

FRANZ SPETA:

PROTEINKRISTALLE IN DEN ZELLKERNEN
EINIGER URTICACEEN

Mit zwei Abbildungen

Innerhalb gewisser Familien treten oft bei einem Großteil der Arten Eiweißkristalle in den Zellkernen auf (Lit. bei THALER; WERGIN, GRUBER und NEWCOMB; SPETA 1970). Auch bei den Urticaceen konnten solche bei der einen oder anderen Art bereits festgestellt werden. Sehr früh schon entdeckte sie KALLEN in den Borstenhaaren von *Urtica urens*, dann NEMEC in den Brennhaaren von *Laportea gigas*, später fand sie DENGGE in den Epidermiszellen einer Blattgalle auf *Urtica dioica*, die von der Gallmücke *Dasyneura urticae* hervorgerufen wird. SPETA und GREILHUBER stellten sie auch außerhalb der Galle in den Epidermen junger Pflanzen und Triebe fest. Zuletzt fand SPETA (1971) auch bei *Pilea cadierei* in fast allen Geweben Eiweißkristalle in den Zellkernen.

Soweit es anhand lichtmikroskopischer Befunde möglich ist, soll im folgenden auf die artspezifische Mannigfaltigkeit der Kristallformen und auf die Größenbeziehungen des Zellkerns, des Nukleolus wie des Kristalls hingewiesen werden. Nicht zuletzt soll durch Hinzufügen weiterer Urticaceen-Arten mit Eiweißkristallen in den Zellkernen zu den bereits bekannten auf das gehäufte Vorkommen innerhalb dieser Familie aufmerksam gemacht werden.

Material und Methode

Die untersuchten Pflanzen stammen zum größten Teil aus dem Botanischen Garten der Stadt Linz und aus dem Botanischen Garten der Universität Wien. *Urtica urens* und *Urtica dioica* wurden im Linzer Stadtgebiet gesammelt.

Junge Triebe und Blätter wurden in sechsprozentigem gepuffertem Glutaraldehyd von pH 7 fixiert. Nach etwa 24 Stunden wurde in reinen Puffer von pH 7 übertragen. Die Färbung erfolgte mit kalter Karminessigsäure. Zum Vergleich wurde lebendes Material in Paraffinöl beobachtet.

Spezieller Teil

Urtica dioica

In Stengelepidermen frisch angelegter Triebe treten stabförmige Kristalle in den Zellkernen auf, die oft sehr lang sind und die Kernhülle ausbauchen (Abbildung 1 a). So wird nicht selten die Kernform durch sie beeinflusst. Auch in den Kernen der zweizelligen Köpfchen der Drüsenhaare finden sich zu dieser Zeit Kristalle, allerdings nur in Form kurzer Stäbchen (Abbildung 1 b).

Urtica urens

Im Gegensatz zu voriger Art, bei der Eiweißkristalle in älteren Pflanzengeweben mit Ausnahme der Gallen nicht zu finden sind, treten sie hier in allen Altersstadien und in vielen Geweben in großer Zahl auf. Die Kerne der Epidermis der Blattunterseite, wie auch die der Markzellen zeigten in einem gewissen Zustand zahlreiche sehr feine Eiweißnadeln (vielleicht sehr dünne Stäbchen), die oft bis zu zehn Stück ohne erkennbare Ordnung in der Kerngrundsubstanz eingebettet sind (Abbildung 2 a). In anderen Entwicklungsstadien zeigen die Kerne desselben Gewebes Stäbchen, aber in geringerer Zahl (meist 1–3) (Abbildung 2 b und c). Auch in den Kernen der Borstenhaare

