

Übereinstimmungen und Unterschiede in der Pflanzendecke über Serpentin und Magnesit.

Von Ludwig Lämmermayr, Graz.

Seit im Jahre 1869 zum erstenmale überhaupt in der Geschichte der Botanik eine Serpentinpflanze, der Farn *Asplenium adulterinum* Milde, auf dem Magnesite von Oberdorf bei Tragöß in Steiermark von J. Breidler aufgefunden worden war und weiterhin, etwa ab 1910, eine planmäßige, intensive botanische Erforschung der zahlreichen Magnesitlagerstätten Österreichs, an denen gerade die Steiermark so reich ist, einsetzte, hat es nicht an Versuchen gefehlt, die Eigenart der Flora von Magnesit und Serpentin zu charakterisieren und gegeneinander, wie gegen andere Floren kritisch abzuwägen. Ich nenne hier in erster Linie A. Hayek (6, 29), dessen Standpunkt ich zunächst, auf Grund eigener, weiterer Erfahrungen, im Allgemeinen übernommen (12, 65—72) und späterhin etwas modifiziert habe. (15, 96—103). Neuerliche, sodann von mir an der Flora von Magnesitlagern gewonnene Erfahrungen einerseits, und wichtige, seither von anderen Autoren veröffentlichte Details über die Serpentinflora bzw. das Serpentinpflanzen-Problem andererseits, lassen es mir geboten erscheinen, zu einer vergleichenden Bewertung der Floren beider Substrate neuerdings Stellung zu nehmen. Im Zuge dieser Gegenüberstellung wurden von Magnesitlagerstätten nachfolgende berücksichtigt: Gulsen und Wintergraben bei Kraubath, Sunk, Sattlerkogel der Veitsch, St. Erhard in der Breitenau, Vorwald bei Wald, St. Martin a. d. Salza, Arzbachgraben bei Neuberg, Kaswassergraben bei Großreifling*, Jassing bei St. Michael* (sämtliche in Steiermark), Eichberg bei Klamm in Niederösterreich, Millstätteralpe in Kärnten, Dienten am Hochkönig in Salzburg*. (Die Ergebnisse der Erforschung der mit * bezeichneten Lokalitäten sind zur Zeit der Niederschrift dieses Manuskriptes noch nicht im Druck erschienen). Von Serpentinlagerstätten wurden in erster Linie alle von mir bisher untersuchten steirischen Serpentine, außerdem aber auch noch jene vom Gurhofgraben bei Melk in Niederösterreich, Mohelno in Mähren und Bernstein im Burgenlande zu Vergleichszwecken herangezogen. Die im Folgenden gezogenen Vergleiche beschränken sich also im Allgemeinen auf mitteleuropäische Magnesite und Serpentine, da z. B. die Flora der Serpentine der Balkanhalbinsel schon einen wesentlich davon abweichenden Charakter besitzt und über die Pflanzendecke der dortigen Magnesite so gut wie gar nichts bekannt ist. Für alle folgenden

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Ausführungen ist wohl im Auge zu behalten, daß Magnesit gegenüber dem Serpentin überall das seltenere, in geringerer Massenentwicklung auftretende und dem bergmännischen Abbaue in weit höherem Maße unterliegende Substrat ist, womit vielfach naturgemäß eine erhebliche Standortsverminderung einhergeht, aus welchen Umständen allein sich gewisse Unterschiede, z. B. hinsichtlich der Zahl der auf beiden Substraten beobachteten Arten, ergeben müssen. Eine bloße Gegenüberstellung der Artenliste beider Substrate (die ich übrigens erschöpfend wiederzugeben gar nicht in der Lage wäre), besagt wenig. Wichtiger und auch vollkommen ausreichend erscheint es mir, auf bestimmte, schon jetzt klar zutage tretende Übereinstimmungen und Abweichungen in der Pflanzendecke, sei es in Arten oder Assoziationen, hinzuweisen und die Ansprüche derselben mit den Eigenschaften des Standortes in Einklang zu bringen, soweit dies nach dem derzeitigen Standpunkte unseres Wissens überhaupt möglich ist.

Die Besiedelung von Serpentin und Magnesit durch die Vegetation.

A) Kryptogamen.

Serpentin kann sich, je nach dem Grade seiner Ausbildung und Verwitterung, lokal sehr lange vegetationsfeindlich verhalten. Auch für ihn gilt, vielleicht in erhöhtem Maße, was C. Schroeter (24, 742) für Gesteine verschiedener Art anführt, daß „nasse oder feuchte Felsflächen rasch von Algen oder Flechten besiedelt werden, glatte, trockene Flächen, senkrechte Wände aber oft Jahrzehnte bis Jahrhunderte der Vegetation trotzen.“ Es unterliegt wohl auch kaum einem Zweifel, daß auch hier, außen wie auch im Innern des Gesteins die Salpeterbakterien mit zu den ersten pflanzlichen Organismen gehören, die am Verwitterungsprozesse und der Vorbereitung der ehemals rein mineralischen Grundlage teilnehmen. (Vergl. Schroeter, 24, 756). Gleichzeitig mit — oder bald nach ihnen — treten lithophytische Algen (meist Cyanophyceen, seltener Chlorophyceen auf. Bis vor kurzem waren wir über die Algenflora des Serpentin nur äußerst dürftig unterrichtet. Es bedeutet daher einen großen Fortschritt, wenn J. Suza (28, 253) berichtet, daß wir heute von Mohelno allein gegen 80 Arten von Algen (nebst zirka 500 Pilzarten) kennen. Die meisten der in obiger Arbeit angeführten (28, 239, 240, 245) sowie schon früher von Suza (25, 13) angeführten Arten werden von L. Geitler (4) als „Kosmopoliten“ geführt; nähere Angaben über die Art des Gesteins fehlen in diesem Werk leider. Einige Arten, wie z. B. *Phormidium cataractarum* oder *Gloeocapsa nigrescens* Näg, erscheinen dort überhaupt nicht auf. Bemerkens-

wert ist *Hypheotrix coriacea* [nach Geitler (4, 1081) = *Schizothrix coriacea* (Kück)] Gom dadurch, daß sie ihr Lager mit Kalk inkrustiert. Die für Urgestein so bezeichnete *Trentepohlia iolithus* scheint auf Serpentin zu fehlen; auch auf Magnesit sah ich sie nie, wohl aber auf beiden Substraten häufig die bodenvage *Trentepohlia aurea*. Daß überhaupt auch unter den Algen die Reaktion gegenüber dem Chemismus des Substrates (bzw. Mediums) bisweilen sehr ausgeprägt ist, ist nicht zu bestreiten. Es ist aber ein schlecht gewähltes Beispiel, wenn z. B. A. F. W. Schimper (23, 113, 114) als Beweis dafür, daß auch bei gleicher physikalischer Eigenschaft des Substrates die Flora desselben mit dessen chemischen Eigenschaften wechsele, die Verschiedenheit der Algenflora kalkreicher und kalkarmer Gewässer anführt! Schon deswegen, weil eine Änderung der chemischen Eigenschaften (Bestandteile) eines Gewässers auch unweigerlich eine Änderung der physikalischen Eigenschaften desselben nach sich zieht und ganz richtig sagt daher Schroeter (24, 884) z. B.: „Über Reichtum und Arten eines Sees an Algen und Phytoplankton entscheidet nicht ein einziger Faktor, vielmehr ist die Zusammensetzung seiner Algenwelt von einer Reihe verschiedener Faktoren physikalischer und chemischer Art gleichzeitig begründet.“ A. F. Novák hat seinerzeit (21, 58, 63, 65) die Tatsache hervorgehoben, daß der epipetrischen Serpentinflora, — im Gegensatz zu jener der Farne und Blütenpflanzen jeder Endemismus fehle und dies damit begründet, daß in diesen Böden die für die Entstehung von Serpentinomorphosen unbedingte nötige Relation $\frac{\text{Mg}}{\text{Ca}} \frac{\text{O}}{\text{O}} > 1$ eben noch nicht vorhanden sei, was er allerdings noch nicht bewiesen hat. Vielleicht geht diese Annahme auf eine Stelle in S. Kostytschew (8, 279) zurück, wo es heißt, daß der Gehalt an löslichen Salzen in jungen, primären Böden noch bedeutend hinter jenem der Knop'schen Lösung zurückbleibt, was man ja dahin interpretieren könnte, daß das schwer lösliche Magnesiumsilikat des Serpentin eben dann noch nicht in die nötige Menge MgCO_3 bzw. MgO umgesetzt ist. Nach L. Zollitsch (31, 111) weist das unverwitterte oder wenig verwitterte Serpentinestein relativ basische Reaktion auf; die daraus entstehenden Sekundärböden reagieren anfangs ebenfalls schwach basisch oder neutral, später immer mehr sauer. Gneis- oder Granitgestein reagiert sauer, Kalkgestein basisch und die aus ihnen hervorgegangenen Böden verhalten sich analog. Wie ich glaube, dürfte die Verschiedenheit der Reaktion innerhalb der verschiedenen Gesteine, wenn es sich um unverwittertes oder wenig verwittertes Gestein handelt, — also gerade in dem Zeitpunkte, wo die erste Kolonisation durch Pflanzen einsetzt, — keine allzugroße sein, bzw. die gefundenen Werte sich in der Nähe des Neutralpunktes bewegen. Später allerdings, in den Sekundärböden, divergieren diese

