

Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des schweizerischen Nationalparks
Herausgegeben von der Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
zur wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks

Résultats dea recherches scientifiques entreprises au Parc National Suisse
Publiés par la commission de la Société Helvétique des Sciences Naturelles pour les études
scientifiques au Parc National

Band VI (Neue Folge)

41.

DIE FLECHTENFLORA UND -VEGETATION DES NATIONALPARKS IM UNTERENGADIN

II. Teil:

*Die Entwicklung der Flechtenvegetation
auf photogrammetrisch kontrollierten Dauerflächen*

Von

ED. FREY

Münchenbuchsee bei Bern

Gedruckt mit Unterstützung des
schweizerischen Nationalfonds für
wissenschaftliche Forschung

Druck Lüdin AG. Liestal 1959

I N H A L T

| | |
|--|-----|
| Einleitung | |
| Technik der photographischen Kontrollen, Auswertung der Kontrollphotos | 241 |
| Frühere Wachstumsmessungen | 246 |
| Die Wachstumsbedingungen der Flechten | 248 |
| | |
| I. Sukzessionen auf Holz und Rinde, 5 Dauerflächen | 252 |
| Bilder 1-18 | |
| | |
| II. Sukzessionen auf Silikatfels, 5 Dauerflächen | 262 |
| Bilder 19-36 | |
| Zusammenfassung | 276 |
| | |
| III. Sukzessionen auf Schutt | |
| I.-3. Dauerfläche Val Tantermozza | 277 |
| Bilder 37-42 | |
| 4.-11. Dauerfläche Cluozza Valletta, mit Transplantationsversuchen | 279 |
| Bilder 43-55 | |
| Zusammenfassung | 291 |
| 12.-14. Dauerfläche Val Cluozza | 292 |
| Bilder 56-57 | |
| 15.-18. Dauerfläche bei II Fuorn und Stahelchod | 295 |
| Bilder 58-63 | |
| 19.-21. Dauerfläche Kohlenmeiler Praspöl | 301 |
| Bilder 64-75 | |
| 22. Dauerfläche auf Silikatschutt Zernez 3 | 308 |
| Bilder 76-79 | |
| 23. Dauerfläche auf Silikatschutt Lavinar la Schera | 311 |
| Bild 80 | |
| | |
| Zusammenstellung der gemessenen und errechneten jährlichen Wachstums- | |
| größen in Millimetern | 313 |
| Tabelle 23: Plagiotropes Wachstum, Apothazienbildung | 314 |
| Tabelle 24: Orthotropes Wachstum | 315 |
| | |
| Zusammenfassung | 316 |
| | |
| Summary | 317 |
| | |
| Literaturverzeichnis | 318 |

Einleitung

In der Einleitung zum I. Teil (1952) habe **ich** die **vorliegende** Arbeit an vierter Stelle in Aussicht genommen. Wenn ich **sie nun** doch als Teil II folgen lasse, so deshalb, dieser **II. Teil** die Ergebnisse einer **sukzessionistischen** Methode der **Pflanzensoziologie enthält**, welche **in** dieser Art als erstmalig bezeichnet werden dürften.¹⁾ Und da der Verfasser schon sein 70. Lebensjahr zurückgelegt hat, so ist es Zeit, **diese** Ergebnisse **mitzuteilen**, die **teilweise** auf eine **vor 35 Jahren** **begonnene** Arbeit gegründet sind. Dagegen könnte das **grosse Material** an **Krustenflechten**, das sorgfältig etikettiert bereit liegt, **auch** von **andern** Forschern bearbeitet werden, falls es **mir selber nicht möglich** wäre.

Ais **mir** 1922 die **lichenologische** Arbeit **im Nationalparkgebiet** aufgetragen wurde, nahm ich **mir** vor, nicht nur einen **Standortskatalog** der **Flechtenarten** aufzunehmen, sondern **gemäss** dem **Forschungsprogramm** der Wissenschaftlichen **Nationalparkkommission** die **Entwicklung** der Vegetation **möglichst** gut zu verfolgen. Da dies **am besten** mit Hilfe von **genauen photographischen Kontrollen** geschehen kann, und weil **mich, im gleichen Sommer 1922 Dr. Jos. Braun-Blanquet** bat, einige der **grossen Dauerflächen** des **Parkes** zu **photographieren** (vergl. die **Publikation** von 1931!), so nahm ich in der Nähe dieser **Versuchsflächen** die **ersten Dauerflächen** mit vorherrschender **Flechtenvegetation** auf.

Die Technik der photographischen Kontrollen

wurde **allmählich** verbessert. Die **Schwierigkeiten**, die sich bei den **ersten Nachkontrollen** der einmal gewählten Flächen ergaben, wurden bei der Neuauflage weiterer **Versuchsflächen berücksichtigt**. Selbstverständlich wiederholte ich alte Aufnahmen mit **dem gleichen** Apparat, eher Kamera 12×9 cm, mit dreifachem **Auszug** und Objektiv **Goerz Dagor**, $F = 150$ mm. Ein nicht allzu schweres, praktisches Stativ mit solidem **Kugelgelenkkopf**, wie es für ein sicheres, rasches Arbeiten **äusserst** wichtig ist, stand mir seinerzeit noch nicht **zur Verfügung**. **Wenn** man oft seine **Exkursionsausrüstung** allein zu Pagen hatte, **suchte** man **sein Gepäck** nicht allzu schwer **zu wählen**.

