

Serpentinvegetation in Nordbayern

Von K. Gauckler, Nürnberg

Gelegentlich biogeographischer Untersuchungen in oberfränkischen und oberpfälzischen Gebieten Bayerns traf ich sowohl am Nordsaum des Fichtelgebirges als auch an dessen Südrand auf eigenartige Pflanzengesellschaften.

Durch Besonderheiten der floristischen Zusammensetzung und durch Ursprünglichkeit des Wuchses wie durch die mineralogische und morphologische Beschaffenheit ihres Untergrundes heben sie sich gleichermaßen von der Umgebung stark und deutlich ab.

Sie bieten das interessante Bild einer in Deutschland so seltenen Serpentinvegetation.

Die untersuchten Standorte liegen einesteils im nordwestlichen Vorland des Fichtelgebirges an den steilen Serpentinfehlhängen des Schwesnitztales zwischen Wurlitz und Oberkotzau in Oberfranken, andernteils am südlichsten Rand des Fichtelgebirges auf Serpentinfehlhängen östlich der Fichtelnaab bei Grötschenreuth und Erbdorf in der Oberpfalz. Ihre Höhenlage reicht von 480 m bis 550 m ü. M. Das Jahresmittel der Niederschläge dürfte zwischen 700 mm und 800 mm schwanken, mit Sommerregen und Winterschnee. Das Mittel der Jahrelufttemperatur wird zwischen + 7° C und + 6,5° C betragen.

Vegetationsmäßig befinden wir uns an der unteren Grenze des hercynischen Berglandes, also normalerweise im Übergangsgebiet des Eichen-Hainbuchen-Waldes (bzw. des Eichen-Föhren-Waldes) der collinen Stufe zum Buchen-Tannen-Fichten-Mischwald der Montanstufe. Doch ist in der Umgebung die natürliche Zusammensetzung der Wälder infolge übersteigerter Holznutzung, Rodung und Forstkultur sehr verändert. Die Fichte und daneben die Föhre wurden in Reinbeständen angepflanzt, so daß heute eintönige Nadelbaumforste entstanden sind, unterbrochen von Ackerflur und Wiesen. Nur die engeren Untersuchungsbereiche sind wegen ihrer besonderen, felsigen Beschaffenheit von der Einwirkung des Menschen weitgehend verschont geblieben, abgesehen von einem benachbarten Steinbruchbetrieb, der sich bei Wurlitz leider bedrohlich vorschiebt und zu bereits eingeleiteten Schutzmaßnahmen zwingt.

Der anstehende Fels ist bläulichgrüner Serpentin, welcher im wesentlichen aus Magnesiumeisen-silikat besteht. Die Analyse des Serpentin bei Grötschenreuth ergab nach Gumbel folgende Zusammensetzung: SiO₂ 40,30%, MgO 34,21%, FeO 8,50%, Fe₃O₄ 1,35%, Al₂O₃ 1,30%, Cr₂O₃ 0,90%, CaO Spuren!, H₂O 13%. Dem Serpentinstock bei Wurlitz sind eingelagert Kalktonerdesilikate (Saussurit-Gabbro). Die flachgründigen, skelettreichen Serpentinverwitterungsböden sind schwach lehmig-feinsandig und durch Humus dunkelgrau bis schwarzbraun gefärbt. Sie zeigen saure Reaktion! Ihr pH liegt zwischen 5,5 und 4,6.

Je nach den besonderen Standortverhältnissen, wie Steilwände, Spalten, Terrassen, Schultern und Verebnungen, bieten die Serpentinfehlgebiete bei Wurlitz (Wojaleite), Grötschenreuth (Föhrenbühl) und Erbdorf (Kühstein) ganz verschiedenen Pflanzengesellschaften Lebensmöglichkeit:

1. Die Serpentinfehlwände besiedelt eine

Silikat-Blattflechtengesellschaft,

das

Parmelietum conspersae (Klement)

Charakteristisch sind für diese epilithische Assoziation die gelappten Lagerrosetten felshaftender Blattflechten, wie besonders der gelbgrüngrauen *Parmelia conspersa*, der braunen *Parmelia glomellifera* und der aschgrauen *Parmelia saxatilis*. Dazwischen erscheinen die bandförmige Strauchflechte *Ramalina pollinaria*, die dunkle Nabelflechte *Umbilicaria pustulata*, die graue Krustenflechte *Lecanora atra* und die dottergelbe *Candelaria vitellina*. Sie sind sämtlich Licht, Trockenheit und saures Substrat liebend! Ihre Areale sind boreomeridional mit zirkumpolarer Ausdehnung. Pflanzengeographisch bemerkenswert ist das überraschende Vorkommen der borealmontanen *Anaptychia melanosticta*. Vereinzelt erscheinen zwischen den Flechten auch die dunkelbraunen Decken der Lebermoose *Frullania dilatata* und *Fr. tamarisci* sowie die felshaftenden Polster der Laubmoose *Hedwigia albicans* und *Homalothecium sericeum*. Unser epipetrischer Blattflechtenverein ist weitverbreitet, vor allem auf kieselhaltigem Fels, wie Granit, Gneis und Sandstein. In einer sehr aufschlußreichen Bearbeitung der Flechtenvegetation der Oberpfalz hat O. Klement (i. Ber. Bayer. Bot. Ges., Bd. XXVIII, 1950) das häufige Vorkommen und die Zusammensetzung des *Parmelietum conspersae* auf Granitblöcken des Oberpfälzer Waldes behandelt. Daß diese Silikat-Blattflechten-Assoziation auch auf Serpentinfehl existieren kann, zeigt unsere Darstellung.*)

*) Anmerkung: Für die Bestimmung der Flechten habe ich Herrn Oscar Klement vielmals zu danken! G.

2. Die Ritzen der Serpentinfelsen bewohnt eine eigene

Serpentinfarn-Spaltengesellschaft,
das

Asplenietum serpentinicum

Sie ist ausgezeichnet durch zwei Streifenfarne, die streng an das namengebende Substrat gebunden sind. Diese beiden Charakterarten heißen *Asplenium adulterinum* und *Asplenium Adiantum-nigrum* L. subsp. *Serpentini* (Tausch) Koch = *Asplenium cuneifolium* Viv. = *A. Serpentinii* T. Daneben fehlt nie der kalkmeidende Streifenfarn *Asplenium septentrionale*. Zu ihm gesellt sich oft noch der bodenvage Streifenfarn *Asplenium trichomanes* und der Mischling *A. germanicum*. Die Serpentinfels-spalten bei Wurlitz besitzen dazu als besonderen Schmuck die weiß bis rosablühenden Rosettenpolster des Steinbreches *Saxifraga rosacea* Moench = *S. caespitosa* L. = *S. groenlandica* aut. Dunkelbraune Tapeten spannt die Lebermoosgattung *Frullania*, seidigrüne Flachpolster erzeugt das Laubmoos *Homalothecium sericeum*. Der humose Wurzelbereich der Farne zeigt deutlich saure Reaktion (pH = 5,3 bis 5,0).

Das Areal von *Asplenium serpentini* reicht von Südeuropa durch Mitteleuropa bis Nordeuropa (siehe Karte von Lämmermayr in Hegi, Bd. I, 2. Aufl.). *Asplenium adulterinum* geht in Sprüngen durch Mittel- und Nordeuropa. Beide Farne sind auffallend eng an Serpentin gebunden. *Saxifraga rosacea* (= *S. groenlandica*) ist dearktisch und geht von Grönland bis Mitteleuropa. Dieser Steinbrech ist im Gebiet als Eiszeitrelikt zu deuten.