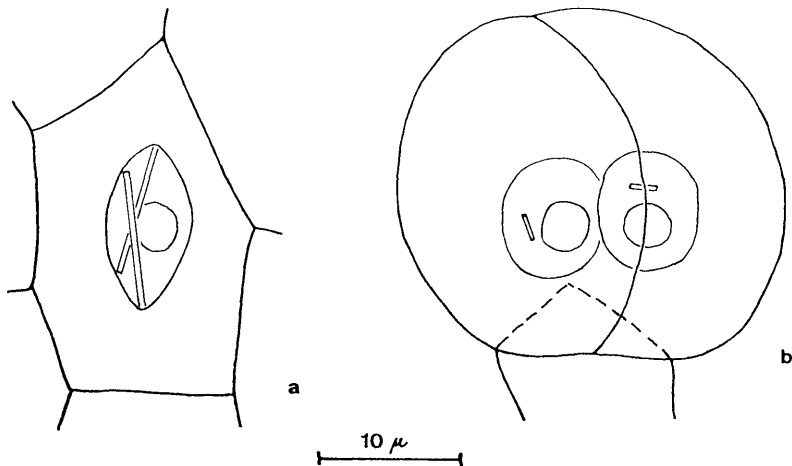


Abbildung 1: a und b *Urtica dioica*. Zellen bzw. Kerne mit Eiweißkörpern: a aus der Epidermis eines jungen Stengels, b zweizelliges Köpfchen eines Drüsenhaares (je Kern ist auch immer ein mehr oder minder runder Nucleolus vorhanden). — Nach dem Leben.

befinden sich Kristallstäbchen. Daß diese Stäbchen oft sehr lang und dann manchmal auch etwas verbogen (z. B. S-förmig) sein können, wird in den Kernen des Rindenparenchyms demonstriert (Abbildung 2 d).

Laportea divaricata

In der Regel scheint hier in den Epidermiskernen der Blattunterseite ein nadel- oder vielleicht besser stäbchenförmiger Kristall auf, seltener finden sich zwei in einem Kern (Abbildung 2 e und f). Die vergrößerten Kerne der Epidermis über den Blattnerven enthalten dementsprechend größere Kristalle (Abbildung 2 g). Hie und da stößt man auch hier auf Kristallnadeln.

Boehmeria nivea

Die Blattunterseite ist dicht mit langen, einzelligen Haaren besetzt, deren diploide Kerne wie die der Epidermis der Blattunterseite nie einen Kristall enthielten. In den ebenfalls diploiden Kernen der Epidermis der Blattoberseite sind hingegen Kristalle nicht selten aufzufinden (Abbildung 2 h). Besonders deutlich sind sie aber in den Kernen der etwas gekrümmten Borstenhaare zu sehen. Meist erscheinen sie als Balken, in einigen Fällen kommen sie aber so zu liegen, daß man den sechseckigen Grundriß ausnehmen kann. Obwohl dies natürlich nicht bei allen Kristallen eindeutig festzustellen ist, was bei der Kleinheit des Objektes nicht wundert, dürften höchstwahrscheinlich nur hexagonale Prismen vorkommen. Verfolgt man die Entwicklung der Borstenhaare, so stellt man fest, daß parallel mit der Größenzunahme des Kerns auch der Nukleolus und der Kristall anwachsen (Abbildung 2 i bis l).

Parietaria officinalis

Auch hier treten in den Kernen der Borstenhaare auf der Blattoberseite Eiweißkristalle in Form hexagonaler Prismen auf, die ein ganz ähnliches Verhalten an den Tag legen wie die Kristalle von *Boehmeria nivea* (Abbildung 2 m).

Pilea microphylla, *P. nummularifolia*, *P. spruceana*, *P. bronzeana* und *Pilea sp. cv. „Moon Valley“*

Bei diesen Arten sind die Eiweißkristalle in den Zellkernen fast aller Gewebe vertreten. In der Epidermis der Blattunterseite, die relativ leicht abzupräparieren ist, finden sich in den Kernen meist ein