Bei der **ersten Aufnahme** ist der Standort **des Apparates** so zu wählen, dass bei **möglichen Veränderungen** des Terrains und der umgebenden Vegetation eine spätere Aufnahme vom genau gleichen Standpunkt aus noch **möglich** sein wird. Es bietet **oft** sehr **grosse** Schwierigkeiten, **im Gelände** die wiederholte Aufnahme **präzis** vom gleichen **Punkt** aus und in der gleichen **Abmessung** auszuführen. Nötig **ist** vor allem die **Verpflockung** der **Fläche** und des **Standpunktes** des Apparates, das Notieren aller Abmessungen, so auch des Abstandes vom Apparat zum entsprechenden Bodenpflock. **Natürlich** bietet die erste Aufnahme am wenigsten Schwierigkeiten, doch ist alles zu **überdenken**, was bei den folgenden Aufnahmen hindernd sein könnte. Sehr nützlich ist

¹⁾ Von den in vorliegender Arbeit beschriebenen 31 Versuchsflächen gibt die Karte Seite 243 ihre ungefähre Lage. Die durchschnittliche Beobachtungsdauer betrug $18\frac{1}{2}$ Jahre, die längste 34, die kürzeste 7 Jahre.

die Begrenzung der **Versuchsfläche** mit einer Schnur, die man um die Eckpföcke spannt. **Weil** ich diese Vorsicht anfänglich **unterliess**, habe ich in einigen Fällen in den Negativen die **Grenzlinien** eingezeichnet. Man möge die Schönheitsfehler der betreffenden Bilder **entschuldigen!**

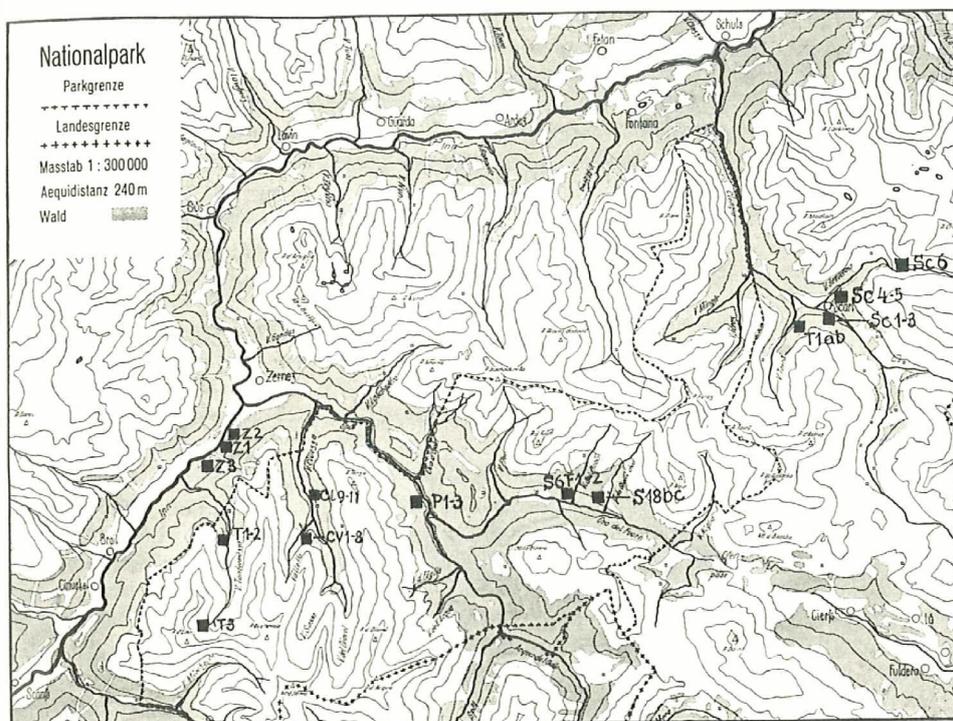
Oft ist im gebirgigen Gelände die Aufnahme sehr umständlich. Man ist zum Beispiel genötigt, den Apparat in einer Schutthalde oder auf einer **Felsfläche** aufzustellen. **Kleinste** Verschiebungen in **unstablem** Schutt oder auf glattem Fels machen oft eine Gesamtkorrektur der Einstellung nötig. Gummifüsschen an den Stativbeinen können auf glattem Fels sicheren Halt geben. Die Einstellung des Apparates und die floristische Aufnahme einer noch so kleinen Fläche benötigen oft reichlich Zeit, nicht selten mehrere Stunden, und da man im Gebirge oft mit allerlei Überraschungen rechnen muss, so ist begreiflich, dass die Wahl der Dauerflächen an möglichst zugänglichen Orten wichtig ist. Doch bieten sich die interessierenden Objekte nicht immer in bequemer Nähe.

Während die **Dauerflächen** mit vorherrschend phanerogamischer Vegetation mit dauerhaften, geschnittenen Lärchenpfählen oder Granitgrenzsteinen solid markiert sind, haben wir unsere Dauerflächen meist auf etwas einfache Weise selber markiert. Die Grenzpföcke waren nach Jahren oft etwas verschoben oder vom Wild zertreten und mussten neu eingemessen werden. Charakteristisch begrenzte Objekte glaubte ich anfänglich nicht markieren zu müssen, doch ist die Verpflockung immer ratsam. Um in Dauerflächen auf Schuttboden den Zuwachs der Humusschicht und auch der Vegetationsschichten zuverlässig kontrollieren zu können, **sollte** man es mit senkrecht eingerammten **Metallstäben** mit Masseinteilung versuchen, **falls** nicht in den Versuchsflächen grössere Steine gute Anhaltspunkte ergeben wie zum Beispiel in Bild 37/38. Kontrollflächen auf Fels können markiert werden, indem man die Ecken der Rechteckfläche mit Hammer und Meissel ausschlägt. So entstehen nackte Stellen, die zugleich zur Beobachtung von Neubesiedlung dienen können. Wenn möglich wird man einen Masstab an den Rand der Fläche legen. Dies ist auch bei allen andern Objekten ratsam, obschon man sich die **Abmessungen** notieren wird. Kleine Flächen, die man in ganzer oder doch halber natürlicher Grösse aufnimmt, sind genau auf parallel gestellte **Mattscheibe** aufzunehmen, **annähernd** waagrechte Flächen werden rechtwinklig von oben fotografiert. **Grössere** Flächen, auch schon Meterquadrate, werden schräg von vorn **aufgenommen**. Dies ist schon deshalb von Vorteil, **weil** Strauchflechten und die mit ihnen gemeinsam wachsende phanerogamische Vegetation in ihrer mehr oder weniger aufrechten Wuchsform besser erkannt werden. Der Deckungsgrad **kann** in diesen **mehrschichtigen** Vegetationsformen in senkrecht von oben aufgenommenen Photos ohnehin nicht ganz abgeschätzt werden. Selbstverständlich müssen die **photographischen** Aufnahmen durch präzise floristisch-statistische Aufnahmen ergänzt **werden**.