Werte der Reaktion recht beträchtlich (nach der Art des Gesteins und unter Mitwirkung der gebildeten Pflanzendecke), um schließlich in den Klimaxböden wieder deutlich zu konvergieren. Andererseits: Sollen die Cyanophyceen ihrer Rolle als Pioniere der Pflanzenwelt überall voll und ganz nachkommen, so ist es für sie vorteilhafter, sich in ihren edaphischen Ansprüchen nicht allzusehr zu spezialisieren, sondern vielmehr speziell dem Chemismus des Substrates gegenüber eine gewisse Indifferenz an den Tag zu legen. Dem entspricht ja auch ihr sonstiges Verhalten, — ich erinnere nur an ihre weitgehende Anpassung einerseits an tiefe und hohe Temperaturen, an hohe und minimale Lichtintensitäten andererseits. Damit will ich nur gesagt haben, daß Fälle, wo Algen (Cyanophyceen) als Endemismen auf einem bestimmten Gestein, — bedingt durch dessen Chemismus — auftreten, wohl sehr selten sein und nur als Ausnahmen aufgefaßt werden dürften. So berichtet H. Gams (3, 29), daß von F. Nováček auch einige auf Serpentin anscheinend endemische Arten von Cyanophyceen aufgefunden worden seien. Wahrscheinlich handelt es sich dabei in erster Linie um *Gloeocapsa Dvorakii Nováček* (? *Gl. Simmeri* Schm., *Gl. magna* Kütz), welche von Suza (28, 239, 245) für Mohelno u. a. O. zitiert wird. [In Geitler (4, 1163) wird diese Art mit *Chroococcus Simmeri Schmidle* identifiziert]. Durch Vermittlung J. Nevoles erhielt ich von J. Podpeřa die Originalarbeit Nováčeks (19, 9, 10), welche in lateinischer Sprache die Diagnose dieser Art enthält. In zweiter Linie käme anscheinend *Eutophysalis atroviolacea Něk* in Betracht, gleichfalls von Nováček (20, 9—11) beschrieben. Sollte es sich dabei wirklich um nur auf Serpentin vorkommende Arten bzw. Formen handeln, so wäre dieser Nachweis sehr interessant. Hat doch O. Richter (22, 191, 192) auf Grund von Versuchen mit Rohkulturen von *Chorella* und anderen Algen in Nährlösungen mit Zusatz von Magnesiumsalzen die Vermutung ausgesprochen, daß auch unter den Algen (und Pilzen) Vertreter jener Gruppe, die man als „Magnesiapflanzen“ bezeichnet (analog den Kalk-, Kali-, Salpeterpflanzen) geben dürfte! (Bei diesen Versuchen gelangte außer $MgSO_4$ u. a. auch $MgCO_3$ zur Anwendung). Nach den Algen (Cyanophyceen) sind es auch auf Serpentin bald Flechten (Krustenflechten), welche von dem Gesteine Besitz ergreifen, so z. B. längs Sickerwasserstreifen *Dermatocarpon miniatum* (L) Mann, *Collema rupestre* (Sw) Rbh, während *C. multifidum* (Scop) Rbh und *Rhizocarpon geographicum* trockenere, sonnige Stellen aufsuchen. Innerhalb der Flechten, speziell der Steinflechten ist die Reaktion gegenüber dem Chemismus der Unterlage bereits im hohen Grade ausgeprägt. Welchen Charakter hat nun die Flechtenflora auf Serpentin? Suza hat in seiner früher zitierten Arbeit (28, 253, 254) seinen diesbezüglichen Standpunkt

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
(betreffend die Flechten des Serpentin von Mohelno, Gurhof und Kraubath) dahin präzisiert, daß er sagt: „Die epilithischen Flechten verraten das kompakte Gestein als vorwiegend silikate (kalkarme) Unterlage, mit Ausschluß der stark silikaten Arten (seltenes Vorkommen von *Rhizocarpon geographicum*); die Anzahl der an Kalk gebundenen Elemente ist klein, ausgesprochene Calcophyten fehlen.“ Ich kann dieser Ansicht auf Grund eigener Erfahrungen im allgemeinen nur beipflichten, bemerke aber, daß gelegentlich doch auch andere ausgesprochene kieselstete Flechten auf Serpentin vorkommen, wie z. B. *Lecidea auriculata* Th. Fr (Hochgrößen!) „Thermophile“ Flechten auf Serpentin werden sowohl von Suza (28, 253—254) als von L. Kretschmer (9, 187) mehrfach angeführt. In einer anderen Arbeit hebt Suza (26, 31) hervor, daß „ferrophile“ Flechten dem Serpentin trotz seines hohen Eisengehaltes zu fehlen scheinen. Dagegen hat schon E. Stitzenberger (29) die Existenz spezifischer Serpentinflechten behauptet, eine Annahme, die neuestens eine Bestätigung erfahren hat, indem Suza auf dem Serpentin von Mohelno die anscheinend auf diesem Substrat endemische *Lecanora serpentinicola* Suza (28, 254) aufgefunden hat, die dann auch für den Serpentin des Gurhofgrabens von Kretschmer (9, 186) nachgewiesen wurde. Über die Flechtenflora des Magnesits habe ich bis jetzt nur wenige Erfahrungen. Sie ist entschieden artenärmer als jene des Serpentin. Arten wie *Collema rupestre*, *Dermatocarpon miniatum*, *Peltigera rufescens*, *P. canina*, *Cladonia rangiferina* besagen als mehr weniger bodenvage Arten wenig über dem Chemismus des Substrates, wogegen allerdings *Collema multifidum* (vergl. Lindau (17, 143) und im minderen Grade auch *Solorina saccata* (17, 152) sowie *Cladonia pyxidata* ([Anders, 1, 107]) Kalkdeuter sind. Sehr selten ist auf Magnesit *Rhizocarpon geographicum*, das ich nur von der oberen Millstätteralpe und von Dienten kenne. In letzterem Falle war der Thallus auffallend bleich. Schroeter (24, 763) gibt an, daß *Rhizocarpon geographicum* ausnahmsweise auch über Dolomit an ausgelaugten Stellen und — nach Zahlbruckner — auch auf Kalk über Hornsteinschlüssen, entweder diesen direkt aufsitzend oder von ihnen durch eine deutlich entwickelte Kalkschicht getrennt, sowie auf reinem Kalk (dann mit bleichem Thallus!) aufgefunden wurde. Die Angabe desselben Autors (24, 761, 762), daß Kieselgesteine meist im Endstadium über und über mit Flechten bedeckt sind (während auf Kalk die Gonidien der endolithischen Kalkflechten meist im Gesteine verborgen und nur die Perithezien an seiner Oberfläche sichtbar sind) trifft nach meinen Beobachtungen für das Silikatgestein Serpentin, gelegentlich aber auch für das Karbonatgestein Magnesit zu! Daß — im Gegensatz zum Serpentin — auf Magnesit auch ausgesprochene Calcophyten unter den

Flechten aufzufinden sein dürften, halte ich für wahrscheinlich. Die Moosflora des Serpentin wird übereinstimmend von älteren und neueren Autoren als nicht reichhaltig bezeichnet, was im Hinblick auf die Trockenheit des Serpentinbodens (speziell bei dysgeogener Entwicklung) ja nicht verwunderlich ist. Den Hauptanteil an der Laubmoosflora des Serpentin stellen meistens Ubiquisten. So sind von den von mir auf diesem Gesteine gesammelten Arten 42% als bodenvag, 33% als kalkhold und 25% als kieselhold zu bezeichnen, womit zwar auch im Allgemeinen, aber durchaus nicht an jeder einzelnen Lokalität, der Grad der Häufigkeit charakterisiert ist. Gar nicht selten kommen Kalk- und Kieselmoose dicht nebeneinander vor, wie z. B. *Tortella tortuosa* (L) *Limpr* und *Grimmia trichophylla* *Grev* am Lärchkogel, eine anschauliche Illustration der schon von Zollitsch (31, 113) betonten Auffassung, daß jeder einzelne Boden, ob kalkreich oder kalkarm, in seiner Reaktion sehr verschiedene Standorte darbieten könne und daher nicht als einheitlich betrachtet werden dürfe. Schroeter (24, 750) führt an, daß A m a n n auf kleinstem Raume in einer Gesellschaft felsbewohnender, kalkliebender Moose auf einer Molassefelswand von 3 m² Oberfläche den pH Wert zwischen 7 bis 8·5 schwankend fand! Man wird sich überhaupt daran gewöhnen müssen, das Vorkommen irgend einer „Kalk“- oder Kieselpflanze auf einem bestimmten Substrate nicht als Indikator für den Chemismus, bzw. die Reaktion desselben in toto, sondern in erster Linie als Lokal-Indikator für einen bestimmten Teil desselben aufzufassen! Besonderes Interesse verdient die Beobachtung Nováček's, der nach G a m s (3, 29) eine auf Serpentin endemische Moosart, — *Aporella moravica* *Podp.* aufgefunden hat. Dem gegenüber steht allerdings die Ansicht J. Baumgartners, daß es keine besonderen Serpentinmoose gebe. [(Vergl. Kretschmer, 9, 188)] Auch thermophile Moose werden auf Serpentin mehrfach erwähnt, ein Beweis, daß für manche Arten die physikalische Beschaffenheit des Substrates keineswegs so gleichgiltig, bzw. irrelevant ist, wie dies Schimper (23, 123, 114) für viele felsbewohnende Arten von Moosen (und Flechten) annimmt. Die Laubmoosflora des Magnesits ist nach meinen bisherigen Erfahrungen ärmlicher als jene des Serpentin. Unter den von mir gesammelten Arten sind 56% bodenvage, 40% kalkholde, 4% kieselholde. Auch thermophile Arten sind darunter. Die Lebermoosflora ist sowohl auf Serpentin als auf Magnesit spärlich entwickelt und artenarm. Doch ist nicht zu verkennen, daß in ihr speziell auf Serpentin die kalkliebenden Arten stark hervortreten (zirka 50% der Artenzahl; der Rest verteilt sich zu gleichen Teilen auf bodenvage und kieselholde Arten). Von Magnesit liegen mir noch zu wenig Beobachtungen vor. (Die wenigen vorgefundenen Arten waren bodenvag). Am besten