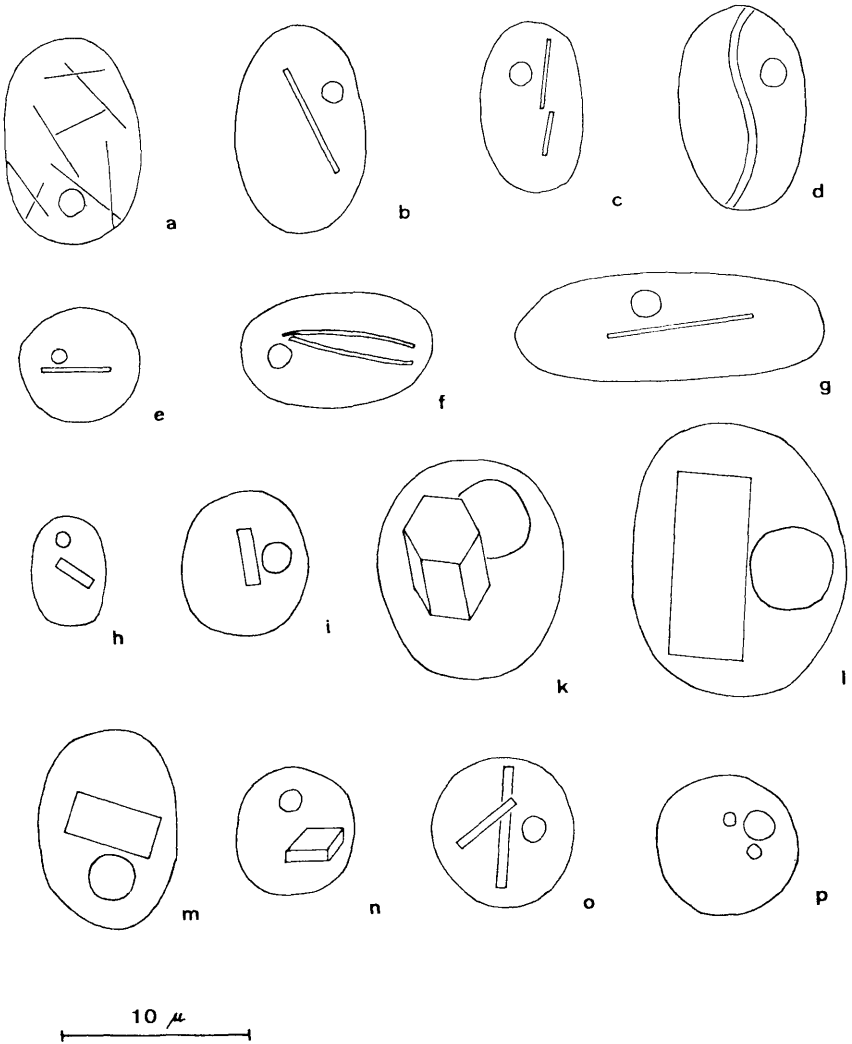


Abbildung 2: a bis p Kerne mit Eiweißkristalloiden und je einem mehr oder minder runden Nucleolus: a bis d *Urtica urens*, a bis c aus der Epidermis der Blattunterseite, d aus dem Rindenparenchym. e bis g *Laportea divaricata*, e und f aus der Epidermis der Blattunterseite, g aus der Epidermis über einem Gefäßbündel des Blattes. h bis l *Boehmeria nivea*, aus der Epidermis der Blattoberseite, i bis l aus Borstenhaaren. m *Parietaria officinalis* aus einem Borstenhaar. n bis p *Pilea nummularifolia*, aus der Epidermis der Blattunterseite, p zwei Kristalloide im optischen Querschnitt — a bis d und n bis p: nach dem Leben; e bis m: fixiert mit Glutaraldehyd, gefärbt mit Jod-Karmin-Essigsäure.

oder zwei Plättchen (seltener mehr) (Abbildung 2 n). Manchmal treten auch Stäbchen auf, was aus optischen Schnitten geschlossen werden kann (Abbildung 2 o und p). In den vergrößerten Kernen der Haarzellen sind ebenfalls Kristalle vorhanden. Wie bei allen vorher angeführten Arten konnten auch hier in den Schließzellen niemals Kristalle aufgefunden werden.

Elatostema repens und *Helxine soleirolii*

In allen Blatteilen der untersuchten Pflanzen konnten Zellkernkristalle nicht vorgefunden werden.

Diskussion

Schon bevor ZIMMERMANN (1893 a, b) die erste umfangreiche Aufzählung von Pflanzen mit Eiweißkristallen in den Zellkernen bot, hatte bereits KALLEN in den Borstenhaaren von *Urtica urens* welche festgestellt. Seine genauen und ausführlichen Beschreibungen und Abbildungen, die er nach Untersuchungen eines offensichtlich sehr gut fixierten Materials machte, standen leider unter dem Einfluß falscher Vorstellungen, die er sich über die Kernstruktur und Kernteilung gemacht hatte. Die feinen Kristallnadeln hat er als eine Art Gerüst bezeichnet, welches aus mehr oder minder zusammenhängenden Chromatinfäden und -balken bestehe, die teils bis an die äußeren Grenzen des Kernes reichten. Jene langen Stäbchen, die teils so lang wie der Kern, teils sogar länger sind und ihn dann ausbeulen, wollte er als Chromatinbalken verstanden wissen, die die Anfänge einer Fragmentation des Kernes anzeigen sollten. Hier wie dort haben wir es aber offensichtlich mit prismatischen Kristallen verschiedener Mächtigkeit zu tun, deren Ausbildung vielleicht stoffwechselphysiologisch bedingt oder für einen bestimmten Entwicklungszustand des Gewebes typisch ist.