Während man meist quadratische oder rechtwinklige Flächen auswählen wird, können schräg von vorn aufgenommene Flächen auch trapezförmig begrenzt werden, so dass dank der perspektivischen Verkürzung der ganze **Bildausschnitt** kontrolliert werden kann. Die **grössere** Schwierigkeit bei der Abschätzung des **Deckungsgrades** kann durch einige **Übung** ausgeglichen werden, auch durch Verwendung kleinerer Quadratnetze. So verwendet mein **Kollege Dr. Ochsner** ein **Dezimeterquadratnetz**, eingeteilt in **cm²**.

Zum **Wiederauffinden** der Versuchsflächen sind möglichst **praktische** Croquis der Lage nötig. **Man wird** auch die Koordinaten der topographischen Karten notieren oder eine photographische Aufnahme der Landschaft machen, in der man den Ort der **Dauerfläche** einzeichnet (vergleiche Karte der Dauerflächen!).

Die Auswertung der Kontrollphotos gibt **wichtige** Hinweise auf weitere **Beobachtungsmöglichkeiten**; sie kann bei Aufnahmen auf **flachem** Substrat und bei einschichti-



Figur 1. Karte der Versuchsfächen auf Holz und Rinde (H), Silikatfels (F) und Schuttboden (S). Jahreszahlen = Beobachtungsdauer.

| | | | | | | |
|---------|-----------------|---|---------|-----------|--------------|---------|
| Z 1 | bei Zerne | H | 1923/55 | P 1-3 | Praspöl | 1922/56 |
| Z 2 | im Inntal | F | 1923/41 | S 6 F 1-2 | II Fuorn | 1938/56 |
| Z 3 | im Inntal | S | 1941/55 | S 18 bc | II Fuorn | 1939/56 |
| T 1-2 | Val Tantermozza | S | 1923/41 | T 1 ab | Val Tavrü | 1935/47 |
| T 3 | Val Tantermozza | S | 1933/41 | Sc 1-3 | S-charl | 1922/56 |
| Cl 9-11 | Val Cluozza | S | 1923/47 | Sc 4-5 | S-charl | 1934/56 |
| CV 1-8 | Valletta | S | 1927/47 | Sc 6 | Val Sesvenna | 1934/47 |

ger Vegetation die Schätzung des Deckungsgrades nachträglich korrigieren helfen. Zudem ergeben sich viele Erkenntnisse, die man gar nicht voraussehen kann und nach denen man sich bei folgenden Kontrollen verhalten muss. Überdies erkennt man auf ihnen oft Dinge, die man bei der Aufnahme im Feld übersehen hatte. Photokontrollen im Masstab 1:1 bis 1:2 können am besten zur Messung des Wachstums dienen und sind dabei einwandfreie Dokumente.

Trotz aller Sorgfalt werden die entsprechenden Photos nicht immer genau flächentreu ausfallen. Dann ist man froh, die Abmessungen genau notiert oder einen Masstab in die Fläche hinein gelegt zu haben. So können nachher bei der Auswertung der verschiedenen Bilder diese beim Kopieren auf gleichen Masstab reduziert werden. Dies ist besonders zu Demonstrationszwecken nützlich und wenn die Photos zu nachträglichen

Wachstumsmessungen dienen sollen. In gewissen Fällen, so bei einschichtiger Vegetation, bei rechtwinklig aufgenommenen Photos, wird man die Bildfläche in ein nummeriertes Quadratnetz aufteilen (siehe Bilder 23–30), damit man bei den folgenden Kontrollen die Notizen rascher und bestimmter formulieren kann. Diese Einteilung zeichnet man am besten in die Negative mit feinsten Tuschestrichen ein, damit die Positivkopien die Grenzen des Quadratnetzes in weissen Linien wiedergeben. Nützlich sind ferner Umrisszeichnungen nach den Photos auf Pauspapier, die bei der nächsten Kontrolle im Feld mit grossem Vorteil benützt werden können, um Veränderungen einzuzeichnen. Einige solche orientierende Skizzen sind in der vorliegenden Arbeit gedruckt, gute Beispiele gibt W. LÜDI in ABDERHALDENS Handbuch, in dem LÜDI die Methoden der Sukzessionsforschung bearbeitet hat (1930).

*

Da ich meine ersten Dauerflächen mit Rücksicht auf andere zurzeit wichtiger scheinende Untersuchungsziele auswählte, wurden sie, sofern sie sich bei der Nachkontrolle als lehrreich erwiesen, dennoch weiter beobachtet, obschon sie weit voneinander entfernt lagen. Hätte ich bei Beginn meiner Arbeit im Park gewusst, dass einmal den wissenschaftlichen Mitarbeitern das praktische und zentral gelegene Laboratorium mit Unterkunft auf *Il Fuorn* zur Verfügung stehen werde, so hätte ich mehr Versuchsflächen in dessen Nähe angelegt. Aber in den ersten Jahren meiner Mitarbeit war das Hotel *Il Fuorn* zur Zeit der Schulferien, nach denen ich mich einrichten musste, meist überfüllt, und die andern Nächtigungsgelegenheiten waren oft auch nicht benützbar. Es ist nicht dasselbe, ob man eine Unterkunft als gewöhnlicher Tourist aufsucht, oder ob man Forscherpflichten zu erfüllen hat.

So trugen verschiedene äusserer Umstände dazu bei, dass ich meine Versuchsflächen nicht so anlegen und im Untersuchungsgebiet verteilen konnte, wie ich mir auf Grund meiner Erfahrungen während der ersten Jahre ausgedacht hatte. Als dann im Jahr 1947 erstmals das Laboratorium *Il Fuorn* zur Verfügung stand, wagte ich nicht zu hoffen, dass mir noch lange Jahre weiterer Forschertätigkeit im Parkgebiet zur Verfügung stehen würden. So bedaure ich zum Beispiel sehr, nicht auch ein Transekt im Sinne von W. LÜDI (1954) im Lavinar La Schera angelegt zu haben, zwar mit kleineren Ausmassen, oder am Rand der Stabelchodweide, wo seit der Parkgründung der Wald stark in die Weide vorgedrungen ist, und wo sich auf der Grenze des ehemaligen Waldes und der Weide auch die Flechtenvegetation sehr stark verändert hat.

