

**Zeitschrift:** Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse  
**Herausgeber:** Schweizerische Botanische Gesellschaft  
**Band:** 53 (1943)

**Artikel:** Kleinere Beiträge zur Zellenlehre I : zur Kenntnis der Stemmkörperwirkung  
**Autor:** Heitz, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-37675>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

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

## Kleinere Beiträge zur Zellenlehre I. Zur Kenntnis der Stemmkörperwirkung.

Von *E. Heitz*, Basel.

(Aus der Botanischen Anstalt der Universität Basel.)

Mit 5 Abbildungen im Text.

Eingegangen am 15. Dezember 1942.

Sieht man sich die Zell- und Kernteilung in einer *Allium*-Wurzel an einer Stelle an, wo ihr der cytologisch Orientierte gewöhnlich keine Aufmerksamkeit mehr schenkt, nämlich 1,4—1,7 mm von der Spitze entfernt, so zeigt sich folgendes merkwürdige Bild: In der ersten subepidermalen Schicht ist in diesem Abstand von der Wurzelspitze die Zellteilung stets inäqual, derart, daß nach der Wurzelbasis zu eine sehr kleine, niedrige, gegen die Wurzelspitze zu eine doppelt bis dreifach so hohe Tochterzelle gebildet wird (Abb. 1 a). Es handelt sich um die Schicht, welche später zur Exodermis wird und von *Kroener* (1903) eben wegen der charakteristischen niedrigen Zellen als « Kurzzellenexodermis » bezeichnet worden ist. *Scott* (1928, S. 156/157) hat dann festgestellt, daß, wie nicht anders zu erwarten, die Lage der Kernspindel für die in bezug auf die Zellgröße inäquale Teilung verantwortlich zu machen ist: Anstatt wie üblich in der Zellmitte, liegt hier die Teilungsfigur dem oberen (also nach der Wurzelbasis zu gerichteten) Zellende genähert. Soweit das bisher Bekannte.

Untersucht man die *Telophasen* bei der Kurzzellenbildung genauer (Abb. 2), so erweisen sich die beiden Hälften jeweils verschieden. In der unteren, zur großen Tochterzelle gehörigen, liegen die Chromosomen wie üblich schön parallel, gerade gestreckt und — bei guter Fixierung — dicht nebeneinander. Nicht so dagegen in der oberen, zu der kleinen Tochterzelle gehörigen Hälfte. Hier sind stets viele Äste, meistens die längeren ein- oder sogar zweifach gebogen (so in c, Chromosom ganz links und e links). Es liegt also eine auffallende « Anomalität » in der doch durchaus normalen Zelle vor. Das abweichende Verhalten in der Lage der Äste in der einen Hälfte muß mit der Lage nahe bzw. direkt an der Wand der Mutterzelle zusammenhängen. Da innerlich beide Telophasenhälften gleich beschaffen sein müssen, kann die Verbiegung der Chromosomen nur durch die Wirkung des Stemmkörpers hervorgerufen sein: Während die frei im Plasma liegende Hälfte durch den von dem Stemmkörper ausgehenden Druck unbehindert weitergeschoben wird,

wird die obere sehr bald an die Zellwand gedrückt und die Chromosomen schließlich durch den weiter anhaltenden Druck verbogen. Oder anders ausgedrückt: Die verbogenen Chromosomen in der oberen Hälfte sind ein direktes Indizium für das Vorhandensein der Stemmkörperwirkung.