Die geschilderte Serpentinfarn-Assoc. erscheint wieder in verarmter Ausgestaltung am Ostrand des Kaiserwaldes in Nordwestböhmen, im Frankenwald, im Vogtland, im Erzgebirge, in den Sudeten, im böhmisch-mährischen Bergland und in den Ostalpen. Als verwandte, südeuropäisch orientierte Gesellschaft hat zu gelten die von *Asplenium serpentini* und *Notholaena Marantae*. Sie wächst in Serpentinfels-spalten Südmährens (bei Mohelno), Niederösterreichs (Gurhofgraben bei Aggsbach-Melk), Steiermarks (Gulsen bei Kraubath) sowie in Südeuropa (Albanien [Markgraf, 1927], Italien [Pichi-Sermolli, 1948]). Im fennoskandischen Nordeuropa tritt an ihre Stelle eine subarktische Vergesellschaftung von *Asplenium viride* und *A. adulterinum* (Nordhagen, 1943, Rune, 1953).

3. Auf sehr flachgründigen, sonnigen Hangterrassen, Gesimsen und Schultern der Serpentin-felsen des Erosionstales der Schwesnitz unterhalb Wurlitz wurzelt eine eigene

Serpentingrasheide,
das

Festucetum glaucae serpentinicum

Hier herrschen die steifblättrigen Horste des blaugrünen Schwingelgrases *Festuca glauca* in lockerer Anordnung. Die stricknadeldicken Rollblätter sind mit graublauem Wachsbelag überzogen. Dazwischen breiten sich die hechtblauen, grasblättrigen Polster der Grenobler Felsennelke *Dianthus gratianopolitanus*. Zur Pflanzzeit sind sie mit rosaroten Blüten geschmückt. Zu diesen beiden Charakterarten gesellt sich als dritte eine Serpentinform der Grasnelke. Ihre rosafarbenen Blüten sind zu Köpfchen vereint, welche auf langem Schaft hoch über die polsterförmig zusammengedrängten Blattrosetten emporgehoben werden. Von ihren — auf den Sandgrasheiden Frankens verbreiteten — Verwandten (*Armeria maritima* Willd. var. *elongata* [Hoffm.] Mansf. u. var. *intermedia* W. Christiansen = *Armeria vulgaris* Willd.) mit langen schmalen äußeren Hüllkelchblättern unterscheidet sich unsere Grasnelke sowohl durch die sehr kurzen äußeren Hüllkelchblätter als auch durch den besonderen Standort auf Serpentin. Ich fasse sie auf als eine morphologisch und ökologisch differenzierte Rasse der vielgestaltigen Sammelart *Armeria maritima* Willdenow und benenne sie: *Armeria maritima* var. *serpentinii**). Ihr Wuchsort und ihre Assoziation wird vorzüglich gekennzeichnet durch den Serpentinfarn *Asplenium serpentini*, der, von seinem normalen Standort in den Serpentin-fels-spalten ausgehend, auch regelmäßig in unsere Serpentin-grasheide eintritt. Er ist als Differential-art unserer Blauschwingelgesellschaft zu betrachten! Als lokale Charakterart der Assoziation ist das Alpenleinblatt *Thesium alpinum* zu bezeichnen. Schließlich sind als Ordnungs- und Klassencharakterarten anzuführen: das Frühlingsfingerkraut *Potentilla verna*, der Quendel *Thymus pulegioides*, der Scharfe Mauerpfeffer und die Grind-Flockenblume. Selten fehlen die Taubenkropfnelke und das Gelbe Labkraut. Annuelle Spezies sind das Quendelblättrige Sandkraut und der Kleine Sauerampfer. Die Lücken zwischen den Trockengrasbüscheln, Kräutern und Halbsträuchern besetzt ein Bodenflechtenverein in Gestalt der thermophilen Variante des *Cladonietum mitis* (siehe Tabelle). Die xerophile und acidophile Flechtenschicht wird manchmal unterbrochen von einigen xeromorphen Laubmoosen, wie *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum* und *Hedwigia albicans*. Der flache humushaltige und serpentinskelettreiche Verwitterungsboden trocknet im Sommer öfters wochenlang völlig aus.

*) *Planta serpentinicola in Franconia superiore; Squamae involucreales exteriores 2—5 mm longae, oratae-lanceolatae.*

Seine Reaktion ist sauer ($p_H=5,4$). Verwandte Blauschwingelgrasheiden auf Serpentin finden sich in Niederösterreich bei Aggsbach-Melk (Kretschmer, 1930), in Südmähren bei Mohelno-Brünn (Suza-Zlatnik, 1928, Klika 1939), in Steiermark besonders bei Kraubath a. d. Mur (Lämmermayr, 1926/27/28/30) und in Südeuropa, z. B. in Italien bei Toscana (Pichi-Sermolli, 1948). Sie sind alle bedeutend reicher an südlichen und südöstlichen Pflanzen, doch ist ihnen gemeinsam die Charakterart *Festuca glauca* und die Differentialart *Asplenium serpentini*. Dagegen fehlt z. T. manche westeuropäische Spezies, wie *Dianthus gratianopolitanus* und *Potentilla verna s. str.*, die andererseits in Deutschland auch in der Blauschwingelgrasheide auf Dolomit- und Kalkfels der Fränkischen und Schwäbischen Alb vertreten sind (Gauckler, 1938). Bemerkenswert ist das Erscheinen von *Armeria elongata Koch f. gracilis Dvorak* bei Mohelno in Mähren und von *A. elongata Koch var. ?* bei Kraubath in der Steiermark, ebenso das Vorkommen von *Armeria alpina* und *Asplenium serpentini* auf dem Serpentinstock des Hochgrößen bei Oppenberg in der Steiermark. Über das Vorkommen von *Armeria denticulata*, *Asplenium cuneifolium*, *Festuca glauca* und vielen anderen Serpentinpflanzen im oberen Tibergebiet der Toskana hat Pichi-Sermolli 1948 eingehende Untersuchungen veröffentlicht! *Armeria alpina* wächst im westlichen Norwegen auf Serpentin. *Armeria scabra ssp. labradorica* ist in Nordamerika eine typische Serpentinpflanze (Rune, 1953).

4. Sobald die Mächtigkeit der Verwitterungsschicht es ermöglicht, erscheint auf den Rücken und Hangschultern der Serpentinfels die Waldföhre. Schließen sich ihre, hier meist klein- und krummwüchsigen Baumgestalten zu lichten Beständen zusammen, dann kommt es zur Bildung des Serpentin-Föhrenwaldes. Nach der Zusammensetzung seiner Feldschicht muß man mehrere Varianten unterscheiden:

a) Der Serpentin-Grasheide-Föhrenwald,

das

Festuceto-Pinetum serpentinicum

Vom Aussehen eines Steppen-Föhrenwaldes ist er die lichteste und flachgründigste Form der Vergesellschaftung von *Pinus silvestris* auf Serpentin. Seine xeromorphe Gras-Kraut-Schicht ist im wesentlichen die bereits dargestellte Serpentingrasheide mit Blauschwingel, Grenobler Nelke, Serpentingrasnelke und Serpentinfarne (*Asplenium serpentini*). Nur das Auftreten des Gewöhnlichen Schafschwingelgrases (*Festuca ovina v. vulgaris Koch*) und der Feldsimse (*Luzula campestris*) sowie das ganz vereinzelte Erscheinen des Zwergbuchsdes (*Polygala chamaebuxus*) im lichten Schatten der Föhre deuten eine Mäßigung der extremen Standortverhältnisse an. Außerhalb der Aufnahmefläche wurde auch die Gefiederte Zwenke notiert. Im hier ebenfalls vorhandenen *Cladonietum mitis* sind die Scheinsträuchlein der Isländischmoos-Flechte etwas häufiger. Der an Humus und Serpentinstele reiche Verwitterungsboden erwies sich als deutlich sauer ($p_H = 5,0$).