Auf La Schera, wo Kalk-, Dolomit- und Silikatgesteine (permische Sedimente) vorkommen, hätten sich nahe beieinander liegende Versuchsflächen auf Ca- und Si-Schuttböden anlegen lassen. Ferner weiss ich nur zu gut, wie wertvoll gleichzeitige photographisch-statistische Kontrollen in ganz andern Gebieten gewesen wären. Ich hatte solche auch begonnen, aber zum Teil sind sie meiner Kontrolle entgangen, teils sind die Flächen vorzeitig zerstört worden, wie auch etliche im Parkgebiet selber. Oft fehlten auch Mittel und Zeit zur Verfolgung des aufgestellten Programmes.

Die besten Vergleichswerte erhoffte ich seinerzeit von photographischen Aufnahmen, die ich in meinem Dissertationsgebiet der Grimselgegend begonnen hatte, das mit seinen grossen Niederschlagsmengen, seiner langen Schneebedeckung und hohen Luftfeuchtigkeit, seinen niedrigen Vegetationsgrenzen und fast ausschliesslicher Silikatunterlage als extremer Gegensatz zum lufttrockenen Nationalparkgebiet gelten kann. Leider wurden meine dort angelegten Versuchsflächen früher als vorgesehen durch die grosszügig ausgebauten Kraftwerkbauten zerstört, und aus verschiedenen Gründen musste ich auf weitere solche Versuche verzichten.

Dagegen sei bei dieser Gelegenheit von einem kleinen Versuch berichtet, den ich ungestört vom 19.7.1922 bis 2.2.1924 in der Umgebung der Stadt Bern kontrollierte.

An einer nordexponierten Sandsteinmauer, 550 m ü.M., die mitten in Wiesen als Umgrenzung eines Pulverhauses diente, photographierte ich an den beiden Tagen im Masstab 1:1 eine Kruste von *Diploschistes* scruposus, gebildet von zwei Individuen dieser Art und umgeben von einem Thallus von *Lecanora* albescens FLKE und 7 Einzelthalli von *Blastenia teicholyta* BAUSCH, ebenso in der Nähe an einem Wegrand junge Thalli von *Parmelia acetabulum* (NECK.) DUBY am Stamm eines Hikorynussbaumes. Gleich wie bei den Messungen im Parkgebiet mass ich von jedem Thallus je zwei grösste Durchmesser, die miteinander einen Winkel von mindestens 60 Grad bildeten. Bei *Diploschistes* war dies nicht möglich, weil die beiden Thalli sich gegenseitig berührten und der untere über den oberen wuchs. Die scharfen Photos lassen jedoch eine Messung des radialen marginalen Wachstums von bestimmten, charakteristisch gruppierten Apothezien aus zu, eine Methode, die auch sonst bei Messungen angewendet werden kann. Nimmt man die Mitte eines bestimmten Apotheziums als Ausgangspunkt, so kann die Ungenauigkeit der Messung als innerhalb der Fehlergrenze liegend betrachtet werden. Drei Messungen in dieser Weise ergaben übereinstimmend für die 18½ Monate einen radialen Zuwachs von 3 mm (= marginaler Zuwachs in den folgenden Angaben der Kapitel I-III). Die Zahl der Apothezien nahm in den 18½ Monaten ebenfalls sehr deutlich zu. Statt der mühevollen Zählung der Hunderte von Apothezien zählte ich die deutlich erkennbaren Disken, die in gerader Linie unter zwei rechtwinklig zueinander stehenden Durchmessern des Thallus lagen (Tabelle 1).

Tabelle 1

| | 19.7.1922 | 2. 2. 1924 | Zunahme |
|--|--|--|---|
| | Apoth. | Apoth. | Apoth. |
| waagrecht / senkrecht | 20 × 12 | 28 × 19 | 8 × 7 |
| | mm | mm | mm |
| Durchmesser von <i>Lecanora albescens</i> | 4 × 3 | 8 × 6 | 4 × 3 |
| Durchmesser von <i>Blastenia teicholyta</i> , schräg gemessen mit 60 bis 90 Grad Winkelabstand | 12 × 8,4 8 × 4,5 5,5 × 3 4,5 × 2,5 3 × 3 | 14,5 × 9,8 8,5 × 6,4 6,8 × 5 5,5 × 3,4 4,8 × 3,8 | 2,5 × 1,4 0,5 × 1,9 1,3 × 2 1 × 0,9 1,8 × 0,8 |
| | 2 × 3 2 × 2,5 | 4,5 × 5 3,4 × 3,5 | 2,5 × 2 1,4 × 1 |
| Durchmesser von <i>Parmelia acetabulum</i> waagrecht / senkrecht gemessen | 20,5 × 24 12 × 16 | 29 × 36,5 18,5 × 25,5 | 8,5 × 12,5 6,5 × 9,5 |

Während das Wachstum von *Lecanora* und *Blastenia* von einem Individuum zum andern verschieden ist und sich keine Regel ableiten lässt, scheint nach den beiden Messungen *Parmelia* in der Vertikalen stärker zu wachsen, was bei einem obligaten Stammepiphyt nicht verwunderlich wäre. Leider waren bei der zweiten Messung die übrigen *Parmelia*-Thalli von 1922 bis 1924 schon alle verwachsen, so dass man diese nicht mehr voneinander unterscheiden konnte. Und während 1922 von den 5 *Parmelia*-Thalli bloss einer 3 Apothezien von nur 1 mm Breite trug, können auf dem Bild von 1924 schon 7 Apothezien von 4-8 mm Breite gezählt werden und dazu zahlreiche kleinere.