Auf jeden Fall ist das Vorkommen von Eiweißkristallen in den Zellkernen wie die chemische Zusammensetzung oder Gestalt der Pflanze genetisch fixiert. Wie KINZEL bereits ganz allgemein feststellte, müßte aber, um die Variationsbreite des arttypischen Stoffwechsels und der Gestalt erkennen zu können, eine Vielzahl von Kulturversuchen angestellt werden.

So könnten auch wichtige Aufschlüsse über die Eiweißkristalle gewonnen werden, indem unter kontrollierbaren Kulturbedingungen im Vergleich mit dem Kernstrukturwechsel (NACL) und der -größe

(TSCHERMAK-WOESS und HASITSCHKA) das Entstehen, Werden und eventuelle Verschwinden der Kristalle beobachtet würde.

Daß die Größe der Nukleolen ebenfalls in einer Beziehung zu der der Kristalle steht, wurde bereits mehrmals festgestellt. Eine negative Korrelation zwischen Nukleolus- und Kristallgröße fand SAURER in der Blattepidermis von *Polypodium punctatum* und *Pinguicula caudata*, also einem Gewebe, das, wenn überhaupt, sicherlich nicht hochpolyploid ist. Dieselbe Korrelation fanden SPETA und GREILHUBER in der Fruchtknotenepidermis und den Korollhaaren von *Pseudolysimachion spicatum* und einigen *Veronica*-Arten in ebenfalls diploiden Kernen, WERGIN, GRUBER und NEWCOMB im Mesophyll junger Blätter von *Antirrhinum majus*, *Asplenium nidus* und *Campliyoneuron phyllitidis* sowie im parenchymatischen Phloem des Stammes und in den Blatttrichomen von *Coleus blumei*. Bei *Campliyoneuron phyllitidis* soll im ausdifferenzierten Mesophyll von einem erkennbaren Nukleolus nichts mehr zu sehen sein. Dies erinnert an die Mitteilung WEBER's, der in den Kernen der Schließzellen von *Dahlia variabilis* ein zeitweiliges Verschwinden der Nukleolen festgestellt zu haben glaubte. Abgesehen von diesen beiden extremen Fällen, wo statt der Nukleolen nur noch die Eiweißkristalle im Zellkern vorhanden sein sollen, was mit der derzeitigen Vorstellung über die Nukleolen als feste Kernbestandteile nicht leicht vereinbar ist, scheint eine negative Korrelation zwischen Eiweißkörpern und Nukleolen genügend belegt, zumal neben den angeführten Beispielen in der Literatur weitere aufgespürt werden könnten. Schließlich konnte ich auch bei einer Reihe von Arten ohne Kristalle in den Zellkernen in ausdifferenzierten diploiden Geweben eine Verkleinerung der Nukleolen feststellen (Speta unveröffentlicht).

Bei *Urtica dioica* hat nun DENGK eine parallele Vergrößerung von Zellkernen (durch Endomitose) und Kristallen ermittelt. Ihrer Abbildung nach gilt diese Relation auch für den Nukleolus. Diese Angabe entspricht der Vorstellung, daß im Verlaufe einer Endopolyploidisierung eine rhythmische Zunahme des Chromatins parallel mit der Zunahme des Eiweißgehaltes und somit der Kerngrundsubstanz und des Kernvolumens einhergeht (TSCHERMAK-WOESS und HASITSCHKA; NAGL; u. a.). In den Borstenhaaren von *Boehmeria nivea* konnte nun abermals eine parallele Zunahme von Kernvolumen, Größe des Eiweißkristalls und Nukleolus gefunden werden. (In diesem Zusammenhang ist auch auf das Ergebnis ZWEIFELT's hinzuweisen, der in den Kernen

einer Galle auf *Fraxinus excelsior* ebenfalls eine parallele Hypertrophierung von Kern und Kristall fand.) Die beiden konträren Beziehungen zwischen Größe des Kristalls und des Nukleolus wären wohl eine eingehende Untersuchung wert, in der vor allem auf die Kerngröße, ob ein rhythmisches Wachstum des Kernvolumens vorliegt oder nicht, geachtet werden sollte. Weiters wäre die Chromatinmenge photometrisch nachzuweisen sowie die Größe der Kristalle und Nukleolen zu ermitteln.