Ähnliche Serpentin-Grasheide-Föhrenwälder zeichnen die sonnseitigen Hänge des Steiermärkischen Murtales bei Kraubath aus. Dort notierte ich 1939 auf flachgründigem Serpentinfels des „Augraben“ im lichten Schatten von *Pinus silvestris* folgende Gräser und Kräuter: *Festuca glauca*, *Asplenium serpentini*, *Armeria elongata var. ?*, *Allium senescens*, *Alyssum montanum*, *Dianthus carthusianorum-tenuifolius*, *Sempervivum Pittonii*, *Silene otites*, *Potentilla arenaria*, *Dorycnium sericeum*, *Seseli austriacum*, *Thymus praecox*, *Carduus defloratus-glaucus* und *Grimaldia fragrans*. L. Kretschmer gab 1930 einen entsprechenden Steppenföhrenwald auf Serpentinfelsboden des Gurhofgrabens bei Aggsbach-Melk a. d. Donau bekannt. Er ist wie derjenige in der Steiermark reich an südlich kontinentalen Arten und enthält dazu die dealpinen Spezies *Thesium alpinum*, *Biscutella laevigata*, *Tblaspi montanum* und *Cyclamen europaeum*.

b) Der Zwergstrauchheide-Föhrenwald auf Serpentin,

das

Calluneto — Pinetum serpentinicum

Hat sich aus der Nadelstreu der Waldföhren eine saure Humuslage über dem etwas mächtiger gewordenen Verwitterungsboden des Serpentinrückens der Wojaleite bei Wurlitz gebildet, dann kommen die Zwergsträucher des Zwergbuchsdes, der Preiselbeere und des Heidekrautes zur Herrschaft. Mit ihnen und z. T. schon vorher sind erschienen Gemeine Kreuzblume und Färberginster, benachbart auch Geißklee, und als sekundärer Ansiedler der Besenginster. Noch immer hält sich in Auswirkung des besonderen Untergrundes der Serpentinfarne *Asplenium serpentini*. Er muß hier soziologisch als Differentialart gewertet werden. Der Wettbewerb der Zwergsträucher und der Lichthunger zwingen ihn zum Vergrößern seiner Blätter, die mehr als die dreifache Länge erreichen wie an unbeschatteten Standorten der Felsspaltengesellschaft. Ebenfalls als Trennart hat zu gelten für unseren lichten Zwergstrauchheide-Föhrenwald die Serpentingrasnelke, welche hier sogar noch zur Blüte gelangt. Das Gewöhnliche Schafschwingelgras besitzt jetzt als Nachbarn die Schlänge-

lige Schmiele, das Rohrreitgras, das Straußgras, das Ruchgras und die Sieglingie. Beigesellt sind das Zweihäusige Katzenpfötchen, Waldfingerkraut und die Waldplatterbse. Die Moos- und Flechtenschicht zeigt mit *Dicranum spurium*, *Ptilidium ciliare*, *Cetraria islandica* und *Cladonia silvatica-tenuis*. Differentialarten für die trockene und nährstoffarme Form des Föhrenwaldes, während Schrebers Schlafmoos und das Gewellte Gabelzahnmoos die normalen Begleiter sind. Der dunkelbraune humose Wurzelboden der Zwergstrauchschicht mit Serpentinfaun reagiert deutlich sauer ($pH=4,7$).

c) Der Schneeheide-Föhrenwald auf Serpentin,

das

Ericio-Pinetum serpentanicum

An den serpentinfelsigen Südhängen und auf dem Rücken des Föhrenbühl bei Grötschenreuth erscheint unser Zwergstrauchheide-Föhrenwald in einer auffälligen Bereicherung. Er ist ausgezeichnet durch das vorherrschende Auftreten der Schneeheide (*Erica carnea*), deren fleischrote Blütenglöckchen im zeitigen Frühjahr gleich nach der Schneeschmelze unseren Heidewald in rosiger Farbenpracht erglänzen lassen. Mit ihr zusammen wachsen als andere lokale Charakter- bzw. Trennarten der Zwergbuchs, die Serpentinform des Schwarzen Streifenfarns, der Schwarzwerdende Geißklee, Deutscher Ginster, Färberginster, Wintergrün und Waldplatterbse. Beigemengt sind gewöhnliche Heide, Preiselbeere, Schlangelige Schmiele, Rohrreitgras usw. In der Flechtenschicht gibt das *Cladonietum mitis* die Trockenheit des Standortes kund und ebenso die Lichtfülle, die das schütterere Föhrenkronendach hindurchläßt. Der dunkelbraune humose Wurzelboden der Schneeheide war deutlich sauer ($pH=4,8$).

Das dominierende Vorkommen der Schneeheide und des Zwergbuchs gibt dieser Erscheinungsform des Serpentinföhrenwaldes eine betont dealpine Färbung, während der Geißklee und die in der Tabelle genannten Ginsterarten ihm eine südlich kontinentale Tönung verleihen, ähnlich dem *Cytiseto-Antennarietum Preising*, 1953. Der Serpentinfaun *Asplenium serpentini* bringt das besondere mineralische Gepräge des Untergrundes auch botanisch zum Ausdruck!

Im benachbarten nordöstlichen Böhmen auf Serpentin des Kaiserwaldes bei Marienbad kehrt unser *Ericio-Pinetum serpentanicum* wieder mit Schneeheide, Zwergbuchs und Serpentinfaun (Domin, Firbas). Weiterhin ist es ziemlich verbreitet in den Steiermärkischen Ostalpen. Dort sah ich 1939 auf den Serpentinbergen des mittleren Murtales bei Kraubath unter *Pinus silvestris*: *Erica carnea*, *Cytisus supinus*, *Armeria elongata* und *Asplenium serpentini*, bei Kirchberg auch *Polygala chamaebuxus*. Darüber hinaus besiedelt die Schneeheide sowohl auf der Apenninenhalbinsel als auch auf dem Balkan bis hinunter nach Mittelalbanien Serpentinböden (siehe Markgraf 1927).

Wie stark die spezifische, floristische Eigenart der untersuchten Assoziationen vom Serpentin- und Gestein abhängt, kann man am verflachenden Nordhang des Föhrenbühl und am Nordwesthang der Wojaleite studieren. Dort stockt auf isolierenden, lehmig-sandigen Überlagerungen Fichten-Föhren-Mischwald, in welchem Schwarzbeersträucher und Glänzendes Schlafmoos dominieren. Verschwunden ist der Serpentinfaun *Asplenium serpentini*, und mit ihm halten sich fern alle seine besonderen Begleiter. Dagegen siedeln in feuchten Mulden Besengras (*Molinia coerulea*) und Torfmoospolster und vereinzelt der Nordische Siebenstern (*Trientalis europaea*). Auffällig ist, daß am Föhrenbühl die Schneeheide sogar noch in das *Molinietum sphagnetosum* vorstößt. Ähnliches über das ökologisch-soziologische Verhalten der *Erica carnea* berichtet H. Paul vom Häuselteich bei Selb (siehe Lutz, 1950, S. 75).

