

Über die Samenoberfläche von Oxalisarten

von H. Ziegler, Darmstadt

Die Sauerklearten können bekanntlich ihre reifen Samen etwa 1—2 m weit fortschleudern. Diese Erscheinung ist so auffallend, daß sie schon früh Erwähnung fand (SCHKUR 1791, zitiert nach OVERBECK 1923). Der Mechanismus der Ausstoßung wurde von OVERBECK eingehend untersucht und weitestgehend geklärt. Es handelt sich um einen sog. „Quetschschleudervorgang“ (vgl. die Übersicht bei STRAKA 1962), der von den nicht seltenen ähnlichen Fällen insofern abweicht, als nicht Teile der Fruchtknotenwand das Fortschleudern besorgen, sondern die äußersten Zellschichten des Samens selbst. Diese (weiße) „Schleuderschicht“ geht aus dem äußeren Integument der Samenanlage hervor; sie wurde von TROLL (1924) als „Exotesta“ bezeichnet. Das innere Integument („Endotesta“) bildet die sog. „Hartschicht“, die sich bei der Reife braun färbt und welche die Umhüllung des ausgeschleuderten Samens darstellt (der strenggenommen nur noch ein Teil des vollständigen Samens ist).

Das Ausstoßen des Samens erfolgt folgendermaßen: Die Exotesta wird durch zunehmenden Turgordruck (herbeigeführt durch Zuckervermehrung infolge Stärkehydrolyse) gespannt, platzt schließlich an einer vorgebildeten Rißstelle auf und rollt sich nach außen um. (Nach außen deshalb, weil die Außenhaut der Exotesta stark verdickt und ursprünglich elastisch gedehnt ist und infolgedessen bei der Lösung der Spannungen keine Verlängerung, sondern eine Verkürzung erfährt.) Die sich umstülpende Exotesta findet ein Widerlager an der Kapselwand und „schießt“ bei ihrer weiteren Bewegung den Samen durch die Rückennaht des Fruchtfaches nach außen (Einzelheiten vgl. OVERBECK).

Die Trennung der Exotesta von der Endotesta bei dem Schleudervorgang erfolgt in der innersten Zellschicht des äußeren Integumentes. Diese ist dadurch charakterisiert, daß ihre Zellen, soweit sie in den Längs- bzw. Querrillen der Hartschicht (s. u.) liegen, je einen großen Calciumoxalatkrystall enthalten (über den Rippen sind sie kristallfrei); sie wird deshalb als Kristallschicht bezeichnet. (Von dem reichlichen Vorkommen bei *Oxalis*arten leitet sich ja der Name der Oxalsäure her.) Bei der Reifung der Samen sterben die Zellen dieser Schicht ab. Beim Schleudervorgang selbst erfolgt die Abtrennung in den Radialwänden der Kristallschicht, während die inneren Tangentialwände und die Kristalle mit der Hartschicht verbunden bleiben.

Dieses Haftenbleiben der Kristalle ist im Mikroskop ohne weiteres zu sehen (Abb. 1); auch die Reste der Radialwände sind deutlich. Ungeklärt war bisher, weshalb sich die Kristalle nicht von der Oberfläche der Hartschicht lösen. Darüber soll diese Notiz Aufschluß geben.

Die Frage ließ sich mit Hilfe des Elektronenmikroskopes klären. Es wurden zu dieser Untersuchung Abdrücke der Samenoberfläche von *Oxalis stricta* nach dem Triafol-SiO₂-Verfahren nach PFISTERER (1953) in der Modifikation von KINDER u. PUFF (1954) verwendet, die am Ende der Präparation auf den Objektträgernetzchen mit Titandioxyd unter 45° schräg bedampft worden waren. Einzelheiten der Methodik brauchen hier nicht angeführt zu werden (vgl. z. B. Übersicht bei REIMERS 1959). Die Betrachtung erfolgte in einem Zeiß-EM 8*).

Es ergab sich (Abb. 2), daß die gesamte Oberfläche des Samens mit einer warzig-knotigen Schicht überzogen ist, die auch die Oxalatkrystalle umhüllt. Die Höcker sind von verschiedener Größe und Gestalt. Diese Bildungen ähneln auffallend den Warzenstrukturen, wie sie der Tertiärwand verholzter Zellen von Nadel- und Laubhölzern (vgl. u. a. LIESE 1951, 1957, FREY-WYSSLING u. Mitarb. 1955, 1956), auch der tracheidalen Elemente von Kräutern (LIESE u. LEDBETTER 1963), aufgesetzt sind. Diese Warzen entstehen am Ende der Zelldifferenzierung, wenn die Verholzung der Zellwand praktisch abgeschlossen ist und die Zelle sich zu sterben anschickt. Man hat guten Grund zu der Annahme, daß es sich um prämortale Bildungen des degenerierenden Protoplasten handelt.

*) Im II. Physikalischen Institut der Universität München (Vorstand Professor Dr. W. Rollwagen).