Möglicherweise wird in den diploiden Kernen, die oftmals relativ viel Protein kristallisiert enthalten, gewollt oder ungewollt überschüssiges Eiweiß gebunden, das zwar in gewissen Geweben wieder abgebaut werden kann, sehr häufig aber bis zum Absterben des Organismus nicht mehr mobilisiert wird (Lit. bei THALER). Jedenfalls fällt auf, daß sehr häufig Epidermen (LINSBAUER) und Haare Zellkernkristalle führen!

Dieses Vorkommen ist dann stets in Quantität und Qualität artspezifisch. So sind Kristalle bei *Urtica urens* und den *Pilea*-Arten durchwegs in vielen Geweben und häufig anzutreffen; bei *Boehmeria nivea* und *Parietaria officinalis* sowie *Urtica dioica*, *Laportea divaricata* seltener und auf bestimmte Gewebe beschränkt.

Auch die Kristallgestalt, die offensichtlich in den verschiedenen großen Kernen und in verschiedenen Geweben einer Art gleich ist, kann hingegen von Art zu Art verschieden sein. Die Grenzen der lichtmikroskopischen Auflösung im Auge behaltend, lassen sich drei Typen registrieren:

1. hexagonale Prismen bei *Boehmeria nivea* und *Parietaria officinalis*,
2. Stäbchen (oder Nadeln) bei *Urtica dioica*, *U. urens*, *Laportea divaricata*.*
3. Plättchen und Stäbchen bei den *Pilea*-Arten.

Zusammen mit anderen Merkmalen, wie Gynoeceummorphologie (ECKARDT), Ausbildung der Cystolithen (WEDDEL) usw. tragen bei der Familie der *Urticaceen* sicherlich auch die Eiweißkristalle in den Zellkernen ihr Scherflein dazu bei, zu einer natürlichen Gruppierung innerhalb dieser Familie zu kommen.

* NEMEC bildet ohne nähere Erklärung in einem Zellkern eines Brennhaares von *Laportea gigas* einen Kristall ab, der nicht ohne weiteres einer Gruppe zuzuordnen ist, mit denen von *Laportea divaricata* vom Botanischen Garten der Universität Wien aber wenig gemeinsam hat.

Zusammenfassung

Für eine Reihe von *Urticaceen*-Arten konnten Eiweißkristalle in den Zellkernen verschiedener Gewebe festgestellt werden, so für *Urtica urens*, *Urtica dioica* und *Laportea divaricata* nadel- oder stäbchenförmige Kristalle, für *Pilea nummularifolia*, *Pilea microphylla*, *Pilea spruceana*, *Pilea bronzeana* und *Pilea cadierei* plättchen-, teils stäbchenförmige Kristalle und für *Boehmeria nivea* und *Parietaria officinalis* hexagonale Prismen.

Bei *Urtica urens* und den *Pilea*-Arten kommen die Kristalle in den Kernen fast aller Gewebe vor, bei den übrigen Arten sind sie auf bestimmte Gewebe beschränkt. In den Kernen der Schließzellen und bei *Elatostema repens* und *Helxine soleirolii* konnten keine Kristalle entdeckt werden.

Eine parallele Vergrößerung des Kernes, des Nukleolus und des Kristalls konnte in den Borstenhaaren von *Boehmeria nivea* aufgefunden werden.

Summary

For a number of species of the *Urticaceae* protein-crystals could be stated in the nuclei of different tissues: *Urtica urens*, *Urtica dioica* and *Laportea divaricata* with needle- or rod-shaped crystals. *Pilea nummularifolia*, *Pilea microphylla*, *Pilea spruceana*, *Pilea bronzeana* and *Pilea cadierei* with partly plate, partly rod-shaped crystals and *Boehmeria nivea* and *Parietaria officinalis* with hexagonal prisms.