Die besprochenen Pflanzengesellschaften haben im Gebiet verschiedenes Alter. Das *Asplenietum serpentanicum* ist wohl am längsten ansässig und mag an Ort und Stelle die Eiszeit überdauert haben, in der es durch *Saxifraga rosacea* bereichert wurde. Das *Festucetum glaucae serpentanicum* stellt in seinen auffälligen Blütenpflanzen einen bemerkenswerten Vegetationsrest der postglazialen Wärmezeit dar. Ist die Annahme von Gams (1926 und 1938) richtig, daß die lokalendemischen *Armerien* Nord- und Mitteldeutschlands zu den Abkömmlingen einer eiszeitlichen Kreuzungspopulation von *Armeria maritima* s. str. und *Armeria alpina* Willd. gehören, dann kann man auch unsere *Armeria serpentini* als ein Glazialrelikt in der Serpentinheide Oberfrankens betrachten. Der Fund eines Fruchtkelches von *Armeria spec.* in kiefernzeitlichen Schichten des Scheibenlechtenmooses im Südschwarzwald durch Lang (1952) und der Nachweis von *Armeria* in der älteren Dryaszeit am Federsee durch Firbas (s. Lang, 1952) liefern erneut begründete Hinweise für eine solche Auffassung! Das *Ericetum serpentanicum* hat sich hierorts während der Eiszeit formiert, als Schneeheide und Zwergbuchs mit der subalpinen Zwergstrauchstufe der Alpen weit in das nördliche Vorland hinabgedrückt worden waren. Möglicherweise war damals die aufrechte Form der Bergföhre beigemischt, wurde im ausgehenden Glazial ersetzt durch die Waldföhre und abgedrängt in die Moore, wo sie noch heute gedeiht (siehe dazu Lutz, 1950). Sicher ist der Schneeheide-Föhrenwald eine Relikt-

Abb. 1. Die Wojaleite bei Wurlitz in Oberfranken. Serpentinfehshänge des Erosionstales der Schwesnitz.

Phot. Gauckler, 1953



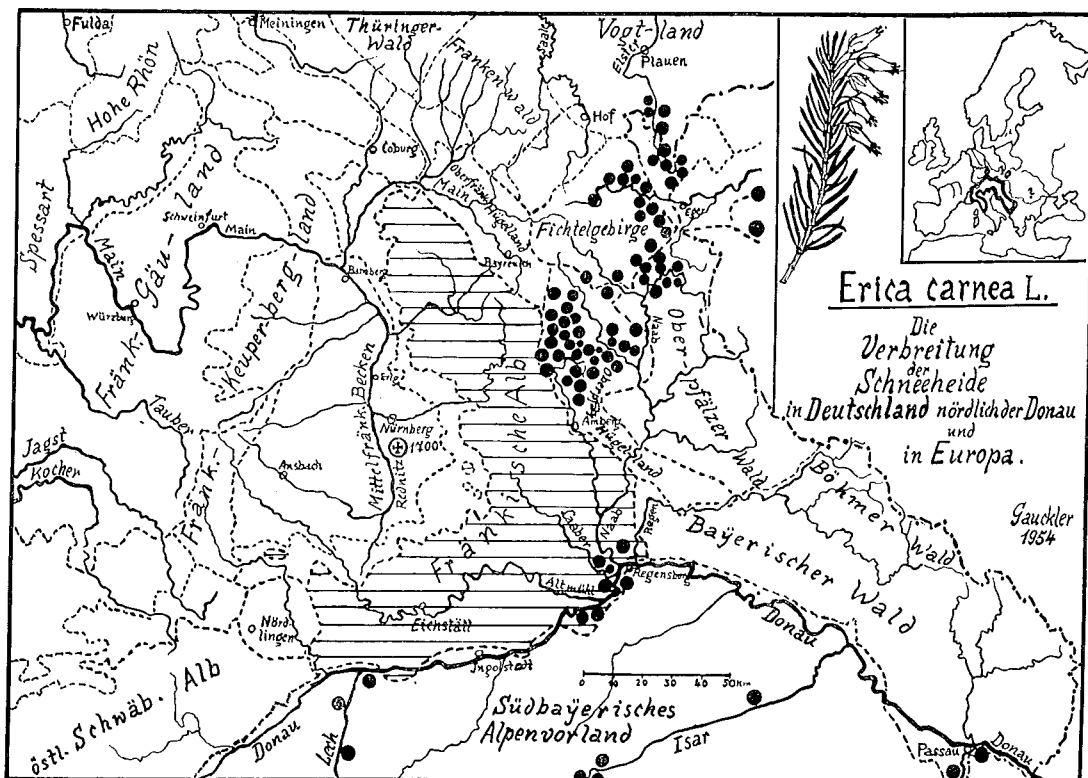
Abb. 2. Die Vegetation auf dem Serpentinfehshänge der Wojaleite. Vorn: Blauschwengelgrasheide (*Festucetum glaucae serpentinum*), nach hinten übergehend in Serpentingrasheide-Föhrenwald und Zwergstrauchheide-Föhrenwald.

Phot. Gauckler, 1953

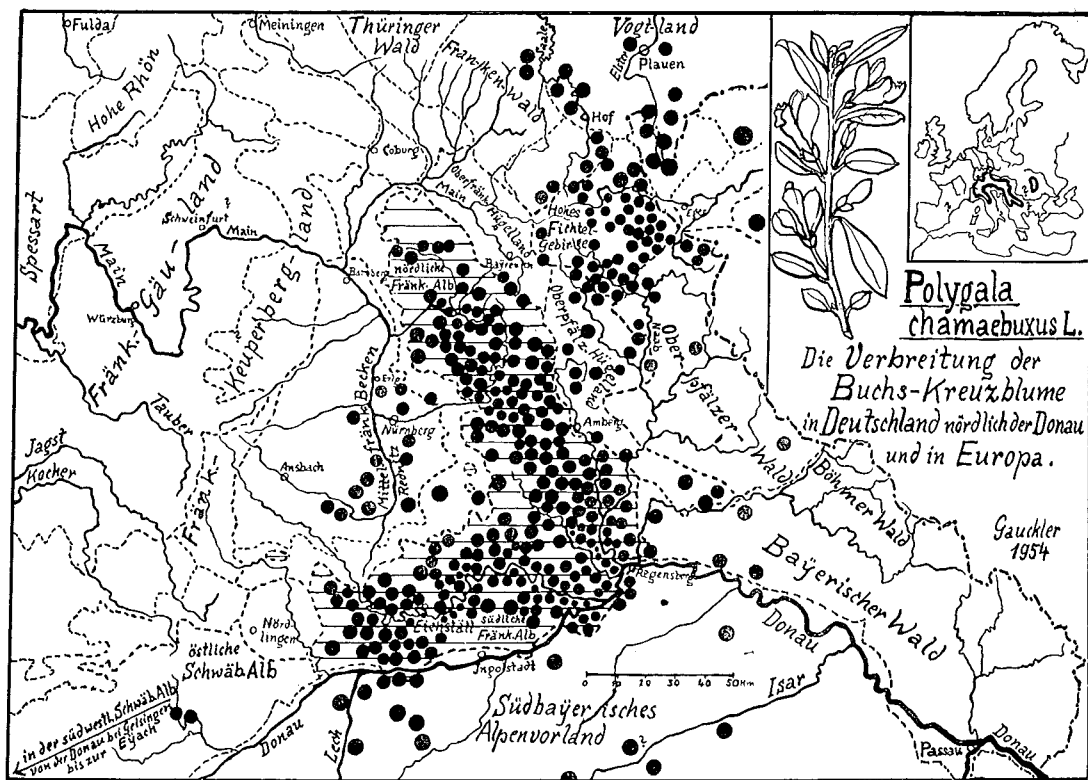
Abb. 3. Der Farn *Asplenium serpentinum* mit *Saxifraga rosacea* am Fuß einer Serpentinfehswand der Wojaleite, vordringend in Blauschwengelgrasheide mit *Festuca glauca*, *Dianthus gratianopolitanus* und *Armeria serpentinum*.