Die Parallele zu unseren Kristallzellen ist offenkundig: Auch hier haben wir Zellen, die im Zuge der Differenzierung schließlich absterben. Es liegt daher nahe anzunehmen, daß die Warzenstrukturen auf der Oberfläche der Hartschicht von *Oxalissamen* ihrer Entstehung nach denen in den verholzten Zellen entsprechen.

Bei den *Oxalissamen* kommt als Besonderheit hinzu, daß die Ablagerungen sich über die Oxalatkristalle hinwegziehen und diese somit fest an die Hartschicht anheften. Wir haben es hier demnach mit einem Fall der sog. „Rosanoff-Kristalle“ (vgl. KÜSTER 1951) zu tun, wie derartige ummantelte Kristalle allgemein bezeichnet werden. — Es ist allerdings auf Grund der Aufnahmen nicht auszuschließen, daß die Kristalle schon vor der Ausbildung der Warzenschicht von Teilen der Zellwand umwachsen sind und die Höckerstrukturen nur zusätzlich aufgesetzt werden; für die Erklärung des Haftens der Kristalle an der Oberfläche ist dies aber von geringerer Wichtigkeit.

Die starke Strukturierung der Oberfläche bei den *Oxalissamen* ist für den Vorgang der Ausschleuderung bedeutsam. OVERBECK hat bereits darauf hingewiesen, daß sowohl die grobe, mit bloßem Auge sichtbare Rillung der Samenoberfläche (längs bei *O. acetosella*, quer bei den meisten anderen *Oxalis*-arten, z. B. auch bei *O. stricta*) als auch sonstige Unebenheiten am Samen (z. B. die Reste der Kristallschicht) als Angriffspunkte für tangential wirkende Kräfte bei der Zurückrollung der Exotesta dienen. Es wird dadurch gewährleistet, daß der Samen gezielt fortgeschleudert wird. Man kann sich dies mit einem sehr einfachen Vergleich klarmachen: Wir können einen Kieselstein recht gut mit zwei Fingern gezielt fortschnellen, weil die Fingerbeeren ein starkes Relief aufweisen. Wird diese Führung aber dadurch verhindert, daß man etwa die Finger einölt (oder auch nur stark anfeuchtet), so springt der Stein in beliebigen Richtungen davon.

Der *Oxalissamen* wird nun der Forderung nach einer rauen, zum Widerlager geeigneten Oberfläche in idealer Weise gerecht: er hat ein makroskopisches Relief (die Rillen und Rippen), ein mikroskopisches (die Kristalle und die Reste der Radialwände) und schließlich ein (z. T.) submikroskopisches (die Warzen).

Literatur

- FREY-WYSSLING, A., K. MÜHLEHALER u. H. H. BOSSHARD: Das Elektronenmikroskop im Dienste der Bestimmung von Pinusarten. Holz als Roh- und Werkstoff 13, 245 (1955); 14, 161 (1956). — KINDER, E. u. A. PUFF: Kunstgriffe und Kunstprodukte beim Quarzabdruckverfahren Z. wiss. Mikr. 62, 116 (1954). — KÜSTER, E.: Die Pflanzenzelle. 2. Aufl. Jena: G. Fischer 1951. — LIESE, W.: Demonstration elektronenmikroskopischer Aufnahmen von Nadelholzhofstüpfeln. Ber. dtsch. bot. Ges. 64 (31) (1951). — Beitrag zur Warzenstruktur der Koniferentracheiden unter besonderer Berücksichtigung der Cupressaceae. Ber. dtsch. bot. Ges. 70, 21 (1957). — LIESE, W. u. M. C. LEDBETTER: Occurrence of warty layer in vascular cells of plants. Nature 197, 201 (1963). — OVERBECK, F.: Zur Kenntnis des Mechanismus der Samenausschleuderung von *Oxalis*. Jb. wiss. Bot. 62, 258 (1923). — PFISTERER, H.: Ein Abdruckverfahren zur Abbildung rauher Oberflächen im Elektronenmikroskop. Naturwiss. 40, 106 (1953). — REIMERS, L.: Elektronenmikroskopische Untersuchungs- und Präparationsmethoden. Berlin—Göttingen—Heidelberg: Springer 1959. — STRAKA, H.: Nicht durch Reize ausgelöste Bewegungen. In Handb. d. Pflanzenphysiologie Bd. 17/2. Berlin—Göttingen—Heidelberg: Springer 1962. — TROLL, W.: Die Fruchstielanschwellung von *Oxalis acetosella* L. Flora 17, 344 (1924).

Anschrift des Verfassers: Professor Dr. Hubert ZIEGLER, Botanisches Institut der Technischen Hochschule, 6100 Darmstadt, Roßdörferstr. 140.