sind wir innerhalb der Kryptogamenflora über die Farnvegetation auf beiden Substraten unterrichtet. Im Hinblick auf ihre, wenigstens in Europa geringe Artenzahl ist diese Gruppe auffallend stark vertreten. So habe ich auf den von mir begangenen Serpentin 20 verschiedene Arten festgestellt (wobei im Durchschnitt auf eine Lokalität (Serpentinstock) 6 Arten entfallen; maximal fand ich bis zu 15 Arten vor!) Sehen wir zunächst von den beiden „Serpentinfarnen“ *Asplenium cuneifolium* und *A. adulterinum*, sowie von der bei uns nur auf Serpentin vorkommenden *Notholaena marantae* ab, so enthält der Rest 54% bodenvage und je 23% Kalk- bzw. Kieselfarne. Die bodenvagen Arten treten auf Serpentin in der Mehrzahl als „Exochomophyten“ erst über einer mächtiger entwickelten Humusschicht auf, sind also für das eigentliche Gestein nicht bezeichnend. (Nur *Asplenium trichomanes*, *Cystopteris fragilis*, z. T. auch *Nephrodium dryopteris* treten als „Chasmophyten“ mit dem Gestein in näheren Kontakt). An humusarmen Stellen wachsen als Chasmophyten die Kieselfarne *Asplenium septentrionale* und *A. germanicum*, die Kalkfarn *Asplenium viride*, *A. ruta muraria*, *Cystopteris montana*, *Nephrodium robertianum*. Die Zahl der von mir auf Magnesit beobachteten Farne bleibt mit 17 Arten nur wenig hinter jenen des Serpentin zurück (durchschnittlich entfallen 4 Arten auf eine Lokalität). Lassen wir dabei wieder zunächst die beiden auf Magnesit vorkommenden Serpentin-Asplenien außer Betracht, so enthält der Rest 66% bodenvage Arten, 20% Kalkfarn und 14% Kieselfarne. [Ich habe bei dieser Aufstellung — vergl. (15, 97) — *Polystichum lobatum* nach der Auffassung Luerssens als Kieselfarn bewertet, was mir heute, mit Rücksicht auf sein Vorkommen bei Graz auf Dolomit und Kalk nicht mehr als ganz zutreffend erscheint; eher wäre er vielleicht als bodenvag zu bezeichnen!] Auch auf Magnesit sind die bodenvagen Arten (mit obiger Einschränkung) und zwar in viel höherem Grade als auf Serpentin an humusreiche Stellen gebunden. *Asplenium septentrionale* und *A. germanicum* fehlen dem Magnesit überhaupt. Von Kieselfarnen tritt *Polystichum lobatum* (vergl. das darüber vorhin Gesagte!) und *Blechnum spicant*, letzteres nur über mächtiger Humusdecke auf. Bezeichnend für die Verschiedenheit bzw. Eigenart beider Substrate ist die Häufigkeit des Auftretens einzelner Arten. So beobachtete ich *Asplenium trichomanes* (bodenvag) auf Serpentin in 83% aller Fälle (bzw. begangener Lokalitäten), auf Magnesit nur in 40%; *Asplenium viride* (Kalkfarn) dagegen auf Serpentin in 58%, auf Magnesit in 66%, *A. ruta muraria* (Kalkfarn) auf Serpentin in 50%; auf Magnesit in 60% aller Fälle und die gleichen Zahlen gelten für *Nephrodium robertianum* (Kalkfarn). Gewiß sind die Serpentinfarne *Asplenium cuneifolium* und *A. adulterinum* die auffallendsten und bezeichnendsten Arten auf Serpentin und Magnesit. An dem Grade der

Häufigkeit gemessen, ist aber unstrittig *Asplenium viride* der eigentliche „Leitfarn“ des Magnesitbodens. Thermophile Arten sind sowohl auf Serpentin wie auf Magnesit stellenweise häufig. Ein Zusammenvorkommen von Kalk- und Kieselfarnen als Chasmophyten auf engem Raume ist über Serpentin, nicht aber über Magnesit, bisweilen zu beobachten. Die Frage, ob, speziell für die beiden Serpentin-Asplenien Serpentin und Magnesit äquivalente Substrate sind oder nicht, wird später noch zu erörtern sein. Von Selaginellaceen sah ich *Selaginella helvetica* sowohl auf Serpentin wie auf Magnesit.

Überblicken wir die im Vorigen in gedrängter Kürze geschilderten Verhältnisse innerhalb der Kryptogamenvegetation beider Gesteine, so gelangen wir zu folgenden wichtigen Ergebnissen: 1.) Entgegen früheren Anschauungen, besonders jener Nováks (vergl. Gams (3, 29), daß die epipetrische Serpentinflora keine Endemismen (Serpentinomorphosen) aufweise, diese vielmehr erst mit den Farnen einsetzen, wurden solche auch bei Cyanophyceen, Flechten und Moosen nachgewiesen (für den Magnesit ist ein analoges Verhalten bisher nicht bekannt). 2.) Der Prozentsatz an bodenvagen bzw. indifferenten Arten, ist in allen Stadien der Besiedelung des Serpentinbodens bzw. innerhalb der Algen, Flechten, Moose und Farne ein hoher, am höchsten vielleicht innerhalb der Algen (Cyanophyceen). 3.) Kieselholde Elemente treten nur innerhalb der Flechtenflora des Serpentin auffallend stark hervor (was allerdings mit der basischen Reaktion des nicht oder wenig verwitterten Gesteins schwer in Einklang zu bringen ist), dagegen in der Moos- und Farnflora stark zurück. 4.) Kalkholde Elemente spielen in der Moos- und Farnflora — auf Kosten der kieselholden — eine ziemlich konstante, erhebliche Rolle. 5.) Den Magnesit betreffend, kann vorläufig nur gesagt werden, daß auch auf ihm der Prozentsatz der bodenvagen Arten ein hoher, vielleicht sogar den des Serpentin übertreffender ist (speziell innerhalb der Moose) und daß, sowohl nach Artenzahl, als ganz besonders nach dem Grade der Häufigkeit Kalkpflanzen sowohl in der Laubmoos- wie in der Farnflora eine größere, Kieselpflanzen eine weitaus kleinere Rolle spielen als Serpentin. Als bestes Abbild des Gesamtcharakters der über beiden Substraten angesiedelten Pflanzendecke in ihrer Abhängigkeit von den Standortsfaktoren, als getreues Widerspiel der Rolle und zahlenmäßiger Beteiligung der einzelnen Komponenten erweist sich ihre Farnflora.

B) Phanerogamen.

Von der Anführung bodenvager Elemente wird hier gänzlich abgesehen, soweit nicht besondere Gründe dies nötig machen.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
Berücksichtigt werden daher für Vergleichszwecke in erster Linie Kalk- oder Kieselpflanzen, bzw. thermophile Elemente.