Phot. Gauckler, 1953





Karte 1. Verbreitung von *Erica carnea* in Nordbayern



Karte 2. Verbreitung von *Polygala chamaebuxus* in Nordbayern

gesellschaft in den nordbayerischen Landschaften (Fichtelgebirge, Oberpfälzer Hügelland und Fränkische Alb)*). Seine beste Ausbildung im Bereich der genannten Landschaften zeigt er auf Serpentin des Föhrenbühl am Südrand des Fichtelgebirges. Hier, an der Nordwestgrenze ihrer Gesamtareale (siehe Karten!), treffen *Erica carnea* und *Polygala chamaebuxus* noch einmal auf engem Raum zusammen und erzeugen in anscheinend ungeschwächter Lebenskraft das dealpine Gepräge der Zwergstrauchschicht unseres Reliktföhrenwaldes, welcher durch *Asplenium serpentini* seine eigene, besondere Note erhält.

Alle drei Serpentinegesellschaften sind besonders interessante Bestandteile der ursprünglichen Vegetation im außeralpinen Mitteleuropa, speziell in Nordbayern!

Die Verbreitung von *Erica carnea* und *Polygala chamaebuxus*

Als bezeichnende Charakterarten des Serpentin-Föhrenwaldes in Nordbayern wurden die Schneeheide und der Zwergbuchs kartiert. Sie haben in verschiedener Hinsicht viel Gemeinsames:

Nach ihrer Lebensform sind sie beide immergrüne Zwergsträucher. Nach ihrem Gesellschaftsanschluß gehören sie beide zu den Kennarten des subalpinen Mugeto-Ericetum und des montanen Pineto-Ericetum. Stellenweise — wie in der Frankenalb — dringen sie in das submontane Pineto-Cytisetum auf Kalk und Dolomit ein.

Nach ihrem Areal, das die Alpen und benachbarte Landschaften umfaßt, besitzen beide Pflanzen dealpine Verbreitung mit vielen Standorten in der subalpinen Stufe der Kalkalpen, von wo sie sowohl in die alpine Region emporsteigen als auch besonders nach unten in die montane und submontane Stufe herabgehen und in das alpennahe Vorland vorrücken. Gegen Südwesten strahlen sie aus in den Apennin, gegen Südosten in die illyrischen Bergländer. Im Nordosten liegen kleine abgetrennte Teilareale in den Karpaten (siehe Europakarte!). Nordwärts sind sie gemeinsam von den nördlichen Kalkalpen aus in das deutsche Alpenvorland niedergestiegen, haben die Donau überquert und sind beide über den Frankenjura in das Oberpfälzer Hügelland gewandert. Von dort aus wurde der Westrand des ostbayerischen Grenzgebirges und der Südrand des Fichtelgebirges erreicht (siehe Punktkarte!). Nach Überschreitung der niedrigen, 500 bis 600 m hohen Wasserscheide zwischen Donau und Elbe im Oberlauf der Waldnaab drangen sie gemeinsam ins Gebiet der Wondreb, oberen Eger und oberen Elster ein. Damit gelangten sie in das Einzugsgebiet der Elbe am Westrand des Erzgebirges und erreichten das heutige Südsachsen und Nordwestböhmen. Bei diesem weiten Vorstoß gegen Norden erwies sich der Zwergbuchs etwas wandertüchtiger! Er überflügelte die Schneeheide westwärts (bis in die Schwabenalb, westliche und nordwestliche Frankenalb und in das Mittelfränkische Becken), nordwestwärts (bis zur oberen Saale in Südthüringen), nordwärts (bis Plauen im vogtländischen Elstertal) und ostwärts (bis in das zentrale Böhmen bei Karlstein-Prag).

Wie im soziologischen Teil bereits erwähnt, kann man auf Grund pollenanalytischer Erfahrungen (nach Bertsch, Firbas, Lutz, Paul, Zeidler u. a.) mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß die Schneeheide und der Zwergbuchs ihre nordwärts gerichtete Wanderung während der Eiszeit durchführten, als die Vegetationsstufen durch Temperaturniedrigung und Vorrücken der Gletscher tief nach unten gedrückt waren. Damals wuchsen im Untersuchungsgebiet *Erica carnea* und *Polygala chamaebuxus* zusammen mit der Bergföhre, die jetzt noch im Fichtelgebirge und im Oberpfälzer Hügelland als baumförmige Spirke meist auf Hochmooren, seltener auf Mineralboden stockt. In der frühen Nacheiszeit wurde die Bergföhre weitgehend ersetzt durch die Waldföhre. Während der postglazialen Wärme- und Nachwärmezeit beschränkte die Konkurrenz der anspruchsvollen Waldbäume wie Buche das *Pinetum silvestris ericetosum* auf die mineralarmen Standorte, wie Serpentin, Dolomit und Sandstein. Durch die genannten Einflüsse sowie durch Trockenperioden mit kontinentalem Klima zerfiel der nordbayerische Verbreitungsbereich von *Erica carnea* in zwei Teilareale (östliches Fichtelgebirge mit benachbartem Elstergebirge, Kaiserwald und nördl. Oberpfälzer Hügelland einerseits, südöstliche Frankenalb zwischen Donau, unterem Regen, Naab und Laaber andererseits). Die entstandenen Bruchstücke des einst zusammenhängenden Areals zwischen Donau und Elster sind heute voneinander wie auch von den Standorten auf den Niederterrassen längs Isar und Lech im südbayerischen Alpenvorland getrennt durch Abstände von 50 bis 75 km Breite. In noch weiterer Entfernung lagen die ehemaligen Vorkommnisse der Schneeheide im Mittelfränkischen Becken am Südwestrand des Nürnberger Reichswaldes, die sich bis ins ausgehende Mittelalter gehalten hatten und erst um die Wende des 17./18. Jahrhunderts eingegangen sind (s. Volckamer, Flora Noribergensis, Noribergae 1700, sub *Erica juniperifolia*).

Viel geschlossener und weiter verbreitet hat sich *Polygala chamaebuxus* zwischen Donau und Main im Wechsel der Zeiten erhalten, besonders dort, wo günstige Unterlagen, wie Dolomit und Kalkstein der Frankenalb, dolomitische Keuperarkosen im Mittelfränkischen Becken, Basalt, Serpentin und

*) Hinsichtlich der Verhältnisse im Südbayerischen Alpenvorland siehe Zöttl, i. Ber. Bayer. Bot. Ges. XXIX, 1952.