*

Wenn ich meine photographischen Kontrollergebnisse als erstmalig bezeichnet habe, mag das etwas unbescheiden scheinen. Doch sind mir aus der lichenologischen Literatur keine ähnlichen Arbeiten bekannt. Was seit der Publikation des schon erwähnten Handbuches von ABDERHALDEN (1930), in dem LÜDI den beschränkten Wert photographischer Kontrollen in der Sukzessionsforschung in phanerogamischer Vegetation betont hat, über dieses Stoffgebiet erschienen ist, vermag ich nicht zu überblicken. Doch sei hier hingewiesen auf die Arbeiten von W. LÜDI (1945), W. S. COOPER (1928/31) und K. FAEGRI (1933), wo zum Teil die Sukzessionen photographisch zur Darstellung kommen.

H. SANDSTEDE hat in seinen *Cladoniae exsiccatae* Nummern verteilt, die Bilder von Reitdächern aus NW-Deutschland mit reicher Cladonienv egetation enthalten, die eine relativ rasche Veränderung und Entwicklung der Cladonienrasen innerhalb weniger Jahre beweisen (siehe auch F. TOBLER, 1925, Seiten 41/42). Alle übrigen mir bekannten Publikationen über Sukzessionen der Flechtenvegetation beschränken sich auf nur textliche Angaben, **besonders** auf

Wachstumsmessungen an Flechten

Die ersten einigermaßen wertvollen und zuverlässigen Messungsergebnisse stammen fast gleichzeitig von BRUCE FINK (1917) über Flechten im Staate Ohio, USA, und von K. LINKOLA (1918) in Finnland. FINK machte hauptsächlich Messungen an *Parmelien* und *Cladonien*, besonders interessant sind seine Regenerationsversuche an *Parmelien* und *Umbilicarien*. LINKOLA hat nur *Parmelia*- und *Parmeliopsis*arten beobachtet. Die Ergebnisse dieser beiden Autoren stimmen mit den unsrigen bei Berücksichtigung der Lage der Untersuchungsgebiete zum Teil gut überein, wenigstens was die *Parmelien* und *Peltigeren* betrifft. Die Angaben FINKS über das Wachstum der Cladonien sind je nach der Art sehr verschieden, zum Teil erstaunen einem die relativ raschen Wachstumstempi im Vergleich zu unsern Ergebnissen. Auch W. VOIGTLÄNDER-TETZNER (1932) berichtet über rasche Neuansiedlung und auffällig rasches Wachstum der Cladonien. MASON E. HALE hat 1954 vorläufige Ergebnisse seiner Messungen im Aton Forest, Connecticut, USA, mitgeteilt. Er benützt auch die photographische Methode, gibt allerdings noch keine Bilder. Er zeichnet zugleich auf Plasticfolien die **Umriss**e der Thalli, um das **Flechtenwachstum** zu messen und in seiner **Formentwicklung** zu verfolgen. Eine **ähnliche** Methode empfiehlt RYDZAK (1955), gibt aber noch keine Resultate. Die Ergebnisse von HALE sind sehr unterschiedlich, zum Teil negativ, da seine Flechtenstandorte stark durch die wechselnde Beschattung und den Laubfall beeinflusst sind. F. TOBLER (1925) hat in seinem Lehrbuch «Biologie der Flechten» auf Seiten 36 bis 45 die damals bekannten Ergebnisse über solche Messungen zusammengefasst und diskutiert und zum Beispiel die Zahlen von FINK und LINKOLA in Tabellen zusammengestellt. Ob die Angaben von LOTSY (1890), die TOBLER mehrfach zitiert, volles Vertrauen verdienen, ist zweifelhaft, weil LOTSY zum Beispiel behauptet, *Peltigerea canina* sei «**meistens** einjährig».

Ausser diesen direkten **Wachstumsmessungen** sind in der lichenologischen Literatur auch Angaben über

indirekte Wachstumsmessungen veröffentlicht worden. Darunter verstehen wir die Messung des Durchmessers der grössten Thalli einer Flechtenart auf sicher datierbarem Substrat. Im ersten Teil meiner Nationalpark-Arbeit (1952) habe ich auf Seite 452 ein solches Beispiel verwertet: die Messung von Blatt- und Strauchflechten auf frisch gefällten Leitungsmasten eines Kraftwerkes, die jeweils die **Jahrzahl** der Montierung tragen. Solche **Gelegenheiten** zeigen sich eher in einem menschlich beeinflussten

Gebiet als in einem Nationalpark. Ein kleines Beispiel aus unserem Parkgebiet sei immerhin hier erwähnt: Die forstliche Versuchsfläche bei Fuorn an der ehemaligen Grenze der Stabelchodweide (vergleiche Seite 307) ist 1934 durch 6 granitene Marksteine begrenzt worden. Von diesen Steinen trugen im Sommer 1956, also nach 22 Jahren, die Steine 1, 2 und 4 noch keine Spur von **Flechtenbewuchs**. Stein 3 war dünn besiedelt, und die Steine 5 und 6 in der ehemaligen Weidefläche, die jetzt schon von im Mittel 3–4 m hohen Bergföhren bestockt ist, sind ziemlich dicht mit Krustenflechten besetzt. *Acarospora* veronensis MASS., *Lecanora polytropa*, *Rhizocarpon geographicum*, *% poly-carpum*, *Aspicilia cinereorufescens*, *Caloplaca* sp. und andere noch nicht erkennbare Arten (Reihenfolge der Arten nach relativer Häufigkeit) bedeckten die 15×15 cm messende Kulmfläche der beiden Marksteine mit zirka 40% Deckungsgrad. Die Seitenflächen der quaderförmigen Marksteine waren etwas dünner besiedelt. Da *Acarospora veronensis* und *Lecanora polytropa* nur zerstreute **Areolen**, nicht kompakte Thalli haben, können von ihnen keine **Durchmesserzahlen** gegeben werden. Der grösste *Rhizocarponthallus* mass 14×12 cm, die **Caloplacakruste**, bestehend aus lauter Apothezien, mass 20 mm^2 . Warum die 3 anderen Marksteine noch ganz **unbesiedelt** waren, ist schwer zu erklären, am ehesten dadurch, dass sie im alten *Pinus mugo*-Bestand gesetzt wurden. Auf jeden Fall machen solche Beispiele vorsichtig bei der **Verwertung** indirekter Wachstumsmessungen. Ein weiteres Beispiel ausserhalb unseres Untersuchungsgebietes ist auf Seite 269 unten erwähnt.