Von Gymnospermen bzw. Coniferen ist einerseits das Vorkommen der in unseren Gegenden \pm kalkholden *Pinus montana* sowie von *Taxus baccata*, andererseits der \pm kieselholden *Pinus cembra* auf Serpentin bemerkenswert. Auf Magnesit sah ich diese drei Arten bis jetzt nicht. Als eigentlicher Charakterbaum des Serpentinbodens gilt mit Recht schon seit geraumer Zeit *Pinus silvestris*, welche auf diesem Substrate bei entsprechend weit vorgeschrittener Bodenreife oft den Vegetationsklimax darstellt (ein häufig als „Steppenföhrenwald“ entwickeltes Pinetum) und für die allgemeine Nährstoffarmut des Serpentin sehr bezeichnend ist. Auf Magnesit ist *Pinus silvestris* weit seltener und wird dort meistens von *Picea excelsa* oder *Larix decidua*, auch in der Klimaxformation vertreten. Interessant und wohl nicht zufällig ist das hundertprozentige Zusammenvorkommen der Serpentinfarne (dort, wo sie überhaupt auf Serpentin vorkommen), mit *Pinus silvestris* (bzw. *Pinus montana* oder *P. nigra*), eine Tatsache, die ich schon vor längerer Zeit festgestellt und zu erklären versucht habe. (12, 88—97). Auf Magnesit trifft dies nur in 80% der Fälle zu (so nicht im Arzbachgraben bei Neuberg, wo zwar *Asplenium adulterinum* vorkommt, aber nicht *Pinus silvestris* (dafür *Picea excelsa*). Weitgehende Beschränkung muß ich mir, angesichts der Fülle der Arten, innerhalb der Angiospermen auferlegen. Unter den Betulaceen ist das gelegentliche Auftreten von *Alnus viridis* auf Serpentin hervorzuheben, wo sie auch lokal Mischbestände mit *Pinus montana*, auch bei geringer Humusaufgabe, bildet (Lärchkogel). Auf Magnesit sah ich die Art nur einmal und zwar auf der oberen Millstätteralpe, teils (selten) in Spalten der Magnesitfelsen wurzelnd, teils (häufiger) über mächtiger Humusauflagerung. *Carpinus betulus* und *Corylus avellana*, (thermophile Arten) sind sowohl auf Serpentin wie auf Magnesit zu finden. Von Fagaceen ist *Fagus sylvatica* auf beiden Substraten nicht häufig, dürfte aber augenscheinlich auf Magnesit zu besserer Entwicklung gelangen. *Quercus sessiliflora* und *Q. robur* sind auf Serpentin häufiger anzutreffen als auf Magnesit. Unter den Polygonaceen hat *Polygonum alpinum* auf dem Serpentin des Kirchkogels einen ganz isolierten Standort [Hayek (6, 29) faßt diese Art als kalkfeindlich auf]. Aus der Familie der Caryophyllaceen sind *Tunica saxifraga* und *Moehringia muscosa* auf beiden Substraten nicht selten. Letztere ist auf Magnesit ungleich häufiger und stellenweise geradezu eine „Leitpflanze“ dieses Gesteins. Die thermophilen Elemente *Silene otites*, *S. nutans*, *Dianthus carthusianorum* habe ich sowohl auf Serpentin als auf Magnesit (erstere selten) beobachtet. Bemerkenswert ist, daß innerhalb der Caryophyllaceen zum erstenmale unter den

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Blütenpflanzen auch *Serpentin-Endemismen* (Serpentinomorphosen?) auftreten und zwar in *Dianthus carthusianorum subsp. capillifrons* Borb. Die Pflanze ist vom Serpentin schon längere Zeit bekannt und wurde von mir auch auf Magnesit beobachtet. Braun-Blanquet (2, 160—162) faßt sie als „Neo-Endemismus“ auf. Von Ranunculaceen werden mehrere kalkliebende Arten von Serpentin gemeldet, z. B. *Anemone hepatica* [Kretschmer, (9, 195)], *A. nigricans* u. a. [(Nevole)], (18, 64), die ich bisher auf Magnesit nicht sah. Dafür tritt dort gelegentlich *Helleborus niger* auf. Ein größeres Kontingent stellen wieder die Cruciferen. Von ihnen zählen z. B. *Biscutella laevigata*, *Thlaspi montanum*, *Alyssum montanum* zu den Charakterarten der *Festuca-glauca*-Assoziation auf Serpentin im Gurhofgraben, in deren Gesellschaft auch der früher erwähnte *Dianthus capillifrons* wächst (Kretschmer, (9, 204). *Erysimum silvestre* und *Arabis glabra* habe ich sowohl auf Serpentin als auf Magnesit angetroffen, ebenso *Alyssum montanum* β *Preißmanni* (Hay) Baumg, dagegen auf letzterem Substrate nicht *Alyssum transsilvanicum* β *serpentinicum* Baumg. Von Crassulaceen sind auf Serpentin und Magnesit *Sedum acre* und *S. album* nicht selten. Von letzterer Art findet sich auf dem Serpentin des Gurhofgrabens eine Form, die Neumayer als eine schwach abweichende Serpentinform auffaßt. [Vergl. Kretschmer, (9, 178)]. *Sempervivum hirtum* ist beiden Substraten gemeinsam. Die lange Zeit als ausschließliche „Serpentin-Spezialisten“ angesehenen *Sempervivum hirtum* β *Hillebrandtii* und *S. Pittonii* (nach Braun-Blanquet, l. c. „Neo-Endemismen“) wurden von Nevole und mir vereinzelt auch auf Magnesit nachgewiesen. Von Saxifragaceen ist *Saxifraga aizoon* und *Ribes grossularia* auf Serpentin und Magnesit vorhanden, wogegen ich *Saxifraga altissima* bisher nur einmal, — auf dem Magnesite der Jassing bei St. Michael angetroffen habe. Von Rosaceen sah ich *Potentilla arenaria* auf Serpentin häufiger als auf Magnesit, *P. caulescens* nur auf letzterem Substrat, *P. aurea* auf beiden, aber stets über einer mächtigeren Humusschichte; *P. Serpentina* Borb. wurde bisher in Steiermark nur am Serpentin des Hochgrößen nachgewiesen (30, 64), *Sorbus aria* ist auf Serpentin und Magnesit nicht selten. Unter den Papilionaceen treten *Genista pilosa* (eine Charakterart der *Festuca-glauca*-Assoziation), *G. sagittalis*, *Coronilla varia*, *Lathyrus silvester*, *Anthyllis vulneraria*, *Lotus corniculatus* auf Serpentin und Magnesit auf, desgleichen von Polygalaceen *Polygala amara* und *Chamaebuxus alpestris* (letzterer auf Magnesit häufiger), von Thymelaeaceen *Daphne mezereum*, von Umbelliferen *Seseli austriacum*, *Pimpinella magna*, während z. B. *Siler trilobum* mir nur vom Serpentin bekannt ist. Sehr bezeichnend ist wieder die Art der Beteiligung der Ericaceen an der Besiedelung beider Substrate: *Calluna vulgaris*

tritt auf Serpentin wie auf Magnesit in geschlossenen Beständen nur über mächtiger Humusdecke, in lichterem auch über wenig Humus auf, *Erica carnea* auf beiden Substraten meist nur bei geringer Humusauflagerung. Über die interessanten Mischbestände, welche die beiden Arten gelegentlich auf Serpentin und Magnesit bilden, wird noch später eingehender berichtet. *Vaccinium myrtillus* und *V. vitis idaea* verhalten sich auf Serpentin und Magnesit im allgemeinen wie *Calluna*. Nur auf Serpentin sah ich *Rhododendron intermedium*, dagegen *Rh. hirsutum* sowohl auf Serpentin als Magnesit und ebenso *Rh. ferrugineum* (dieses auf Magnesit aber nur über mächtiger Humusdecke). Die relativ starke Beteiligung der Ericaceen mit ihren \pm oligotrophen Arten erscheint mir für die allgemeine Nährstoffarmut beider Substrate sehr bezeichnend! Von Primulaceen sah ich auf Serpentin und Magnesit nur *Cyclamen europaeum* (auf Magnesit häufiger); von Plumbagineen ist das Vorkommen von *Armeria elongata* und *A. alpina* auf Serpentin (nicht aber auf Magnesit) bemerkenswert. Unter den Gentianaceen wird *Gentiana cruciata* und *G. asclepiadea* öfter auf beiden Substraten beobachtet, von Borraginaceen *Anchusa officinalis*, von Labiaten *Teucrium chamaedrys*, *Prunella grandiflora*, *Salvia verticillata*, *Calamintha alpina*, *Thymus ovatus*. Dagegen sah ich den über Serpentin beobachteten *Thymus lanuginosus* Mill β *Kosteletzianus* (Opiz) H. Br. und *Thymus praecox var spathulatus* Opiz (Charakterart der *Festuca*-Assoziation des Gurhofgrabens) auf Magnesit bisher nicht. Von Scrophulariaceen kommt z. B. *Veronica spicata* und *Verbascum austriacum* auf beiden Substraten vor. Unter den Rubiaceen ist *Asperula odorata* vom Serpentin, von Dipsaceen *Scabiosa ochroleuca* von beiden Substraten bekannt. Von Campanulaceen tritt *Campanula barbata* sowohl auf Serpentin wie auf Magnesit nur über mächtigerer Humusdecke auf. Von Kompositen ist *Buphthalmum salicifolium*, *Arnica montana*, *Antennaria dioica* auf beiden Substraten zu finden (letztere beide nur über starke Humusdecke). Die auf Serpentin nicht seltene *Centaurea Triumphetti* All (Charakterpflanze der *Festuca*-Assoziation; Gurhof) bzw. *C. Triumphetti* All. a. *axillaris* sah ich auf Magnesit nicht. Unter den Gramineen wird das von der extrem xerophilen, Schutt stauenden *Festuca glauca* gebildete *Festucetum glaucae* mit Recht als für typisch dysgeogenen Serpentin allgemein besonders bezeichnend angeführt [(Kretschmer (9, 175, 203) und Nevole (18, 63)] und kommt auch auf Magnesit, wenngleich seltener, vor. *Molinia arundinacea* scheint sowohl auf Serpentin wie auf Magnesit mehr feuchte Stellen zu bevorzugen. *Nardus stricta* kommt auf beiden Substraten nur über mächtigerer Humusdecke vor. *Andropogon Ischaemum* und *Stipa capillata* sind wohl vom Serpentin, nicht aber vom Magnesit bekannt. Von Liliaceen kommen *Allium montanum*,

Anthericum ramosum, *Tofieldia calyculata*, *Veratrum album* auf beiden Substraten (letztere Art nur über Humus), desgleichen von Orchidaceen, z. B. *Epipactis latifolia* vor.

