Flugbahnelemente photographisch in Tabellenform festgehalten. Der Integrator löst die photographischen Aufnahmen nach regelmässigen Intervallen einer der drei Variablen  $t, x$  oder  $y$  automatisch aus.

### 2. Beschreibung

Der Integrator setzt sich funktionsmässig aus drei Hauptteilen zusammen, nämlich:

- a) dem Luftwiderstandsmechanismus
- b) dem Integrationsmechanismus und
- c) dem Registrier- und Zählmechanismus.

Dazu kommen noch d) elektrische Hilfsvorrichtungen zur Betätigung der Hauptteile a), b) und c). Der Integrator ist rd. 4 m lang und 1 m breit; er ist der organischen Gliederung des Integrators weitgehend angepasst. Er besteht aus drei zusammengeschraubten Teilstücken. Das Teilstück links trägt den Luftwiderstandsmechanismus a); das mittlere die Integratoren b), entsprechend den vier Grundgleichungen (1) bis (4) gruppiert; der Registrier- und Zählmechanismus c) ist zur Hauptsache auf dem Teilstück rechts und zu einem kleineren Teil auf dem mittleren Teilstück untergebracht. Die elektrischen Hilfsvorrichtungen d) sind auf einer Konsole unterhalb des linken Teilstücks vereinigt.

#### a) Luftwiderstandsmechanismus

Dem Luftwiderstandsmechanismus liegt die moderne Luftwiderstandsformel für Geschosse

$$q = C_{no} \frac{B_y}{B_{no}} F(m)$$

zu Grunde, worin bedeuten:  $C_{no}$  = Formkoeffizient,  $B_y$  bzw.  $B_{no}$  = Barometerdruck in der Höhe  $y$  bzw. in der Bezugshöhe  $y_{no}$  ü. M.,  $F(m)$  = Luftwiderstandsfunktion,  $m$  = Mach'sche Zahl der relativ zuströmenden Luft.

Im mittleren vorderen Teil des  $q$ -Mechanismus wird mittels  $\lambda$ -einstellbaren Wechselgetriebes aus  $y$  die Celsius- bzw. absolute Temperatur  $t_y$  und  $T_y$  (absolut) gebildet. Aus  $T_y$  wird der reziproke Wert der Schallgeschwindigkeit  $1/s = 1/\sqrt{g k R T}$  ( $g$  = Erdbeschleunigung,  $k$  = Exponent der Adiabate und  $R$  = Gaskonstante für Luft) abgeleitet. Geschwindigkeit  $v$  und reziproke Schallgeschwindigkeit  $1/s$  werden einem aus deformierbaren ähnlichen Dreiecken bestehenden Multiplikationsmechanismus (links) zugeführt, der das Verhältnis  $v/s = m$  = Mach'sche Zahl liefert. Aus  $m$  wird mittels Kurvenscheibe (Mitte hinten) die Luftwiderstandsfunktion  $F(m)$  in  $(m/s)^2$  gewonnen.

Andererseits wird aus der Ordinate  $y$  (m ü. M.) und der absoluten Temperatur  $T$  durch exakte mechanische Verwirklichung der Barometergleichung

$$B_y = B_o e^{-\int dy/RT}$$

( $B_o$  = Barometerdruck auf Meereshöhe)

der reziproke Wert des Barometerdrucks in der Höhe  $y$ ,  $1/B_y$ , erzeugt. Dazu bildet ein kraftschlüssiger Schaltradintegrator

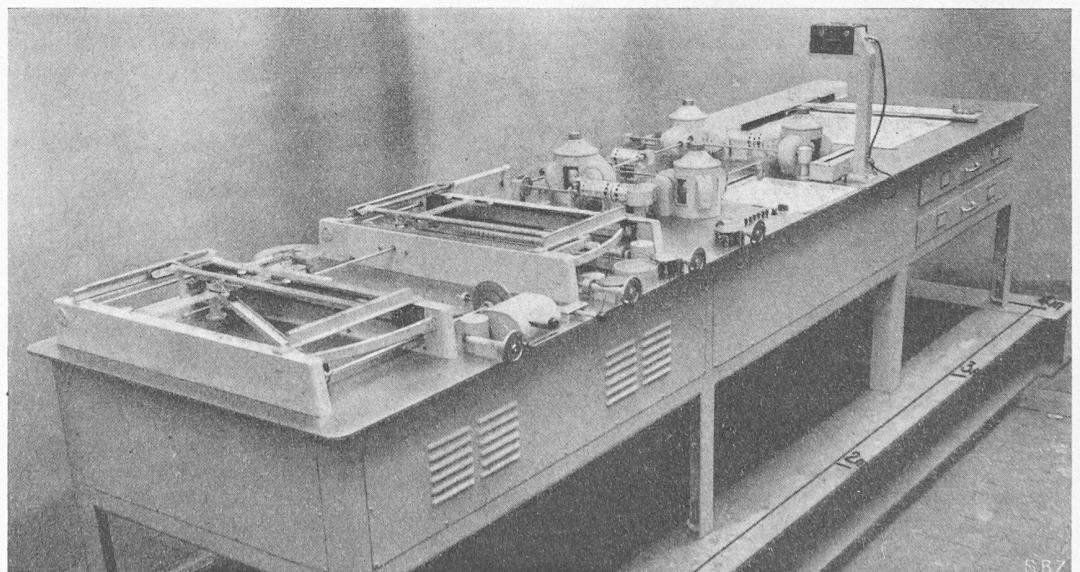


Bild 2. Integrator, im Vordergrund Teil links

<sup>1)</sup> P. Curti: Aeussere Ballistik. Frauenfeld, 1945, Huber & Co., Seite 7 des Bildanhangs.