Der in Paris lebende schwedische Lichenologe **W. NYLANDER** hat erstmals (1868) einige Angaben über indirekte Wachstumsmessungen mitgeteilt. Zu diesem Zweck hat er die Durchmesser von **Flechtenhalli** auf Grabmälern in Pariser Friedhöfen gemessen. Diese Methode hat **ROLAND BESCHEL** ausgiebig in seiner Dissertation «**Stadtflechten und ihr Wachstum**» (Diss. Universität Innsbruck 1950) angewendet. Er hat gleichzeitig und später Messungen in Gletschervorfeldern durchgeführt und die Messungen an einwandfrei datierbaren **Lokalitäten** benützt, um anderwärts das Alter unsicher datierbarer rezenter Moränen zu bestimmen. In seiner **neuesten Arbeit** «**Lichenometrie im Gletschervorfeld**» (1957) ist er noch weiter gegangen: er setzt den Wachstumsfaktor von *Rhizocarpon geographicum* in Beziehung zum Klimacharakter eines bestimmten Gebietes und nimmt den «**Flechtenfaktor**», wie er den **jährlichen** Zuwachs von *Rhizocarpon geographicum* kurzweg **nennt**, als Mass für einen «**kombinierten Klimafaktor**», gleichsam einen Indikator des Klimacharakters, der sogar dazu dienen **könnte**, die **günstigsten** Gebiete zur Anlage von Staubecken für Elektrizitätswerke zu ermitteln, da die bisherigen Methoden für die **Niederschlagsmessung** im Hochgebirge noch diskutabel seien. Obschon ich den anregenden, aber doch etwas spekulativen **Arbeits-**hypothesen **BESCHELS** volle Anerkennung zolle, möchte ich doch gewisse Vorbehalte machen (siehe Seite 250).

Bekanntlich besteht die **Art** *Rhizocarpon geographicum* **Dc** aus mehreren Varietäten, die von verschiedenen Autoren als Arten betrachtet werden. Einige dieser Varietäten oder Kleinarten gleichen sich makroskopisch sehr stark, je nach den **Standortsbedingungen**, und gleichen auch gewissen Formen von *Rhizocarpon alpicola*. Da aber schon die Varietäten respektive Subspezies von *Rh. geographicum* und noch mehr *Rh. alpicola* ein artspezifisch ungleich rasches Wachstum aufweisen, und da *Rh. alpicola* wesentlich andere Standortsbedingungen **verlangt als gewisse** Varietäten von *Rh. geographicum* (vergleiche **FREY 1922/23, 1927/33/37 und 1952**), so **wird** bei den Messungen **im Feld grösste Vorsicht am Platze sein**¹⁾. Zudem brauchen die Gesteine je nach ihrer

¹⁾ Vergleiche auch **HANS RUNEMARK**; Studies in *Rhizocarpon*. Opera **Botanica soc. bot.** Lund, suppl. Bot. Not. 2, 1–2, 1956.

petrographischen Zusammensetzung ungleiche Anwitterungszeiten, bevor sie zur Ansiedlung von Flechten «reif» geworden sind. Ein dunkler Lamprophyr wittert rascher an als ein heller, saurer Aplit. Es können sich also gewisse Beobachtungsfehler einschleichen, die möglichst vermieden werden sollten, um den «Flechtenfaktor» wirklich als zuverlässiges Mass für den Klimacharakter, speziell für die Niederschlagsmessung zu verwenden.

Die Wachstumsbedingungen der Flechten

Die Faktoren, welche die Lebensbedingungen, speziell die Wachstumsbedingungen der Flechten bestimmen, sind in letzter Zeit in zwei wertvollen Arbeiten von OTTO LUDWIG LANGE und HEINZ BUTIN experimentell untersucht worden.¹⁾ LANGE hat (1953) in seinen Untersuchungen über Hitze- und Trockenresistenz der Flechten uns mit Hilfe der Messung der Atmungsintensität als Funktion der allgemeinen Vitalität über die Grenzen der Lebensmöglichkeit aufgeklärt. Dabei hat sich gezeigt, dass auch diejenigen Arten, wie zum Beispiel *Alectoria sarmentosa* und andere Bartflechten, die im sommerkühlen Waldklima mit relativ hoher Luftfeuchtigkeit ihr Optimum finden, im lufttrockenen Zustand nicht so viel weniger hohe Temperaturen ertragen – wie man erwarten könnte – als zum Beispiel die xerotherme *Cladonia foliacea* var. *convoluta* des Mediterrangebietes, die *Umbilicarien* und die offenbar besonders hitzeresistente *Clad. pyxidata pocillum*. Die Resistenz gegen langandauernde Hitze einwirkung bei etwas weniger extremen Temperaturen geht parallel mit der Widerstandsfähigkeit gegen kurze extreme Temperaturschocks. Wertvoll ist auch die Angabe, dass Flechtenpilz und Flechtenalge in bezug auf ihre Resistenz bis zu einem hohen Grad aufeinander abgestimmt sind.

Im gequollenen, wassergesättigten Zustand sind die Flechten allerdings bedeutend weniger hitzeresistent. Das Maximum liegt ungefähr bei der Hälfte der Anzahl Grade über dem Gefrierpunkt, zum Beispiel für *Usnea* dnysoyn lufttrocken bei 71°, gequollen bei knapp 35°; für *Umbilicaria pustulata* bei 98° respektive 45,5°.

Die experimentelle Messung der Trockenresistenz bestätigt die bisherigen Erfahrungen und Vorstellungen. Die meisten Flechtenarten ertragen im Experiment weit längere Trockenzeiten, als diese praktisch in ihrem Verbreitungsgebiet je in Betracht kämen. Es werden Trockenperioden von mehr als einem Jahr ertragen. Immerhin zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen einzelnen Arten, Verwandtschaftsgruppen und auch zwischen Flechtengesellschaften. Besonders lehrreich ist zum Beispiel LANGES Kurvenbild, Abb. 21, Seite 89, das die Resistenz gegen Erhitzung in trockenem Zustand von 4 Konstituenten des hygrophilen «*Usneetum barbatae* OCHSNER» derjenigen von 4 *Cladonia*arten aus dem xerothermen *Fulgensietum continentale* gegenüberstellt. Die zwei Kurvenbündel stehen in dem Koordinatenfeld weit auseinander.