Ich bin mir ohneweiters darüber klar, daß der hier angeführten Gegenüberstellung von Arten der Serpentin- bzw. Magnesitflora mancherlei Mängel anhaften, vor allem der, daß ich, speziell bei jener des Magnesits, bisher die Frühjahrsflora nicht berücksichtigen konnte, die immerhin manche weitere Arten liefern dürfte. Wir werden vielleicht ein wesentlich reichhaltigeres Bild von der Magnesitflora bekommen, wenn erst einmal die botanische Erforschung alle anderen über ganz Europa zerstreuten Lagerstätten dieses Gesteins erfaßt hat, über deren Flora derzeit so gut wie gar nichts bekannt ist, so jene vom Pyli auf Euboea, von Kassandra in Mazedonien, von der Insel Elba, von Spanien (Provinz Santander bei Reinsa), von Ungarn (Komitat Gyömör), von Mähren (Hrubschitz), von Schlesien (Baumgarten), von Schweden (Provinz Norbotten, Kirchspiel Ovikkjök), und des Ural (Gouvernement Orenburg). [In der Arbeit Hayeks, (7, 21, 22) welche auch die Insel Euboea einbezieht, werden von dort weder *Asplenium cuneifolium*, noch *A. adulterinum* angeführt und auch eine Anfrage an das Institut für Botanik an der Universität Athen (Prof. J. Politi) ergab in dieser Hinsicht ein negatives Resultat.] Wir müssen uns also vorläufig mit dem, was wir derzeit über die Magnesitflora wissen, abfinden, und ihren Charakter soweit als möglich (unter Vorbehalt späterer Ergebnisse) zu skizzieren versuchen.

Überblicken wir die Phanerogamen-Vegetation beider Gesteine, so zeigt sie eine unverkennbare Parallele zur Kryptogamen-vegetation derselben. Hier wie dort begegnen wir (auf Magnesit wie auf Serpentin) „Serpentinmorphosen“, z. T. von denselben Arten gebildet, auf Magnesit allerdings weit seltener (wie ja auch *Asplenium cuneifolium* und *A. adulterinum* auf diesem Substrate an Häufigkeit ihres Vorkommens weit hinter dem Serpentin zurückstehen). Der Prozentsatz an bodenvagen Arten ist auch in der Phanerogamenflora beider Gesteine ein hoher; an zweiter Stelle kommen dann die Kalk-, an letzter die Kieselpflanzen, die auf Magnesit besonders stark in den Hintergrund treten. Für die richtige Bewertung der Pflanzendecke bzw. der edaphischen Eigenart beider Substrate erscheinen mir aber noch einige andere Momente wichtig, die für die Beurteilung des ganzen Serpentinpflanzen-Problems von Bedeutung sind und deshalb hier angeführt werden sollen.

Das ist zunächst die Tatsache, daß sowohl auf Serpentin, wie auf Magnesit bisweilen nebeneinander Serpentinform und die zu ihr gehörige Stammform auftreten können. So *Asplenium adulterinum* neben *A. viride*, *Dianthus capillifrons*, neben *D. carthusianorum*, *Sempervivum*

hirtum β *Hillebrandtii* neben *S. hirtum*! Die auch von namhaften Forschern lange Zeit vertretene Ansicht, daß die selektive Wirkung des Serpentin sich vor allem darin äußere, daß die Serpentinform die Stammform neben sich nicht aufkommen lasse (eine Ansicht, die man logischerweise auch auf den Magnesit ausdehnen müßte!) ist damit wohl endgültig erledigt! Sehr wesentlich erscheint mir auch der Umstand, daß fallweise sowohl dem Magnesit als dem Serpentin die früher erwähnten Mischbestände von *Erica* + *Calluna* eigen sind (für Magnesit erst im Sommer 1933, — Dienten — von mir festgestellt). Sie rechtfertigen aufs Neue die Annahme, daß entweder dort, wo diese beiden Pseudovikaristen (im Sinne Vierhappers) in inniger Vergesellschaftung, auf humusarmen Boden wachsen, die pH-Werte der Bodenlösung auf kleinstem Raume stark divergieren können, oder aber, daß die Anpassung der beiden an den pH-Wert des Bodens eben gar keine so gegensätzliche ist, wie man bisher glaubte. Mit anderen Worten, daß, sowie für *Erica carnea* bereits vor längerer Zeit eine Aziditäts-Haupt- und Nebenamplitude nachgewiesen wurde (vergl. Gams, (3, 16) Hauptamplitude pH = 6·2—7·2, Nebenamplitude pH = 5·2—5·4), ein ähnliches Verhalten auch für *Calluna* zutrifft. Vielleicht bestehen auch beide Annahmen nebeneinander zu Recht! Jedenfalls wird man gut tun, ein solches Nebeneinander von Kalk- und Kieselpflanzen mit besonderer Aufmerksamkeit zu verfolgen und es ist wohl nicht zuviel gesagt, wenn ich behaupte, daß gerade Gesteine, wie Serpentin oder Magnesit sich als sehr geeigneter Prüfstein für die stenözische oder euryözische Auffassung mancher Arten erweisen dürften! Die auffälligste Übereinstimmung in der Gesamtvegetation von Serpentin und Magnesit besteht zweifellos in dem Auftreten beider Serpentinfarne auf diesen Substraten. Und da erscheint es mir wohl am Platze, aus den vielen, da und dort gesammelten Beobachtungs-Tatsachen ein abgerundetes Bild der Standortsansprüche und des Lebensraumes, zunächst von *Asplenium cuneifolium* zu formen.

Asplenium cuneifolium ist sowohl auf Serpentin wie auf Magnesit in erster Linie typischer Chasmophyt, in zweiter Linie Exochomophyt. Auf Serpentin erweist er sich einem pH-Werte von 6·3 bis 7·7, auf Magnesit auch einen solchen von pH = 8·7—8·8, angepaßt. (Nur eine Messung!) Seine Gesamtanpassung bewegt sich demnach zwischen pH = 6·3—8·8. Mit dieser Anpassungsbreite ließe er sich ungefähr in die Gruppe der „Basiphil-Neutrophilen“ im Sinne Braun-Blanquet (2, 140) einreihen, falls ein solches Bedürfnis überhaupt besteht (wenigstens auf Serpentin, während die bei obigem Werte auf Magnesit beobachtete Pflanze allerdings schon als ausgesprochen „basiphil“ zu bezeichnen wäre). Er liebt auch flachgründige Ablagerungen,