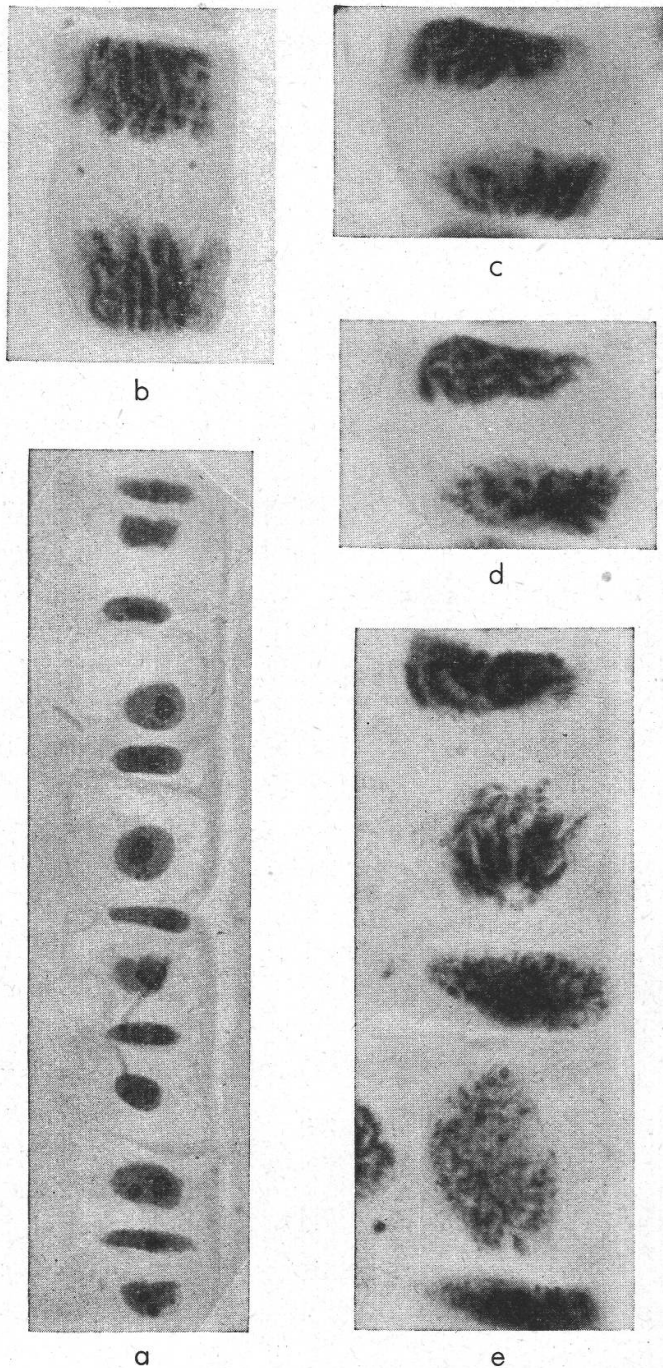


Abbildung 1.

Alle Figuren entsprechend der Längsrichtung einer Wurzel orientiert, Wurzelbasis oben, Wurzelspitze unten im Bild. *a* *Allium cepa*, Kurzzellenexodermis in Bildung; oben, unterhalb der Mitte und unten je eine Telophase. *b—e* *Scilla bifolia*; *b* « normale » Telophase einer verhältnismäßig hohen, sich äqual teilenden Wurzelzelle mit mehr oder weniger gerade gestreckten, parallel liegenden Chromosomenästen. *c, d* Telophase in verhältnismäßig niedriger Zelle, bei 2 Einstellungen aufgenommen; in *c* stark verbogene Chromosomen in der oberen Hälfte links sichtbar, in *d* oben 4—5 quer zur Teilungsrichtung liegende Äste. *e* Kurzzellenendodermis in Bildung; 2 Zellpaare; am unteren Rand der Figur der Kern noch einer weiteren Kurzzelle sichtbar. In der oberen Hälfte der Telophase die Chromosomen stark verbogen, in der unteren Hälfte mehr oder weniger gerade gestreckt. *a* Schnittpräparat, Fuchsin-Pikrinsäure. Obj. Zeiß E. *b—e* Koch-Methode, homog. Immers. Fluorit Obj. Aufnahmen mit Leitz Makam.