In *Urtica urens* and in the *Pilea*-species crystals occur in the nuclei of almost all tissues. In other species they are found only in certain tissues, in the nuclei of the stomatacells and in *Elatostema repens* and *Helxine soleirolii* no crystals could be found.

In the bristle-shaped hairs of *Boehmeria nivea* a simultaneous enlargement of the nucleus, the nucleolus and the crystals could be stated.

Literaturverzeichnis

- Dengg, Erna, 1969: Zytologische Untersuchungen an Blattgallen von *Urtica dioica*. Python (Austria) **13**, 271—284.
- Eckardt, T., 1937: Untersuchungen über Morphologie, Entwicklungsgeschichte und systematische Bedeutung des pseudomonomeren Gynoeceums. Acta Leopoldina **5**, 3—112 + 25 Tfl.

- Kallen, F., 1882: Das Verhalten des Protoplasmas in dem Gewebe von *Urtica urens* entwicklungsgeschichtlich dargestellt. *Flora* **65**, 60—80, 81—92, 97—105 + 1 Tfl.
- Kinzel, H., 1970: Möglichkeiten und Ziele einer vergleichenden Physiologie der Pflanzen. *Umschau in Wiss. u. Technik* 1970, Heft 7, 206—209.
- Linsbauer, K., 1930: Die Epidermis. In: Linsbauer, *Handbuch der Pflanzenanatomie*, 4, Borntraeger, Berlin.
- Nagl, W., 1968: Die Kernstruktur während des mitotischen und endomitotischen Zellzyklus. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* **81**, 320—324.
- Němec, B., 1930: Rostlinopsis. *Nauka o buňce. Anatomie rostlin*, Svazek II, Aventinum, Praha, p. 28—29.
- Saurer, W., 1962: Eiweißkristalle in pflanzlichen Zellkernen. Diplomarbeit, ETH Zürich.
- Speta, F., 1970: Proteinkristalle in Zellkernen einiger Gesneriaceen. *Mitt. Bot. Linz* **2**, 15—18.
- Speta, F., Eiweißkristalle in den Zellkernen von *Pilea cadierei* (Urticaceae). *Mikrokosmos* **60**. Jhg., im Druck.
- Speta, F. und J. Greilhuber, 1970: Über das gleichzeitige Vorkommen von zweierlei Eiweißkörpern in den Zellkernen von *Pseudolysimachion spicatum* und einigen anderen Scrophulariaceen. *Österr. Bot. Z.* **118**, 1—16.
- Thaler, Irmtraud, 1966: Eiweißkristalle in Pflanzenzellen. *Protoplasmatologia* **II/B/2 b**.
- Tschermak-Woess, Elisabeth und Gertrude Hasitschka, 1953: Veränderungen der Kernstruktur während der Endomitose, rhythmisches Kernwachstum und verschiedenes Heterochromatin bei Angiospermen. *Chromosoma* **5**, 574—614.
- Weber, F., 1926: Der Zellkern der Schließzellen. *Planta* **1**, 441—471.
- Weddel, M. H.-A., 1854: Sur les cystolithes, ou concretions calcaires des Urticées d'autres végétaux. *Ann. Sci. Nat. Ser.* **4**, **2**, 267—272.
- Wergin, W. P., P. J. Gruber and E. H. Newcomb, 1970: Fine structural investigation of nuclear inclusions in plants. *J. Ultrastructure Res.* **30**, 533—557.
- Zimmermann, A., 1893 a: Über die Proteinkristalloide. *Beitr. z. Morph. u. Phys. d. Pflanzenzelle*, 54—79.
- Zimmermann, A., 1893 b: Über Proteinkristalloide. II. *Beitr. z. Morph. u. Phys. d. Pflanzenzelle*, 112—158.
- Zweigelt, F., 1917: Blattlausgallen, unter besonderer Berücksichtigung der Anatomie und Ätiologie. *Cbl. Bakt. II. Abt.*, **47**, 408—535.

Anschrift des Verfassers:

Franz Speta

Ing.-Ettel-Straße 6/9

A - 4020 Linz

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz \(Linz\)](#)

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Speta Franz

Artikel/Article: [Proteinkristalle in den Zellkernen einiger Urticaceen 7-15](#)