besiedelt Schutt und Gerölle, fehlt aber über mächtigerer Erdkrume. So traf ihn Kretschmer (9, 179, 181) z. B. in der Variante VI (Erdschicht 40—70 cm), nicht mehr an und ich selbst habe ihn bisher nur einmal über einer wenig mächtigeren Erdauflagerung (zirka 50 cm, Mischboden aus Serpentin + Magnesit am Dürenberge) vorgefunden. Er bevorzugt auch — als Exochomophyt — ganz ersichtlich einen gewissen Grad der Mobilität des Bodens und der Steilheit der Böschung (wodurch die Bildung geschlossener Pflanzenvereine und das Aufkommen der Konkurrenz erschwert wird!) Nach Kretschmers und meinen Beobachtungen scheint ein Neigungswinkel von 30°–40° oder darüber besonders geeignet zu sein. In der Variante VI Kretschmers mit 20°–25° fehlt er bereits, desgleichen an flachen, ebenen Stellen, wo Boden- und Vegetationsklimax rascher erreicht wird und Rohhumusbildung mit stark saurer Reaktion sich einstellt. Er meidet ausgesprochen feuchte, dauernd benetzte Standorte oder solche mit stagnierendem Wasser. Süd-, Südwest- oder Südostlagen werden von ihm ganz ersichtlich bevorzugt, ohne daß er aber Nord-, Nordwest- oder Nordostlagen gänzlich meidet. Besonders tritt diese Bevorzugung in der Nähe der oberen Verbreitungsgrenze, bzw. bei gesteigerter Niederschlagsmenge, hervor, womit die thermophile Veranlagung der Pflanze wohl deutlich gekennzeichnet ist. Die jährliche Niederschlagsmenge der Standorte der Pflanze auf Serpentin bewegt sich zwischen zirka 500 mm (Mohelno) bis 1500 mm (Lärchkogel); am häufigsten wird er bei einem Werte von 700—800 mm angetroffen. Seine Horizontalverbreitung (in Europa) reicht von 40° n. B. (Sagunt) bis zum 57° n. B. (Aberdeen), seine Vertikalverbreitung in Mitteleuropa von zirka 260 m (Mohelno) bis 2000 m (Schweiz). Vergl. Lämmermayr (13). [Von mir wurde *A. cuneifolium* am Lärchkogel in 1620 m Höhe, von H. v. Wissmann auch am Hochgrößen — ohne Angabe der Höhenzahl — aufgefunden. Wahrscheinlich handelt es sich in letzterem Falle um das Intervall von 1650–2000 m]. In soziologischer Hinsicht ist folgendes festzustellen: *A. cuneifolium* tritt als Chasmophyt, von Algen, Moosen, Flechten abgesehen, oft ohne jede Konkurrenz auf. Die *Festuca glauca*-Assoziation tritt dort — in Spalten — stark zurück, Kretschmer (9, 188). In der Fels- und Schuttflur erscheint er sehr oft im Gefolge der *Festuca glauca*-Assoziation, geht im Gurhofgraben in Variante VII auch noch in die Gesellschaft von *F. glauca* + *F. ovina* über (9, 179) tritt in das von *Erica carnea* gebildete Ericetum ein, auch in Mischbestände derselben mit *Calluna vulgaris* (allerdings mit engerem Anschlusse an erstere), selbst in lichtere Gruppen der letzteren (z. B. in schütterem Föhrenwald bei stärkerem Bodengefälle), niemals aber in geschlossene, reine Bestände der *Calluna vulgaris* und ebensowenig in solche von *Vaccinium myrtillus*,

V. vitis idaea, *Nardus stricta*. Seines besonders innigen Anschlusses an die *Pinus silvestris*-Formation wurde bereits früher gedacht. Es hängt dies (abgesehen von dem oligotrophen Charakter beider Pflanzen) vor allem mit dem relativ hoch gelegenen Lichtgenußminimum von *A. cuneifolium* zusammen ($L = \frac{1}{14}$ bis $\frac{1}{20}$), das ihm den Eintritt in tief-schattende Bestände verwehrt. Vergl. L ä m m e r m a y r (10, 391).

Die Standortsansprüche von *Asplenium adulterinum* scheinen sich weitgehend mit jenen von *A. cuneifolium* zu decken. Dafür spricht schon sein häufiges Zusammenvorkommen mit voriger Art auf Serpentin am gleichen Standorte. Er ist wie diese meist typischer Chasmophyt (weit seltener Exochomophyt) und bevorzugt gleichfalls Stellen geringster Konkurrenz. Sowohl auf steirischen, wie auf mährischen Serpentin tritt es öfters im Gefolge der *Festuca glauca*-Assoziation auf. In Bezug auf Exposition ist es weniger wählerisch als *A. cuneifolium*, liebt wohl auch warme, trockene Standorte, kommt aber ungleich häufiger als vorige Art auch in Nordlagen vor (weniger thermophil!) Sein Lichtgenuß bewegt sich innerhalb engerer Grenzen ($L = \frac{1}{13} - \frac{1}{5}$). Vergl. L ä m m e r m a y r, (10, 391). Der Grad der Oligotrophie ist wohl der gleiche wie bei *A. cuneifolium*. Am wenigsten erforscht ist der Grad seiner Anpassung an den pH-Wert des Bodens, da hierüber nur Beobachtungen von Novák vorliegen, nach denen sich dieser Wert zwischen 6·0—6·8 bewegt. Die jährliche Niederschlagsmenge seiner Standorte auf Serpentin bewegen sich zwischen zirka 600 mm (Libochovec) bis 1500 mm (Lärchkogel). In horizontaler Richtung reicht der Farn in Europa von zirka 46° bis zirka 63° n. B.; in vertikaler, soweit mir bekannt, von zirka 350 m (Windischfeistritz) bis 1620 m (Lärchkogel).

Auf Magnesit wurden Serpentinfarne bis jetzt überhaupt erst in 5 Fällen beobachtet und zwar zweimal *A. cuneifolium* (Sattlerkogel, Gulsen) und dreimal *A. adulterinum* (Oberdorf, Arzbachgraben, Eichberg). Am Sattlerkogel tritt *A. cuneifolium* wie auf Serpentin, in einem schütterten Pinetum in typischer Ausbildung, allerdings nicht sehr zahlreich auf [Seehöhe 700 m, Exposition West, Niederschlagsmenge 800—900 mm], in der Gulsen ganz isoliert, ohne jede Konkurrenz (600 m, Ost, 700—800 mm). *Asplenium adulterinum* ist an allen 3 Standorten (Oberdorf, 850m, W., 900—1000 mm, Arzbachgraben, 900 m, S., 1000—1200 mm, Eichberg 700 m, N., 900—1000 mm) ziemlich häufig, typisch entwickelt, im Arzbachgraben, wo es auch von *Festuca glauca* begleitet wird, sogar von besonderer Üppigkeit der Wedelentwicklung. Soweit dies aus den wenigen Beobachtungen überhaupt zu schließen erlaubt ist, scheint die Exposition für beide Farne, besonders für *A. adulterinum* auf Magnesit eine geringere Rolle zu spielen wie auf Serpentin, dagegen ein geringerer Grad von Konkurrenz für ihre

Ansiedlung maßgebend zu sein. Über die stark nach der alkalischen Seite verschobene Anpassung des *A. cuneifolium* auf Magnesit (pH-Wert) wurde schon früher berichtet; für *A. adulterinum* fehlen analoge Messungen auf Magnesit zur Zeit gänzlich, wenn es auch keinem Zweifel unterliegen kann, daß sie obiges Ergebnis nur bestätigen würden.

Die im vorigen gegebene Charakteristik der Standortsansprüche beider Serpentinfarne wäre aber eine unvollständige, wenn wir die Tatsache verschweigen würden, daß beide außer auf Serpentin und Magnesit auch noch auf anderen Gesteinen gefunden wurden und es unterließen, den näheren Umständen dabei nachzugehen. Sind doch gerade diese „Ausnahmen“ für die Frage nach der „Bodenstetigkeit“ beider Farne, für den Grad der Eignung eines Gesteins für ihre Ansiedelung, für das ganze Serpentinpflanzen-Problem von allergrößter Bedeutung. Solange man *Asplenium cuneifolium* und *A. adulterinum* nur vom Serpentin und Magnesit kannte, schien die Sache ja einfach, die Erklärung leicht zu liegen. Die beiden Farne seien eben in erster Linie an den Magnesiumreichtum dieser Gesteine, bzw. an das Magnesiumsilikat des Serpentin oder das Magnesiumkarbonat des Magnesits angepaßt und und speziell Novák versuchte darzutun, daß das Vorhandensein der Relation $\frac{\text{Mg O}}{\text{Ca O}} > 1$ im Gestein wie im Sekundärboden desselben eine unbedingte Voraussetzung für die Bildung von Serpentinomorphosen überhaupt sei, eine Theorie, die neuestens Gams (3, 29, 30) entschieden ablehnt und als zur Erklärung der Verbreitungstatsachen als nicht ausreichend bezeichnet. Die Tatsache, daß z. B. *Asplenium cuneifolium* auch auf einem Mischboden aus Serpentin und Magnesit gedeiht, erscheint, auch ohne daß man sich deswegen auf Novaks Standpunkt stellen müßte, ohneweiters verständlich. Schwieriger wird schon die Erklärung, warum derselbe Farn von Serpentin auf benachbarte andere Gesteine wie Granulit (Adolfstal) oder Orthogneis (Gabraungraben) und *A. adulterinum* unter gleichen Umständen auf Micaschist-Gneis (Raskov) übergeht. Novak (21, 51, 52) behilft sich im Falle Adolfstal und Raskov damit, daß er eine örtliche Beeinflussung bzw. Veränderung des Nachbargesteins durch den Serpentin annimmt, (verwehte Serpentin splitter oder Zufuhr magnesiareicher Lösungen vom Serpentin her), eine Möglichkeit, die allerdings nicht rundweg zu leugnen ist und die ich auch in dem von mir beobachteten Falle (Gabraungraben) nicht ausschließe. Nach Novák wäre ein solcher lokal veränderter bzw. serpentinisierter Boden in seiner Wirkung schlechtweg einem Serpentinboden gleichzusetzen, was ich nur unter der Voraussetzung gelten lassen kann, daß die in demselben von Novák beobachtete Relation $\frac{\text{Mg O}}{\text{Ca O}} > 1$ wirklich eine dauernde ist, eine Annahme, die mir im Hinblick auf die gewissen Zufälligkeiten unterliegende Beein-