Diese Erklärung ist dieselbe wie sie Darlington (1936) für das Auseinanderspreizen der Chromosomen in der einen Anaphasenhälfte bei der ebenfalls inäqualen Teilung des primären Pollenkornkernes



gegeben hat. Er sagt: « Asymmetrical movement<sup>1</sup> at the pollen grain anaphase results from stretching of the spindle when one group of chromosomes is obstructed by the wall. » Weniger klar drückt sich Geitler (1935) aus, der gleichzeitig und unabhängig von Darlington dieselben Beobachtungen über das Verhalten der Chromosomen

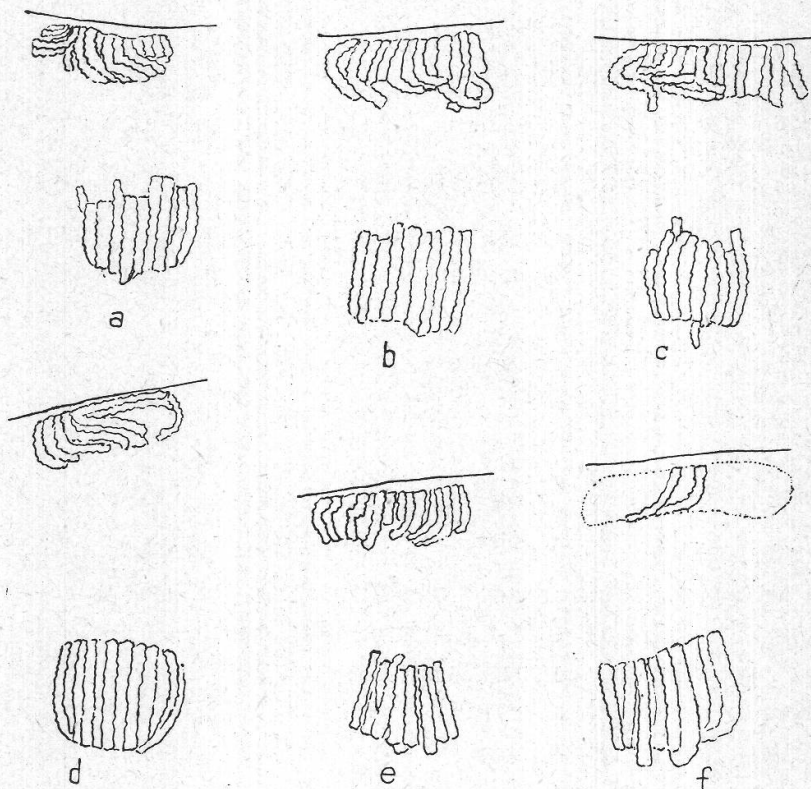


Abbildung 2.

*Allium cepa*, Telophasen aus der Kurzzellenexodermis. Die unteren Zellwände nicht eingezeichnet. Die Lage derselben ergibt sich aus Abbildung 3. Schnittpräparat, Fuchsin-Pikrinsäure. Homog. Immersion Fluorit 100fach Komp. Okular 12fach. Zeichenapparat Objekttschhöhe.

der einen Teilhälfte bei der ersten, inäqualen Teilung des Pollenkorns gemacht hat. (S. 377, zweiter Absatz des Abschnitts Chromosomenbewegungen usw.) Außerdem führt Geitler eine hier wohl nicht angebrachte teleologische Betrachtungsweise ein, wenn er in Bezugnahme auf das abweichende Verhalten der Chromosomen in der einen Hälfte sagt: « In der frühesten Telophase erfolgen gleichzeitig mit der Verkürzung und Verdickung charakteristische Einkrümmungen und Schlingelungen der Chromosomen, die besonders an langen Chromosomen sehr auffallend werden (Abb. 12 f—h, 13 d); sie bewirken die Unterbringung<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gemeint ist das Auseinanderspreizen.