Dolomit im Oberpfälzer Hügelland und im Fichtelgebirge das Fortkommen begünstigten. Die Punktkarte der Buchsblättrigen Kreuzblume gibt uns daher deutliche Kunde von dem Wanderweg, den diese alpine Spezies zusammen mit *Erica carnea*, *Thesium alpinum* und anderen Pflanzen gleicher Herkunft nahm, als sie während der Eiszeit von den Alpen aus ihren Vorstoß durch das nördliche Süddeutschland bis nach Mitteldeutschland machte. Auf den nordbayerischen Serpentinfels ist die besprochene dealpine Wandergenossenschaft überdies in soziologischer Bindung bis zum heutigen Tag erhalten geblieben im *Pineto-Ericetum serpentinicum*!

Anmerkung: Für Fundortangaben hat der Verfasser zu danken der botan. Abteilung d. Naturhist. Ges. Nürnberg, insbesondere ihrem ehemaligen Obmann August Friedrich Schwarz, sowie Herrn Dr. Dr. h. c. E. Enslin, ferner den Herren OStR. Marzell, Amtmann Mergenthaler, Prof. Oberneder, cand. rer. nat. Thorn und Vollrath und Fr. Olga Müller. — Für freundl. Vermittlung ausländischer Literatur danke ich Herrn Dozent Dr. Hermann Merxmüller, München, und Prof. Dr. I. Blüthgen, Erlangen.

Gauckler: Serpentinvegetation in Nordbayern

Listen der pflanzensoziologischen Aufnahmen vom August 1952 und September 1953 und Juni 1954

(Nomenklatur nach Mansfeld 1940)

(Soziol. Untersuch.-Methode nach Braun-Blanquet 1951)

Legende: *** = Charakterarten, ** = Verbands- u. Ordnungscharakterarten, * = Klassencharakterarten, ! = Differentialarten

**Tabelle 1. *Parmeliatum conspersae* (Klement)
(Silikatfels-Blattflechten-Gesellschaft)**

Aufnahme Nr.	1	2	3	4		1	2	3	4
*** <i>Parmelia conspersa</i>	2	1	+	1	** <i>Umbilicaria pustulata</i>	—	+	+	2
*** <i>Parmelia glomellifera</i>	3	2	3	3	* <i>Candelariella vitellina</i>	2	1	2	+
** <i>Parmelia saxatilis</i>	3	4	3	4	* <i>Anaptychia melanosticta</i>	—	—	—	+
** <i>Ramalina pollinaria</i>	+	+	+	1	<i>Frullania dilat. et tamarisci</i>	+3	2,3	+3	+3
** <i>Physcia teretiuscula</i>	1	+	1	+	<i>Hedwigia albicans</i>	+2	—	1,2	1,2
** <i>Lecanora atra</i>	2	+	2	+	<i>Homalothecium sericeum</i>	—	+	+2	+2

Ergänzungen zu Tabelle 1

- Aufnahme 1: Serpentinfelswand am rechten Steilhang (Wojaleite) des Schwesnitztales bei Wurlitz. Höhe ü. M. ca. 530 m, Exp. S. Neigung 90°, Fläche 2 m². Deckung: 75%, dazu: *Crocynia neglecta* +, *Pertusaria spec.* +.
- Aufnahme 2: Serpentinfelswand am linken Steilhang des Schwesnitztales bei Wurlitz. Höhe ü. M. ca. 525 m, Exp. O. Neigung 80°, Fläche: 3 m², Deckung 80%
- Aufnahme 3: Serpentinfelswand am Südhang des Föhrenbühl bei Grötschenreuth. Höhe ü. M. 540 m, Exp. S., Neigung 90°, Fläche 2,5 m², Deckung 60%.
- Aufnahme 4: Serpentinfelswand des Kühstein bei Erbendorf. Höhe ü. M. 480 m, Exp. SO., Neigung 80—90°, Fläche 4 m², Deckung 70% — *Parmelia physodes* +, *Parmelia sulcata* +, *Aspicilia gibbosa* +, *Pertusaria spec.* +, *Rhizocarpon geograph.* +, *Hypnum cupressif.* +

**Tabelle 2. *Asplenietum serpentinicum*
(Serpentinfarn-Spaltengesellschaft)**

Aufnahme Nr.	5	6	7	8		5	6	7	8
*** <i>Asplenium serpentini</i>	+3	2,2	2,3	2,2	*** <i>Saxifraga rosacea</i>	2,2	2,3	—	—
*** <i>Asplenium adulterinum</i>	2,2	+2	+2	2,2	<i>Campanula rotundifol.</i>	+2	+	+	(+)
** <i>Asplenium septentrionale</i>	+2	1,2	+2	1,2	<i>Frullania dilat. tamar.</i>	+3	+	+3	+2
* <i>Asplenium trichomanes</i>	—	—	2,2	1,2	<i>Cephalozella (Starkii)</i>	—	+2	+2	—
* <i>Asplenium germanicum</i>	—	—	+	+2	<i>Hedwigia albicans</i>	+2	+2	1,2	+2
<i>Polypodium vulgare-pygm.</i>	—	—	+2	(+)	<i>Homalothecium sericeum</i>	—	+2	+2	1,2

Ergänzungen zu Tabelle 2

- Aufnahme 5: Serpentinfelspalten am rechten Steilhang (Wojaleite) des Schwesnitztales bei Wurlitz. Höhe 540 m, Exp. SSO, Neigung 70°, Fläche 6 m², Deckung 10%, Boden dunkelgraubraun, humos, feinsandig, pH = 5,0. — *Festuca glauca* +, 2, *Hypnum cupressif.* + 2.
- Aufnahme 6: Serpentinfelspalten am linken Steilhang des Schwesnitztales bei Wurlitz. Höhe ü. M. ca. 530 m, Exp. O, Neigung 80°, Fläche 3 m², Deckung 5—10%, Boden schwärzlich, humos. — *Festuca glauca* +, 2, *Dianthus gratianopolitanus* +, 2, *Brachythecium velutinum* +, 2.
- Aufnahme 7: Serpentinfelspalten am Südhang des Föhrenbühl bei Grötschenreuth. Höhe ca. 540 m, Exp. SW, Neigung 90°, Fläche 4 m², *Hypnum cupressif. forme* +, 3, *Brachythecium velutinum* +, 2.
- Aufnahme 8: Serpentinfelspalten des Kühstein bei Erbendorf. Höhe ca. 485 m, Exp. OSO, Neigung 80°, Fläche 9 m², Deckung 5—10%, Boden schwärzlich, humos, pH = 5,3. *Brachythecium velutinum* +, 2, *Hypnum cupressif. forme* +, 2 (siehe auch Poeverlein, 1918).
- Aufnahmen der Spaltenvegetation der Serpentinfelsrücken der „Heide“ bei Förbau(Ofr.) und des „Peterleinsteint“ bei Kupferberg(Ofr.) ergaben die gleiche Assoziation von *Asplenium serpentini*, *A. adulterinum*, *A. trichomanes* und *A. septentrionale* (Gauckler, 1954).