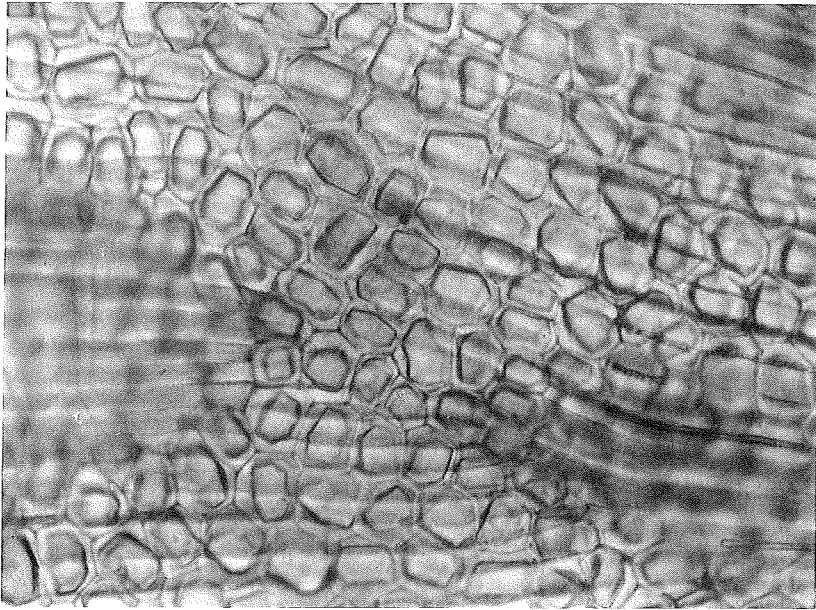


Abb. 1: Auflichtaufnahme der Samenoberfläche von *Oxalis acetosella* L. Vergr. 540fach. Beachte die Kristalle und die Reste der Radialwände. Die Rippen des Samenoberfläche sind unscharf, da auf die Rillen fokussiert wurde.

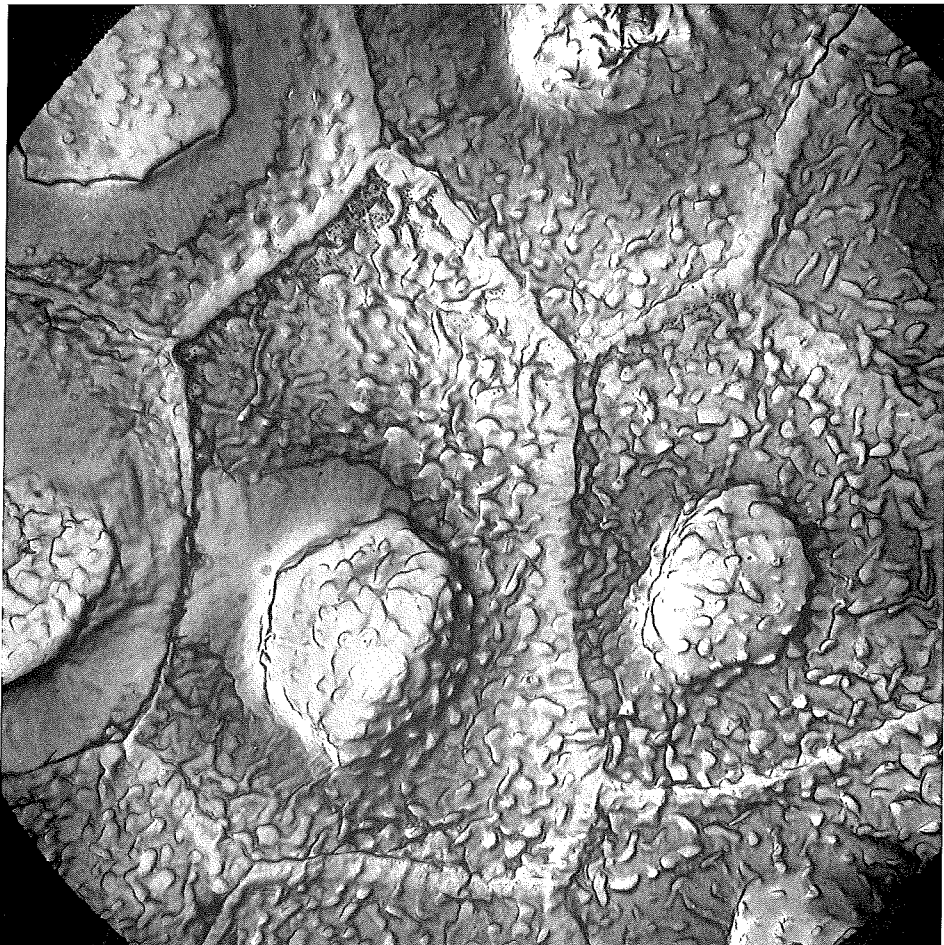


Abb. 2: Elektronenoptische Aufnahme eines Abdruckes der Samenoberfläche von *Oxalis stricta* L. Aufnahmevergr. 1600fach, Wiedergabevergr. 4200fach.