<sup>2</sup> Vom Verf. gesperrt.

der Chromosomen im Kernraum und machen den Eindruck autonomer Bewegungen. » Es handelt sich hier doch wohl nicht um autonome Bewegungen, sondern eben um die Druckwirkung des Stemmkörpers, welche sich auch in der frühen Telophase noch bemerkbar macht. Warum machen, wie dies wenigstens bei *Allium* (Abb. 2) und den weiter unten

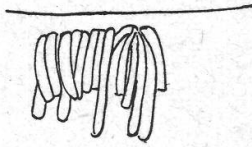
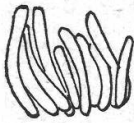


Abbildung 3.

Alles wie Abbildung 2, aber Anaphase, die Chromosomen auch in der oberen Hälfte noch gerade gestreckt.



zu erwähnenden Pflanzen der Fall ist, nur die Chromosomen der oberen Hälfte die « schlängelnden Bewegungen »? Es scheint mir verfehlt, hier eine autonome Bewegung der Chromosomen anzunehmen, welche « den Zweck » hat, die Unterbringung der Chromosomen im « Kern » herbeizuführen. Ferner sei noch darauf hingewiesen, daß die geringere Größe des generativen Kerns beim Pollenkorn wie die des oberen in der jungen Exodermiszelle zum größten Teil und in der jungen Zelle *nicht* durch die Kernplasmarelation erklärt zu werden braucht, sondern ganz einfach die automatische Folge der nach innen zu durch den Spindelruck eingebogenen Chromosomen ist. Das veranschaulicht Abbildung 1 e, 2 a, d, sowie Abb. 5 e besonders deutlich.

Damit ist ein Objekt aufgefunden, an welchem man leicht die Wirkung des Stemmkörpers aufzeigen kann, während die Beschaffung von Pollenkörnern, die gerade die erste Teilung ausführen, viel mehr Mühe erfordert. Auch sind Pollenkörner von Arten mit großen Chromosomen nicht gerade zu jeder Jahreszeit zu haben. Kernteilungspräparate von Monokotylen-Wurzeln sind aber immer vorhanden und jederzeit zu beschaffen. Es war von Interesse zu erfahren, ob auch bei anderen Wurzeln mit Kurzzellenexodermis die Stemmwirkung der Spindel in Erscheinung tritt und ferner, ob man die durch dieselbe hervorgerufene Verbiegung der Chromosomen nicht *allgemein* in ausgesprochen *niedrigen* Zellen, auch wenn die Teilung *äqual* verläuft, beobachten könne. In solchen Zellen müssen naturgemäß *beide* Teilungshälften sehr bald an die Wände der Mutterzelle anstoßen, und in beiden müßte sich dann die Verbiegung der Chromosomen zeigen.



Als Pflanzen mit langen Chromosomen, bei welchen zugleich die Zellen oft für die anaphasische Teilungsfigur recht « eng » sind, war mir von früheren Untersuchungen *Leucojum vernum* und *Scilla bifolia* bekannt (Material aus der Umgebung von Basel). Zur Vereinfachung wurde versucht, die in Betracht kommenden, in Bildung befindlichen