flußung von Seite des Serpentin nicht sehr glaubhaft erscheint. Nun hat Suza neustens *Asplenium adulterinum* aber auch auf Melaphyr aufgefunden (27, 15, 19, 20), also auf einem Gestein, in welchem in der Regel die Relation $\frac{\text{Mg O}}{\text{Ca O}} < 1$ ist. (Eine Analyse des dortigen Melaphyrs gibt Suza allerdings nicht). Novák könnte sich demgegenüber zwar darauf berufen, daß möglicherweise doch im Sekundärboden dieses Melaphyrs die Relation $\frac{\text{Mg O}}{\text{Ca O}} > 1$ vorhanden sein könnte. Angenommen, dies träfe zu, so wäre damit doch nur das eine bewiesen, daß auch in anderen Gesteinen, als Serpentin und Magnesit und unabhängig von der Beeinflussung durch dieselben lokal in deren Verwitterungsböden die Relation $\frac{\text{Mg O}}{\text{Ca O}} > 1$ zustandekommen und damit — nach Novák — die primäre Voraussetzung für die Bildung von Serpentinomorphosen geschaffen werden könne. Sollte aber in obigem Melaphyrboden $\frac{\text{Mg O}}{\text{Ca O}} < 1$ sein, so gerät die ganze chemische Theorie Nováks arg ins Schwanken. Übrigens muß Novák selbst zugeben, daß sich „Serpentinpflanzen“ gelegentlich auch auf Gesteine, in denen $\frac{\text{Mg O}}{\text{Ca O}} < 1$ ist, „verirren“ können, vorausgesetzt, daß dort die Konkurrenz gering ist! Gerade diesem Faktor kommt aber, wie neustens auch Gams betont, allerhöchste Bedeutung zu. Nach ihm (3, 30) müssen „dem Serpentinboden Eigenschaften zukommen, die eine große Zahl von Konkurrenten ausschließen und damit diesen Boden zur Konservierung anderwärts unter den heutigen Verhältnissen nicht mehr konkurrenzfähiger Pflanzen geeignet machen, ob diese nun einen größeren Gehalt an Magnesium fordern oder nicht, wenn sie ihn nur vertragen. Diese Eigenschaften sind teils chemischer, teils physikalischer Natur.“ Serpentin und Magnesit stimmen nun, wie ich bereits mehrfach betont habe, darin überein, daß sie, bei gleichzeitig hohem MgO Gehalt, außerordentlich nährstoffarme, meist auch warme und trockene Böden sind. Es wäre daher sehr wohl denkbar, daß sich „Serpentinpflanzen“ auch bei Abwesenheit größerer Mengen von MgO auf einem Gesteine bzw. Boden zurecht finden könnten, wenn es nur in der angedeuteten Richtung, speziell auch in seiner Reaktion, mehr oder weniger weitgehende Übereinstimmung mit Serpentin bzw. Magnesit aufweist. Je geringer der allgemeine Nährstoffgehalt eines Gesteins, bzw. Bodens ist, desto minimaler wird im allgemeinen auch die Konkurrenz dort sein. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß auch lokal auf einem nährstoffreicherem Gesteine geomorphologisch bedingte Stellen geringster Konkurrenz sich bilden können. Auch auf Serpentin oder Magnesit, diesen beiden, wie es scheint, für sie günstigsten Substraten, besiedeln z. B. die beiden Serpentinfarne nicht wahllos das ganze, ihnen zur Verfügung stehende Terrain, erweisen sich vielmehr auch hier in erster Linie als Lokal-Anzeiger für bestimmte chemisch-physikalische Eigenschaften desselben und den

dadurch bedingten Grad der Konkurrenz! Wenn ich vorhin Serpentin und Magnesit als optimale Substrate der beiden Serpentinfarne bezeichnete, so will ich damit keineswegs sagen, daß sie in dieser Hinsicht einander völlig äquivalent sind. Im Gegenteile! Gerade in Steiermark kann man sehr schön verfolgen, wie nur dort, wo weit und breit kein Serpentin vorhanden ist, der Magnesit dann ersteres Gestein ohneweiters zu ersetzen vermag, wie im Magnesitzuge Oberdorf—Sattlerkogel—Arzbachgraben—Eichberg, in dessen Verlaufe beide Serpentinfarne vorkommen, wogegen dort, wo Magnesit an den Serpentin grenzt oder in dessen Zug eingeschaltet ist, wie bei Kraubath oder im Sunk, Serpentinfarne ihn nur vereinzelt (bei geringster Konkurrenz) vom Serpentin her ihn besiedeln oder aber ganz überspringen. Nach dem, was wir über die Bedeutung des „Kalkfaktors“ bzw. die Giftwirkung des MgO wissen, können ebenfalls Serpentin und Magnesit nicht als völlig gleichwertig bezeichnet werden. Denn letzterer enthält, dem Serpentin gegenüber, noch mehr als MgO und gleichzeitig weniger CaO, könnte daher schon aus diesem Grunde unbeschadet seiner sonstigen Angleichung an den Serpentin, stärker selektiv wirken wie dieser. Hält man sich vor Augen, daß die Anpassung der eigentlichen Serpentinpflanzen an den Chemismus des Substrates eine doppelte ist, einerseits an die allgemeine Nährstoffarmut desselben, andererseits an den hohen MgO Gehalt [in dieser Hinsicht könnte man sie geradezu als Bindeglied zwischen den „gelikolen“ und „halikolen“ Pflanzen im Sinne Golas (5) bezeichnen], andererseits die Erwägung, daß die „Serpentinpflanzen“ bzw. deren Stammformen zunächst vielleicht auf anderen Böden die Fähigkeit erlangt haben, immer größere Mengen von MgO bei gleichzeitiger allgemeiner Nährstoffarmut zu vertragen bzw. zu speichern, bis sie sich an den Serpentin gewöhnten, daselbst fixiert wurden und zu größter Üppigkeit gelangten, so ist die Annahme nicht von der Hand zu weisen, daß ihre Anpassung an Magnesit nicht gleichzeitig mit jener an Serpentin, sondern vielleicht erst in einem späteren Zeitpunkte erfolgte. Da als Entwicklungszentrum der Serpentinpflanzen die Balkanhalbinsel angesehen wird (vergl. Gams, 3, 29), und von dort aus wahrscheinlich auch Steiermark von ihnen besiedelt wurde, so wäre es, falls sie dort oder unterwegs nirgends auf Magnesit stießen, nicht ausgeschlossen, daß ihre Ansiedelung auf diesem Gesteine zum erstenmale im Gebiete der heutigen Steiermark erfolgte.

Die Vielheit und Verschiedenartigkeit der Serpentin und Magnesit besiedelten Pflanzen ist ein beredter Ausdruck dafür, daß zwar die „Serpentinpflanzen“ eine besondere, weitgehende Form der Anpassung an diese Substrate darstellen, daß aber auch sehr viele andere Arten

sich — ohne formative Abänderung — mit der Eigenart derselben abgefunden haben, sei es, daß sie gegen die Giftwirkung des MgO überhaupt verschieden empfindlich sind oder daß sie diese Wirkung auf verschiedene Art kompensieren können. Daß sowohl der Serpentin als — in noch höherem Grade — der Magnesit trotz ihrer Armut an CaO zahlreichen Kalkpflanzen die Ansiedelung ermöglichen, kann physikalisch (in der Thermik beider Böden) ebensogut begründet sein, wie im Chemismus derselben. Denn wir wissen, daß oft schon Spuren von Kalk das Auftreten von Kalkpflanzen gestatten, sowie daß Ca- und speziell Mg-Ionen die Versauerung des Bodens in hohem Grade verzögern (da sie die Alkalinität stark erhöhen), wodurch auf Serpentin wie auf Magnesit sowohl für Kalkpflanzen als auch die beiden Serpentinfarne günstige, bzw. erträgliche Reaktionsverhältnisse geschaffen werden. In dieser Hinsicht arbeitet der hohe MgO-Gehalt des Serpentin und Magnesits der Wirkung der allgemeinen Nährstoffarmut beider, welche eine Versauerung fördern würde, mit Erfolg entgegen und begünstigt augenscheinlich die Stabilität bzw. lange Dauer von Assoziationen daselbst. Manche derselben, wie das *Festucetum glaucae*, die Assoziation der Serpentinfarne, das *Ericetum*, ja selbst die Mischbestände von *Erica* + *Calluna* mögen lokal sogar Endstadien (Schlußvereine) der Vegetation darstellen. Jedenfalls gewinnt man bei einer Betrachtung der Pflanzendecke des Serpentin und Magnesits den Eindruck, daß die mit der Vorherrschaft der Azidophyten sich einstellende Nivellierung der Vegetation hier erst spät eintritt. Die Serpentinflora hat in den Serpentinpflanzen (Serpentinomorphosen) deren Stammformen zum größeren Teile kalkliebend, zum geringeren bodenvag oder kieselhold sind, ihre spezifische Note und in ihrer übrigen Pflanzendecke den Charakter eines Bindegliedes zwischen Silikat-(Urgesteins) und Karbonat (Kalk)flora, in ihren teils tertiären, teils xerothermen Relikten auch in hohem Grade den Charakter einer Reliktflora, worauf Gams (3, 30) neuestens besonders hinweist. Die Magnesitflora hat Hayek (6, 29) seinerzeit dahin charakterisiert, daß er sagt, sie zeige, abgesehen von dem Vorkommen von *Asplenium adulterinum*, keine wesentlichen Unterschiede gegenüber der Kalkflora. Heute wissen wir von der Magnesitflora wesentlich mehr. Sie hat mit der Serpentinflora beide Serpentinfarne und noch einige andere Serpentinomorphosen bzw. Endemismen, gemein, beherbergt in geringerem Maße Relikte, wie diese, ist auch keine reine, vollwertige Kalkflora, sondern eine verarmte Variante derselben, welche in ihren gelegentlichen Mischbeständen von Kalk- und Kieselpflanzen sowie in dem allerdings seltenen Auftreten sogar kieselsteter Arten auch unzweifelhafte Beziehungen zur Silikatflora aufweist. Gerade in den letzten 30 Jahren ist auf dem Gebiete der