Messungen der Temperaturschwankungen innerhalb des Flechtenkörpers zeigen, dass diese an extremen natürlichen Standorten die ertragbaren Maxima erreichen oder gar überschreiten können, so dass also trotz der hohen Resistenzmaxima der Flechtenverbreitung gewisse Grenzen gesetzt sind.

Es seien hier noch einige eigene Überlegungen auf Grund von LANGES Ergebnissen eingefügt. Wenn die Hitzeresistenz der gequollenen, wassergesättigten Flechten

¹⁾ Unser Literaturverzeichnis erwähnt nur diese zwei Arbeiten, in deren Literaturregistern die reiche, frühere Literatur über diese Fragen zusammengestellt ist.

um die **Hälfte** geringer ist als die der **lufttrockenen**, so darf man wohl annehmen, dass zwischen diesen Werten mögliche Mittelwerte liegen, das heisst: Da in der Regel auf die Momente völliger **Durchnässung** der Flechten nicht sofort **grösste** Hitzegrade folgen werden, so kann man sich denken, dass meistens die Flechten nach völliger **Durchnässung** Zeit finden, **soweit** nachzutrocknen, dass bis zum Zeitpunkt, da ein extremer Hitzegrad einträte, auch meistens der nötige **Austrocknungsgrad** erreicht ist. Die **Verbreitungsgrenzen** einer Art werden also vor allem davon abhängen, wie rasch in **einem** Gebiet die Zustände starker Durchfeuchtung und grosser Erhitzung wechseln. **Damit** steht zum Beispiel im Einklang die Tatsache, dass im Mediterrangebiet eine **grosse** Zahl von **Erdflechten** des **mitteleuropäisch-subborealen** Gebietes, die **offene** Lage bevorzugen, eben in diesen Lagen fehlen, und dass nur wenige exklusiv resistente **Arten**, sogenannt xerotherme als **Charakterarten** des *Fulgensietum continentale* in den **Halbsteppen** dominieren.

Die **grosse Hitze-** und Trockenresistenz der meisten Flechtenarten scheint mir **ferner** von **grösster** Wichtigkeit zu sein bei der **konsortialen** Ausbreitung der Flechten **durch** Soredien und durch Fragmentation, besonders durch letztere. Es ist anzunehmen, dass auch ziemlich kleine Fragmente von Flechten die gleiche Resistenz **im** trockenen Zustand aufweisen wie die ganzen Flechtenindividuen. **Übrigens** waren **wohl** die meisten Flechten, die LANGE in seinen Experimenten verwendet hat, auch nur **Bruchstücke**, Teile von Flechten, **allerdings** relativ **grössere**, als sie für die Propagation **in Frage** kommen. Wir können uns leicht ausdenken, was für einen Vorteil es bedeutet, **wenn** Fragmente, die der Ausbreitung durch den Wind dienen sollen, über eine sehr lange Zeit am Leben bleiben **können**. Man denke nur an die Ausbreitung der **Flechten-**bruchstücke über die winterliche Schneedecke hinweg bei langen Frostperioden! Im Zusammenhang mit diesen Problemen **wären** experimentelle Untersuchungen über die Hitze- und Trockenresistenz von Flechtensoredien und **-frag-**menten sehr nützlich.

Da die **Wachstumsgrössen** einer grünen Pflanze, als **welche** auch die Flechte als ganzheitlicher Organismus aufzufassen ist, mehr oder weniger eine Funktion der Assimilation sind, ist es wichtig, die **Hauptergebnisse** zu kennen, die sich aus der zweiten vorgenannten Arbeit von H. BUTIN (1954) über den Wasserhaushalt und die Photosynthese bei Flechten ergeben. Der **Kompensationspunkt** (KP), das heisst, die **Faktorenkonstellation**, bei der die CO₂-Aufnahme **infolge** Assimilation und die CO₂-Abgabe **infolge** Atmung sich die Waage halten, ist vor allem abhängig vom Lichtfaktor, aber auch in starkem Masse von der Temperatur und von der **Hydratur** der Flechte. BUTIN stellt das **Zusammenwirken** dieser 3 Faktoren in einem sehr instruktiven Dreieck-Diagramm dar, das unter anderen folgende Beziehungen deutet: Steigender Wassergehalt einer Flechte **wie** zum Beispiel einer *Peltigera* auf schattigem **Wald-**boden, kann eine Steigerung der **apparenten** Assimilation zur Folge haben, auch wenn der Lichtfaktor **verhältnismässig** niedrig ist. Steigende Temperaturen steigern natürlich die Atmung und verlangen gleichzeitige Steigerung des Lichtes, wenn nicht der KP unterschritten werden soll, doch kann dieser Ausgleich auch durch die Steigerung der Wasserversorgung erreicht **werden**. Trocknet die Flechte **wieder** mehr aus, so kann eine steigende Temperatur nur durch **gleichzeitige** Steigerung der Lichtintensität erreicht werden **usw.** Für die lichtliebenden **Expixylen** wie *Parmelia furfuracea* und *Evernia prunastri*, mit denen BUTIN experimentierte, ist **dieser letztere** Fall meist leicht **möglich**. *Es ist der Fall, der für viele Arten und für viele Standortsverhältnisse unseres Untersuchungsgebietes mit seinem subkontinentalen Klimacharakter, seiner durchschnittlich geringen Luftfeuchtigkeit und seiner reichlichen Besonnung in Betracht fällt.*

