

# Über Schwermetall-, zumal Kupferresistenz einiger Moose\*

Von

**Walter Url**

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien

Mit 16 Textabbildungen

*(Eingelangt am 17. Dezember 1955)*

## Einleitung

Der Prüfung der Resistenzeigenschaften pflanzlicher Plasmen gegenüber Schwermetallsalzen hat die vergleichende Protoplasmatik in jüngerer Zeit erhöhtes Interesse entgegengebracht (Biebl 1947a, b, 1949, 1950a, b, Biebl und Rossi-Pillhofer 1954, Pribik 1947, Url 1955). Biebl unterscheidet zwischen „ökologischen“ Resistenzen und „nicht umweltbezogenen konstitutionellen“ Resistenzen. Ökologische Resistenz ist dann gegeben, wenn Widerstandsfähigkeit gegen einen extremen Standortfaktor besteht, sei es Hitze, Kälte, Strahlung usw. Die nicht umweltbezogenen konstitutionellen Resistenzen dagegen betreffen Einflüsse, die in der Natur nie oder nur in so geringer Stärke auf die Pflanze einwirken, daß eine spezifische Anpassung nicht erfolgen kann (Biebl 1947b).

Das meiste vorliegende Erfahrungsmaterial über die Resistenz pflanzlicher Protoplasmen gegenüber Schwermetallsalzen bezieht sich nun auf nicht umweltbezogene konstitutionelle Resistenzen, weil ja z. B. in Böden normalerweise nicht einmal annähernd die niedersten in den Resistenzversuchen verwendeten Schwermetallkonzentrationen erreicht werden.

Eine Exkursion des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität Wien, welche unter Führung von Prof. Karl Höfler vom 22. bis 25. Juli 1955 in das Großarlal (Salzburg, östliche Hohe Tauern) führte, gab mir die Möglichkeit, Pflanzen für Resistenzversuche zu sammeln, die am natürlichen Standort der Einwirkung höherer Schwermetallkonzentrationen ausgesetzt sind. Es handelt sich dabei um Moose vom bekannten Kupfermoosstandort in der Schwarzwand bei Hüttschlag.

Die Schwarzwand selbst ist ein steiler, von kleineren Felsabbrüchen unterbrochener, nordschauender Hang, der ringsum von Wald eingeschlossen ist. Das anstehende Gestein sind kristalline Schiefer, welche Kupfer-

\* Herrn Prof. Dr. Friedl Weber zum 70. Geburtstag in Verehrung gewidmet.

erze enthalten. Vom ehemaligen Bergwerksbetrieb, der Mitte des 19. Jh.s erlosch, zeugen Stollen, die zumeist eingestürzt sind. Aus ihnen oder direkt aus dem Fels entspringen im oberen Teil der Schwarzwand Quellen. Der Grund der von diesen Quellen gespeisten kleinen Wasserläufe zeigt einen bläulichen bis bläulichgrünen hellen Belag, der von in diesem Wasser gelösten Metallsalzen stammt. Am Rande der Wasserläufe, nahe dem Austritt der Quellen oder sogar vom Wasser überrieselt, wächst das berühmte Kupfermoos *Mielichhoferia elongata* Hornsch. An kleinen benachbarten Felsabsätzen fand sich *Mielichhoferia nitida* Hornsch., vergesellschaftet mit *Marsupella emarginata* (Ehrh.) Dum. Von den für die Resistenzversuche verwendeten Moosen stammten noch *Alicularia scalaris* (Schrad.) Corda (= *Nardia scalaris*), *Calypogeia trichomanis* (L.) Corda und *Gymnocolea acutiloba* (Kaal.) K. Müller von der Schwarzwand. *Alicularia scalaris* bedeckt hier z. T. große Flächen, *Calypogeia trichomanis* fand sich als Deckenbewuchs eines alten Stollens etwa 1 m vom Eingang entfernt. *Gymnocolea acutiloba* wuchs auf den Felsflächen und in der Nähe der Bächlein der Schwarzwand. In der Literatur (Müller 1906—1911, S. 746; 1954, S. 710) wird es als Bewohner von Gesteinschutt von Kupferbergwerken angegeben. Müller erwähnt es in der zweiten Auflage von der Schwarzwand; er erwähnt auch, daß es oft mit *Marsupella emarginata* vergesellschaftet sei. Orientierende Versuche wurden mit einer *Pohlia* sp. angestellt, von welcher dicke Polster mitten in den Bächen der Schwarzwand wachsen.

Der Kupfergehalt der Unterlage der untersuchten Schwarzwandmoose wurde ermittelt<sup>1</sup>. Dabei ergaben sich folgende, auf die Trockensubstanz bezogene Werte: Das verwitterte Schiefergestein, auf dem *Mielichhoferia nitida* mit *Marsupella emarginata* wuchs, hat einen sehr geringen Kupfergehalt. Er beträgt weniger als 0,01%. Wesentlich größeren Kupfergehalt zeigte dagegen der eisenreiche Schlamm des Bächleins, welches dem alten Kupferstollen entsprang und auf welchem, vom Wasser überrieselt, die *Pohlia*-Art wuchs. Er enthält 0,93% Kupfer. Die schlammig-erdige Unterlage vom Rande des Bächleins, auf der *Mielichhoferia elongata* wuchs, enthält 0,43% Kupfer. Der Kupfergehalt des zersetzten Gesteins, auf dem *Alicularia scalaris* wächst, beträgt 0,30%. Sehr wenig Kupfer enthält hingegen die Unterlage von *Gymnocolea acutiloba*. Es fanden sich nur Spuren von Kupfer, weniger als 0,01%. Gerade *Gymnocolea acutiloba* ist aber als eine Pflanze bekannt, die ausschließlich oder fast ausnahmslos auf kupferhaltigem Untergrund wächst.

Sämtliche untersuchten Proben enthalten enorme Mengen von Eisen. Der Schlamm im erwähnten Bächlein besteht z. B. fast nur aus Eisenoxyd. Das erwähnt auch Limpricht (1895, S. 213), der schreibt, daß *Mielichhoferia elongata* unter der Grube Schwarzwand ganze Strecken der dort aufgeschütteten Halden bedeckt und einen aus der Grube herauskommenden, Eisenocker absetzenden Bach brückenartig überzieht. Was die beiden

<sup>1</sup> Die Kupfergehaltsbestimmungen wurden von Herrn cand. phil. Otto Slama am II. Chemischen Institut der Universität Wien (Abt. Prof. Hecht) freundlich durchgeführt.