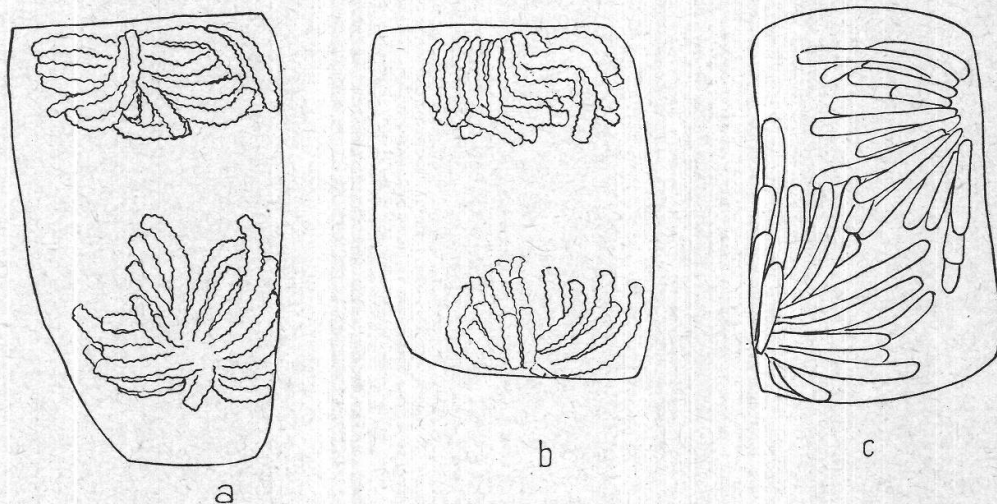


Abbildung 4.

*Leucojum vernum*. a Telophase aus der Kurzzellen-Exodermis. b Telophase in verhältnismäßig niedriger Zelle mit stark verbogenen Chromosomen in der oberen Hälfte. c verschobene Anaphase in verhältnismäßig niedriger Zelle. Koch-Methode. Vergr. usw. wie in Abbildungen 2 und 3.

Exodermiszellen an Quetschpräparaten aufzufinden. Dies gelingt, wenn man von der Vorschrift, die Wurzeln mit zwei Nadeln in Längsstreifen zu zerlegen (Heitz 1936) möglichst ausgiebig Gebrauch macht und nur wenige oder einen einzigen Streifen in einem Präparate quetscht. Wie erwartet, zeigen die betreffenden Zellen die verbogenen Chromosomen in der oberen Hälfte sehr schön (Abb. 1 e, Abb. 4 a, Abb. 5 e), während in der unteren Hälfte und in hohen Zellen mit äqualer Teilung die Chromosomen mehr oder weniger gerade gestreckt liegen (Abb. 1 b sowie Abb. 5 b). Dasselbe Bild, aber in *beiden* Telophasenhälften, findet man nun auch in niedrigen Zellen mit äqualer Teilung (Abb. 1 c, d, Abb. 4 b, Abb. 5 c und d). Solche Zellen sind natürlich leichter aufzufinden, da sie in jeder Zellschicht vorkommen können und leicht auch in Quetschpräparaten zu erhalten. Man kann also jetzt im Anschluß an die Mitose unter gleichzeitiger Heranziehung der schräggestellten Teilungsfiguren, Abbildung 4 c (vgl. Belär 1929 und die dortigen Literaturangaben) die Stemmwirkung der Spindel nachweisen.

Bei Betrachtung von Abbildung 4 c zeigt sich, daß bei alleiniger Wirkung des Zugfasermechanismus die Chromosomen nicht säuberlich voneinander getrennt würden, sondern wie Finger zweier gefalteter

Hände wenigstens an einem großen Teil der Enden ineinander verschränkt blieben. (Solche Zellen kommen gar nicht so selten vor.) Die Höhe der abgebildeten Zelle beträgt, in der Richtung, in welcher die Teilung stattfindet, nur  $16,8 \mu$ . Nahezu diese Länge besitzen aber auch die größeren Chromosomenäste. Auch die noch einsetzende telophasische