Erforschung der Serpentin- und Magnesitflora sehr viel, mehr wie vorher, geleistet worden. Trotzdem ist das Problem noch nichts weniger wie geklärt. Wenn Schroeter in seinem Pflanzenleben der Alpen (I, S. 115) schreibt: „Wir kennen bis jetzt weder die Standortsansprüche der einzelnen Arten, noch die Standortbedingungen daselbst, noch die gegenseitige Einwirkung aufeinander (Konkurrenz), um für jede bestimmte Faktoren-Kombination eines Gebietes, die ihre entsprechende Pflanzengesellschaft etwa voraussagen zu können; das wäre aber das Ideal, nach dem die Pflanzensoziologie zu stehen hätte“, so können wir dieses ehrliche Eingeständnis eines großen Forschers auch hinsichtlich der Serpentin- und Magnesitflora nur voll und ganz unterschreiben. Das soll uns aber nicht entmutigen, vielmehr nur ein neuerlicher Ansporn für weitere Beobachtungen und Untersuchungen auf diesem hochinteressanten, wenn auch schwierigerem Gebiete sein!

Schriftenverzeichnis.

- (1) Anders, J., Die Laub- und Strauchflechten Mitteleuropas, 1928.
- (2) Braun-Blanquet, J., Pflanzensoziologie, Berlin 1928. (Biol. Studienbücher VII).
- (3) Gams, H., Über Reliktföhrenwälder und das Dolomitphänomen. S. A. aus Rübél, Ergebnisse d. int. pflanzengeogr. Exkursion durch die Tschechoslovakei und Polen, 1928. Veröff. d. geobot. Inst. Rübél in Zürich, H. 6. S. A.
- (4) Geitler, L., Cyanophyceae (in Rabenhorst, Kryptogamenflora, XIV. Bd. Algen, 1932).
- (5) Gola, G., Studi sui rapporti fra la distribuzione delle piante e la costituzione fisicochimica del suolo. Ann. d. Botanica III, Roma, 1905, 1910.
- (6) Hayek, A., Pflanzengeographie von Steiermark. M. N. V. f. St. Bd. 59, 1923.
- (7) — Prodrömus Florae peninsulae Balcanicae, Bd. I, 1927, Feddes Repertor. Beihefte. Bd. 30.
- (8) Kostytschew, S., Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, Berlin, 1926.
- (9) Kretschmer, L., Die Pflanzengesellschaften auf Serpentin im Gurhofgraben bei Melk. V. Z. b. Ges. Wien, Jahrg. 1930. Band LXXX.
- (10) Lämmermayr, L., Materialien zur Systematik und Ökologie der Serpentinflora. I. Neue Beiträge zur Kenntnis der steirischen Serpentinflora. Sitzber. Akad. d. Wiss. Wien, 1926. M. N. K. Abt. I, 135. Bd. H. 9.
- (11) — Materialien zur Systematik und Ökologie der Serpentinflora. II. Das Problem der Serpentinpflanzen, eine kritische ökologische Studie. Sitzber. Ak. d. Wiss. Wien, 1927. M. N. K. Abt. I, 136. Bd. H. 1, 2.
- (12) — Weitere Beiträge zur Flora der Magnesit- und Serpentinböden. Sitzsb. Ak. d. Wiss. Wien, 1928. M. N. K. Abt. I, 137. Bd., H. 1, 2.
- (13) — *Asplenium cuneifolium* Viv und *Asplenium adulterinum* Milde in: Pflanzenareale, I. Reihe, H. 8, Jena 1928.
- (14) — Vierter Beitrag zur Ökologie der Flora auf Serpentin- und Magnesitböden. Sitzber. Ak. d. Wiss. Wien, 1928. M. N. K. Abt. I, 137. Bd., H. 10.
- (15) — *Asplenium adulterinum*, neu für die Flora von Niederösterreich (nebst Bemerkungen über die Farnflora auf Magnesit und Serpentin). M. N. V. f. St., Bd. 67, 1930.
- (16) — Neue floristische Ergebnisse der Begehung steirischer Magnesit- und Serpentinlager. V. Z. b. Ges., Wien, 1930, Bd. 80.
- (17) Lindau, G., Kryptogamenflora, Flechten, 1923.
- (18) Nevole, J., Flora der Serpentinberge in Steiermark, Brno. 1926. Acta soc. nat. Morav. T. 3, Fasc. 4, Sign. F. 24.
- (19) Nováček, F., De nova specie generis *Gloeocapsa*, *Gloeocapsa* Dvoráki Nov. (spec. nova) Zprávy komise na přírodovědecký výzkum Moravy a Slezska Oddělení botanické č. 7., Brno 1929. S. A.
- (20) — De nova specie generis *Entophysalis*, Acta societatis scientiarum naturalium Moravicae. T. VII. Fasc. 3, Sign. F. 35, Brno 1932. S. A.
- (21) Novák, A. F., Quelques remarques relatives au problème de la végétation sur les terrains serpentiniques, Preslia, Vol. 6, 1928. S. A.
- (22) Richter, O., Anwendung selektiver Nährböden bei der Reinzucht der Algen. Ö. b. Z. 1919,
- (23) Schimper, A. F. W., Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage, Jena, 1908.
- (24) Schroeter, C., Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1925 (3. Lief.)

- © Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
- (25) **Suz a, J.**, Xerothermni Květena pokladu serpentinových na dolním toku Ihlavky, Brno 1921. Zvláštní otisk z časopisu moravského musea zemského, Roč XX.
 - (26) — **Lichenologický Rác** zá padočeských Serpentinu., Brno 1927. Zvláštní otisk. z časopisu moravského zem Musea, Roč XXV.
 - (27) — **Flora in rupibus melaphyricis apud pag. Primovce in Distr. Spiš, Slovakiae; Statio Allii stricti Schrad.** Extrait de la Revue „Sborník Muzéalnej slovenskej spoločnosti“ à Turčiansky, Sv. Martin, Année XXIV, 1930. 3—4. S. A.
 - (28) — **Vergleichende Studie über die Flechtenflora der Serpentine von Mohelno, Gurhof und Kraubath.** Sbornik Přírodovědecké Společnosti v. Morav. Ostravě 1930/31,
 - (29) **Stizenberger, E.**, Lichenes helvetici eorumque stationes et distributio. St. Gallen. 1893.
 - (30) **Wis smann, H.**, Das mittlere Ennstal. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde, 25. Bd. H. 1, 1927 (Stuttgart).
 - (31) **Zollitsch, L.**, Zur Frage der Bodenstetigkeit alpiner Pflanzen mit besonderer Berücksichtigung des Aziditäts- und Konkurrenzfaktors. Flora oder allg. bot. Zeitschrift. Neue Folge. 22. Bd. Heft 1, 2. Jena 1927.

Nachtrag.

Unterdessen liegen bereits auch im Druck schon vor:

- L ä m m e r m a y r, L.**, Bericht über die floristische Begehung zweier steirischer Magnesitlager (Kaswassergraben bei Großreifling und Jassinggraben bei St. Michael). V. Z. b. Ges., Wien, LXXXIII. Bd. 1933 und
- **Floristische Ergebnisse einer Begehung der Magnesitlagerstätten bei Dienten** (Salzburg). Sitzsber. Ak. d. Wiss., Wien, 1933. M. N. K. Abt. I., Bd. 142, 8.—10. Heft.

Bei Zitaten im Texte bezieht sich die erste Nummer auf die Ziffer des Werkes im Schriftenverzeichnis, die folgenden Nummern auf die Seitenzahlen des Werkes.