Tabelle 3. *Festucetum glaucae serpentinicum*
(Serpentingrasheide)

Aufnahme Nr.	9	10	11		9	10	11
*** <i>Festuca glauca</i>	3,2	2,2	2,2	<i>Rumex acetosella</i>	+	1,1	+
*** <i>Dianthus gratianopolit.</i>	2,3	3,3	2,3	<i>Galium verum</i>	+	+	+
*** <i>Armeria marit. v. serpent.</i>	2,2	1,2	2,2	<i>Polytrichum piliferum</i>	+2	+2	—
*** <i>Tbesium alpinum</i>	+	+	+	„ <i>juniperin.</i>	—	+3	+2
** <i>Potentilla verna L.</i>	+2	+	+2	<i>Hedwigia albicans</i>	+2	+2	+2
** <i>Thymus pulegioides</i>	+3	+2	+2	<i>Cephalozia (Starkii)</i>	1,2	+2	2,2
** <i>Centaurea scabiosa</i>	+	—	+2	<i>Cladonia rangiformis</i>	2,2	1,2	2,2
* <i>Silene cucubalus</i>	+	1	+	„ <i>mitis</i>	1,2	2,2	1,2
* <i>Arenaria serpyllifolia</i>	+	+	1,1	„ <i>chlorophaea</i>	1,2	+2	+2
! <i>Asplenium serpentini</i>	1,2	+2	+2	<i>Cornicularia tenuissima</i>	1,2	+2	2,3
<i>Sedum acre</i>	2,2	+2	+2	<i>Cetraria islandica</i>	+2	1,2	+2

Ergänzungen zu Tabelle 3

- Aufnahme 9: Serpentinfehlterrasse am rechten Steilhang (Wojalcite) des Schwesnitztales unterhalb Wurlitz. Höhe ü. M. ca. 525 m, Exp. SSO, Neigung 10°, Fläche 20 m², Deckung 80%, Boden flachgründig, dunkelgraubraun mit Serpentin skelett, pH = 5,4. *Alyssum calycinum* +, *Carduus nutans* +, *Cladonia coniocraea* +, *Ceratodon purpureus* +2, *Racomitrium canescens* +3.
- Aufnahme 10: Serpentinfehlverebnung am linken Steilhang des Schwesnitztales unterhalb Wurlitz. Höhe ü. M. ca. 530 m, Exp. OSO, Neigung 5°, Fläche 5 m², Deckung 75%, Boden flachgründig, schwärzlich, humos, durchsetzt von Serpentin skelett. *Galium pumilum* +, *Cladonia pyxidata* +, *Riccia spec.* +.
- Aufnahme 11: Serpentinfehlstrücken am rechten Steilhang des Schwesnitztales unterhalb Wurlitz. Höhe ü. M. ca. 535 m, Exp. SSW, Neigung 10—15°, Fläche 12 m², Deckung 80—90%, Boden flachgründig, dunkelbraun, humos mit Serpentin skelett, pH = 5,3. *Campanula rotundifolia* +, *Ceratodon purpureus* 2,2, *Cladonia furcata* +, *Hyppnum cupressiforme* +3.

Tabelle 4. *Pinetum silvestris serpentinicum*
(Serpentin-Föhrenwald)

- a) *Festuceto-Pinetum serpent.* b) *Calluneto-Pinetum serpent.* c) *Ericio-Pinetum serpent.*

Aufnahme Nr.	a		b		c	
	12	13	14	15	16	17
Baumschicht:						
<i>Pinus silvestris</i>	3	3—4	3—4	3—4	4	3—4
Strauchschicht:						
<i>Pinus sylvestris</i>	—	+	+	+	+	+
<i>Juniperus communis</i>	—	—	—	—	+	+
*** <i>Cytisus nigricans</i>	—	—	(+)	—	+	+
Zwergstrauchschicht:						
*** <i>Polygala chamaebuxus</i>	+2	+2	2,2	1,2	2,2	2,2
*** <i>Erica carnea</i>	—	—	—	—	3,3	4,3
* <i>Calluna vulgaris</i>	—	+2	3,3	3,3	+3	2,3
* <i>Vaccinium vitis idaea</i>	—	—	1,1	2,1	2,1	1,1
Krautschicht:						
! <i>Asplenium serpentini</i>	+2	1,2	2,2	+2	2,2	1,2
<i>Festuca glauca</i>	3,2	2,2	+2	—	—	—
<i>Festuca ovina vulgaris</i>	+2	2,2	2,2	2,2	+2	+2
<i>Luzula campestris</i>	+	1,1	1,1	+	—	—
! <i>Armeria maritima serpent.</i>	2,2	2,2	1,2	+2	—	—
<i>Dianthus gratianopolitan.</i>	3,3	2,3	+2	—	—	—
<i>Thymus pulegioides</i>	+2	+2	—	—	—	—
<i>Silene cucubalus</i>	+	+	+	+	+	+
* <i>Lathyrus silvester</i>	—	—	—	+	+	+
** <i>Genista tinctoria</i>	—	—	—	+	+	1,2
** <i>Genista germanica</i>	—	—	—	—	1,2	+2
<i>Galium verum</i>	+	1,1	+	—	—	—
<i>Deschampsia flexuosa</i>	—	—	2,2	1,2	+2	1,2
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	—	—	—	+2	1,2	+2

a) *Festuceto-Pinetum serpent.*

b) *Calluneto-Pinetum serpent.*

c) *Erico-Pinetum serpent.*

Aufnahme Nr.	a		b		c	
	12	13	14	15	16	17
Moos-Flechtenschicht:						
<i>Hypnum cupressiforme</i>	+2	+3	2,3	2,2	+2	+3
<i>Pleurozium Schreberi</i>	—	—	3,3	2,3	3,3	2,3
<i>Dicranum undulatum</i> , ** <i>spurium</i>	—	—	+2	+2sp	+2sp	+2
<i>Ptilidium ciliare</i>	—	—	+2	+2	+2	—
<i>Cladonia mitis</i>	+2	+3	+3	+2	1,2	2,2
<i>Cladonia tenuis</i>	2,3	2,3	3,3	3,2	+2	1,2
<i>Cladonia rangiformis</i>	1,2	2,2	+2	+2	+2	+2
<i>Cetraria islandica</i>	1,2	1,2	2,2	2,2	+2	1,2