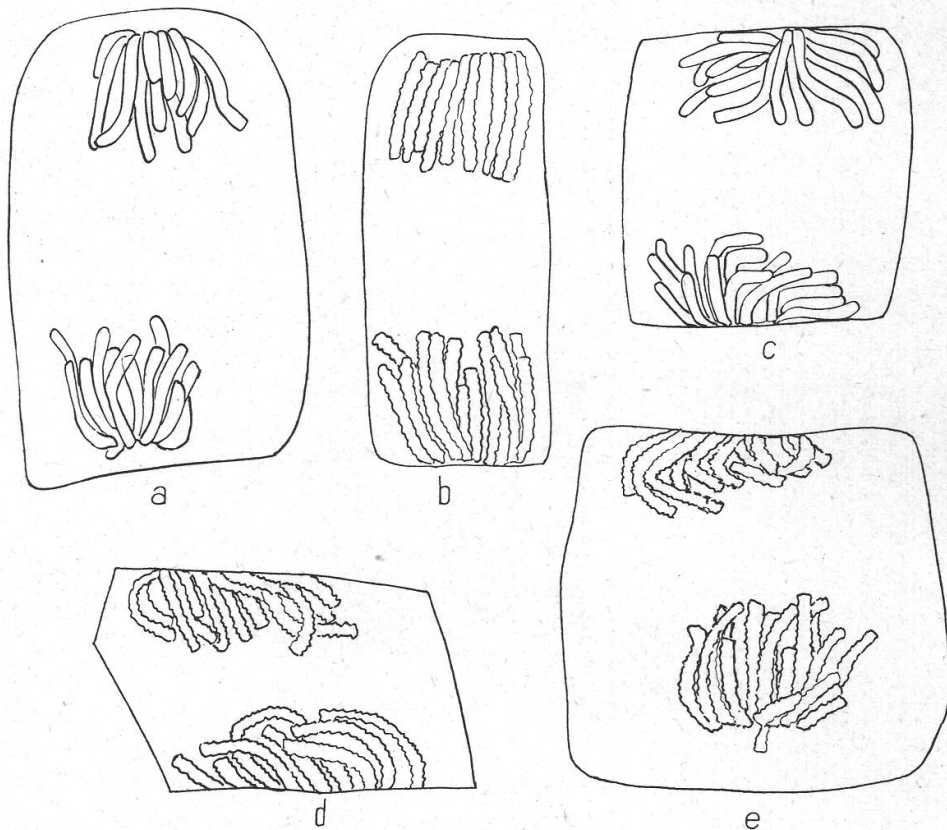


Abbildung 5.

*Scilla bifolia*. *a* Anaphase, *b* Telophase in verhältnismäßig hohen Zellen; *c* Anaphase, *d* Telophase in niedrigen Zellen. *e* Kurzzellen-Telophase, die an die Wand gedrückten Chromosomen in der oberen Hälfte stark verbogen, die frei im Plasma « geschoben » der unteren Hälfte ausgestreckt. Vergr. usw. wie in Abbildungen 2 und 3.

Kontraktion bewirkt bei diesen längeren Ästen keine Verkürzung auf die Hälfte von  $16,8 \mu$ . Damit eine vollkommene Trennung eintritt, muß die Stemmwirkung der Spindel hinzukommen. Sie bewirkt in niedrigen Zellen erstens, wie bekannt, die Schrägstellung der Teilungsfigur, zweitens die Umbiegung der Chromosomenäste und damit erst die vollkommene Trennung der beiden Telophasenhälften. *Im Gegensatz zu den bisherigen Anschauungen* (vgl. Belär 1929) *scheint mir also der Stemmkörper in niedrigen Zellen beim Vorhandensein von verhältnismäßig langen Chromosomen eine conditio sine qua non für die vollkommene Trennung der geteilten Chromosomen.*



Die Untersuchung wurde ausgeführt mit der Unterstützung der Freien Akademischen Stiftung in Basel.

---

**Literatur.**

- Belär, 1929: Beiträge zur Kausalanalyse der Mitose III. Untersuchungen an den Staubfadenhaarzellen von *Tradescantis virginica*. Z. f. Zellforschg. u. mikr. Anat., Bd. 10.
- Darlington, 1936: The analysis of chromosome movements I. *Podophyllum versipelle*. Cytologia, Vol. 7.
- Geitler, 1935: Beobachtungen über die erste Teilung im Pollenkorn der Angiospermen. Planta, Bd. 24.
- Kroener, 1903: Wurzelhaube, Hypodermis und Endodermis der Angiospermenwurzel. Zitiert nach Guttenberg, 1940, Handb. d. Pfl.anatomie. Der primäre Bau der Angiospermenwurzel.
- Heitz, 1935: Die Nuklealquetschmethode. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 53.
- Scott, 1928: The root as an absorbing organ. II. The delimitation of the absorbing zone. New Phytologist, 27.
-