Ergänzungen zu Tabelle 4

- Aufnahme 12: Grasheide-Föhrenwald auf der oberen Serpentinflurebnung der Wojaleite bei Wurlitz. Höhe ü. M. ca. 540 m, Neigung 15°, Fläche 50 m², Exp. SSW, Boden flachgründig, dunkelgraubraun mit Serpentinstelekt, pH = 5,0, Kronenschluß 50%. *Campanula rotundifolia* +, *Cladonia chlorophaea* +, *Cornicularia tenuissima* 1,2, *Ceratodon purpureus* +,3, *Racomitrium canescens* +,3.
- Aufnahme 13: Grasheide-Föhrenwald auf serpentinfelsiger Hangterrasse des Schwesnitztales unterhalb Wurlitz. Höhe ca. 525 m, Neigung 20°, Exp. S, Fläche 40 m², Boden schwarzbraun, humos, feinsandig mit viel Skelett, flachgründig über Fels. Kronschluß 60%. *Centaurea scabiosa* +, *Cephalozjella (Starkii)* +, 2, *Cladonia furcata* 1,2, *Cladonia psycidata* +.
- Aufnahme 14: Zwergstrauchheide-Föhrenwald auf Serpentinflursrücken der Wojaleite bei Wurlitz. Höhe ca. 545 m, Neigung 5°, Exp. W, Fläche 60 m², Boden dunkelbraun und stark humos, stellenweise durchsetzt von Serpentinstelekt, pH = 4,7, Kronschluß 60–70%. *Agrostis vulgaris* +, *Sieglingia decumbens* +, *Potentilla silvestris* +, *Veronica offic.* +, *Polygala vulgaris* +,2, *Hylocomium proliferum* +,2, *Leucobryum album* +,3.
- Aufnahme 15: Zwergstrauchheide-Föhrenwald auf dem hinteren Serpentinflursrücken der Wojaleite bei Wurlitz. Höhe ü. M. ca. 550 m, Exp. W, Neigung 5–10°, Fläche 50 m², Boden kaffeebraun, humos mit Serpentinstelekt, pH = 4,7, Kronschluß 60%. *Anthoxanthum odoratum* +, *Achillea millefolium* +, *Antennaria dioica* +,2, *Thesium alpinum* +, *Polygala vulgaris* +, *Viola canina* +.
- Aufnahme 16: Schneehede-Föhrenwald am mittleren Südhang des Föhrenbühl bei Grötschenreuth. Höhe ü. M. ca. 530 m, Exp. S, Neigung 20°, Fläche 100 m², Boden dunkelbraun, humos über Serpentin, pH = 4,8, Kronschluß 70%. *Sarothamnus scoparius* +, *Vaccinium myrtillus* +, 2, *Agrostis vulgaris* +, *Hypericum perforatum* +, *Pyrola secunda* +, *Campanula persicifolia* +, *Galium pumilum*, *Hylocomium proliferum* +,3, *Carex montana* +,2.
- Aufnahme 17: Schneehede-Föhrenwald am Südhang des Föhrenbühl bei Grötschenreuth. Höhe ü. M. ca. 540 m, Neigung 25°, Fläche 100 m², Boden schwarzbraun, humos, über Serpentinfels, pH = 4,8, Kronschluß 60%. *Agrostis vulgaris* +, *Potentilla silvestris* +, *Vicia vulgaris* +, *Pyrola secunda* +, *Galium pumilum* +, *Cladonia psycidata* +, *Polygala vulgaris* +.

Literatur:

Bertsch, K. u. Frz.: Flora von Württemberg und Hohenzollern (1948). — Braun-Blanquet, J.: Pflanzensoziologie. 2. Auflage (1951). — Christiansen, W.: Plumbaginaceae i. „Lebensgesch. d. Blütenpfl. Mitteleuropas“, IV, 1 (1932). — Drude, O.: Der Hercynische Florenbezirk in „Veget. d. Erde“ (1902). — Erdner, Eugen: Flora v. Neuburg a. D. (1911). — Firbas, Franz: Waldgeschichte Mitteleuropas, Bd. 1 u. 2 (1949 u. 1952). — Gams, H.: Plumbaginaceae in Hegi's Flora v. Mitteleuropa, Bd. V, 3 (1926). — Gams, H.: Über einige flechtenreiche Trockenrasen Mitteldeutschl., Hercynia, Bd. 1, H. 2 (1938). — Gauckler, Konr.: Steppenheide u. Steppenheidewald d. Fränk. Alb. Berichte Bayer. Bot. Ges., Bd. XXIII (1938). — Gümberl, C. W.: Geognostische Beschreib. d. ostbayer. Grenzgebirges (1868). — Klement, O.: Zur Flechtenvegetation d. Oberpfälz. Ber. Bayer. Bot. Ges., Bd. XXVIII (1950). — Klika, Jaromir: Die Gesellschaften d. *Festucion vallesiaca*-Verbandes in Mitteleuropa, Studia Botan. Cechica, Prag (1939). — Kretschmer, L.: Die Pflanzengesellsch. auf Serpentin i. Gurhofgraben b. Melk. Verhandlg. Zoolog.-Bot. Ges., Wien LXXX (1930). — Lämmermayr, L.: Materialien zur Systematik u. Ökologie d. Serpentinflora. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, Mathem.-naturw. Kl., Abt. I, Bd. 135, 136, 137 (1926/27/28). — Lang, G.: Zur späteszeitl. Vegetations- u. Florensgesch. Südwestdeutschl. Flora, 139. Bd. (1952). — Lutz, Jos.: Über d. Gesellschaftsanschluß oberpfälz. Kieferstandorte. Ber. Bayer. Bot. Ges., Bd. XXVIII (1950). — Markgraf, Friedr.: An d. Grenzen d. Mittelmeergebietes (Pfl. geographic v. Mittelalbanien). Repert. spec. nov. reg. veget. Beih., Bd. XLV (1927). — Meusel, Hermann: Vergleichende Arealkunde, I u. II (1943). — Oberneder, L.: Beitr. z. Pflanzengeogr. d. Umgeb. v. Weiden (Opf.). Jahresber. Gymnas. Weiden (1949/50/51). — Paul, H.: Zur Pflanzenwelt d. Fichtelgebirges u. d. angrenz. oberpfälz. Keupers. Mitteilg. Bayer. Bot. Ges., Bd. II (1912). — Paul, H. u. Lutz, J.: Zur Kenntnis der Moore d. oberpfälz. Mittellandes. Ztschr. f. Botanik (1939). — Pichi-Sermolli, Rod.: Flora e Vegetazione delle Serpentine e delle altre Ofioliti dell'alta Valle del Tevere (Toscana). Florenz 1948. — Pöckerlein, Herm.: Zur Gefäßpfl. Flora d. südl. Fichtelgebirges u. Rauhen Kulms, Mittlg. Bayer. Bot. Ges., Bd. III (1918). — Preisig, E.: Süddeutsche Borstgras- u. Zwergstrauchheiden. Mittlg. d. Florist.-soziol. Arbeitsgem. N. F., H. 4 (1953). — Rost, Fr.: Das Serpentin-Gabbro-Vorkommen v. Wurlitz u. s. Mineral. Heidelberger Beitr. z. Mineral. u. Petrograph, I (1949). — Schmid, Emil: Die Relikt-Föhrenwälder d. Alpen. Beitr. z. geobot. Landesaufnahme d. Schweiz, H. 21 (1936). — Schubert, Hch.: Botan.-Geol. Führer durch d. Fichtelgebirge mit Frankensteinwald. Wunsiedel 1935. — Schwarz, Aug. Friedr.: Flora d. Umgegend von Nürnberg-Erlangen (1897/1911). — Schwarz, Aug. Friedr.: Nachgelassene Pfl. Verbreit.-Karten z. Flora v. Nürnberg. — Suza, Jindr.: Geobot. pruvodce serpent. obl. u. Mohelna na jizozap. Morave. Bulletin intern. Acad. d. Scienc. d. Boheme (1928). — Volckamer, Joh. Georg: Flora Noribergensis, Noribergae 1700. — Vollmann, Franz: Flora von Bayern (1914). — Vollrath, Hch.: Die Flora d. Fichtelgebirges verglichen mit der seines westlichen Vorlandes (Erlanger Zulassungsarbeit 1954). — Zeidler, H.: Waldgesellschaften des Frankensteinwaldes. Mittlg. d. Flor.-soziol. Arbeitsgem. N. F., H. 4 (1953). — Zöttl, H.: Zur Verbreitung d. Schneehede-Kiefernwaldes im Bayer. Alpenvorland. Ber. Bayer. Bot. Ges., Bd. XXIX (1952). Während der Drucklegung erst erhalten: Rune, Olof: Plantlife on serpentines and related rocks in the north of Sweden, Acta phytogeographica suecica, 31, 1953.