Besonders wertvoll sind auch die **Versuchsergebnisse** BUTINS über die **Förderung** der Assimilation durch Tau- und **Nebelbildung**. Damit **wird** eine Tatsache **experimentell** bestätigt, die jedem aufmerksamen Lichenologen bekannt ist: die Zunahme **besonders** der epiphytischen Flechtenvegetation in jenen Höhenlagen, wo die obere Grenze der durchschnittlichen **Nebelhäufigkeit** liegt. *Da ja über dem Nebel häufig eine kräftige Sonnenstrahlung und oft auch eine erhebliche Temperatursteigerung besteht, so stehen hier alle drei vorhin erwähnten Faktoren mehr oder weniger im Optimum.* Da Nebel- und **Taubildung** oft ebenso lang oder eher länger einwirken als die direkten Niederschläge, und da für viele Flechten die besonders erfolgreiche Wasseraufnahme aus der Luftfeuchtigkeit erwiesen ist, so kann nicht überall, **wie** es **BESCHEL** (1954) tun konnte, eine Flechte als Niederschlagsmesser dienen, **wenigstens** sofern man unter **Niederschlägen** nur die meteorologisch messbaren direkten Niederschläge versteht.

*

Bei den Untersuchungen von **LANGE** und **BUTIN** sind die Flechten immer **ganzheitlich** erfasst worden. Wir haben schon **erwähnt**, dass **LANGE** gezeigt hat, wie die **Flechte** als Ganzes und die **Alge** in **bezug** auf ihre Resistenz aufeinander abgestimmt sind. Doch **können** wir die **Wachstumsgrößen** der Flechten nicht ganz nur als Funktion der Assimilation der Flechtenalge betrachten, sondern wir **müssen** doch bedenken, dass der Flechtenthallus, besonders der der Krustenflechten, mit seinen **Markhyphen** dem **Substrat** dicht anliegt und dass die hypo- und **protohallinen** Hyphen sicher in vielen Fällen die saprophytische Lebensweise des **Flechtenpilzes** weiter **aufrecht** erhalten. Wir wissen ja, wie wichtig für die Flechten der **Staubanflug** ist, die Ernährung aus **zufließenden** und zugewehrten Nährstoffen. Das ergibt sich besonders deutlich, ja sehr **auffällig** aus der Oekologie der Rindenflechten an **Alleebäumen**. Dabei handelt es sich ja vielleicht nur zu einem kleinen Teil um anorganische Stoffe, **sondern** oft und vielerorts um mehrheitlich organische, zugeführte Nahrung.

*

In den folgenden 3 **Hauptabschnitten** beschränken wir uns auf die blosse Beschreibung der **Vegetationsentwicklung** auf den **Versuchsflächen**. Eine **allgemeine** Darstellung der **Vegetationsentwicklung** soll im Rahmen einer **gesamtsoziologischen** Darstellung erfolgen.

Die Nomenklatur der Flechten folgt den Richtlinien des ersten Teils, die der **Moose** richtet sich nach der Arbeit von **CH. MEYLAN** (1940).

Die Dokumente der für die vorliegende Arbeit nötigen Aufnahmen, Photonegative, Kopien, Croquis zu den **Flächenlokalitäten** werden nach der Drucklegung, **sofern** es nicht schon geschehen ist, im Nationalparkmuseum in Chur deponiert.

*

In der Zeit zwischen der **Einreichung** des Manuskriptes und der **Drucklegung** erhielt ich die Arbeit **R. BESCHEL** 1958, auf die ich im einzelnen hier nicht mehr eingehen kann. Dagegen verweise ich auf den **II. Teil** dieser wertvollen Arbeit: Untersuchungen über das **Flechtenwachstum** Seite 105–131. Dieser gibt ein **komplettiertes** Literaturverzeichnis der früheren Angaben über Wachstumsmessungen an Flechten, und die Ergebnisse der zahlreichen Messungen **BESCHELS** werden in Tabellen und Kurven zusammengestellt. Da sich seine Untersuchungen in **niedrigeren Höhenlagen** und bei ganz andern Klimabedingungen abspielen und zudem **andere Artgruppen** –

in systematischer und ökologischer Beziehung verstanden – untersucht werden, so lassen sich seine Resultate mit den meinigen noch nicht ohne weiteres vergleichen, **um** generelle Gesetzmässigkeiten abzuleiten. Es ist zu hoffen, dass sich ein erfolgreiches Team junger Lichenologen **zusammenfindet**, um die Probleme des Flechtenwachstums einer Lösung näherzubringen, wie es **BESCHEL** (1957b) angeregt hat.

*

Auch diesmal habe ich den gleichen Helfern zu danken, denen ich in der Einleitung **zum** ersten Teil meinen Dank abgestattet habe, besonders danke ich diesmal noch meinem Sohn **HANS**, der mir seit 1941 bei den photographischen Aufnahmen und der Markierung der Dauerflächen wacker geholfen hat. Im Sommer 1955 hat mein Neffe **H. U. STAUFFER** diese **Hilfe** übernommen. Meinen Freunden, Direktor **Dr. W. LÜDI** und **Dr. F. OCHSNER**, danke ich besonders herzlich, dem ersteren für die Untersuchung der **Bodenproben**, die er im Institut **RÜBEL** besorgen liess, und für wertvolle Anregungen, und **Dr. OCHSNER** für die Bestimmung der Moose und manchen gemeinsamen Arbeitstag.

Ganz besonders Dank sagen möchte ich beim Abschluss dieser Arbeit dem Forschungsrat des **Schweizerischen** Nationalfonds für wissenschaftliche Forschung, nicht nur für den namhaften Druckbeitrag für die vorliegende Arbeit, sondern für die Gewährung eines Subsidiums, das mir ermöglichte, mich vorzeitig von meinen Amtspflichten zu befreien und mich ganz dem Abschluss meiner **lichenologischen** Forschung zu widmen. In diesen Dank möchte ich vor allem auch **einschliessen** Herrn Prof. Dr. F. E. **LEHMANN**, Präsident der Forschungskommission der SNG, sowie die Präsidenten der WNPk und der botanischen Subkommission, die Herren Prof. Dr. **J. BAER**, Dr. W. **LÜDI**, Prof. Dr. W. **VISCHER** und den Redaktor unserer «Ergebnisse der WNPk», Prof. Dr. E. **HANDSCHIN**.

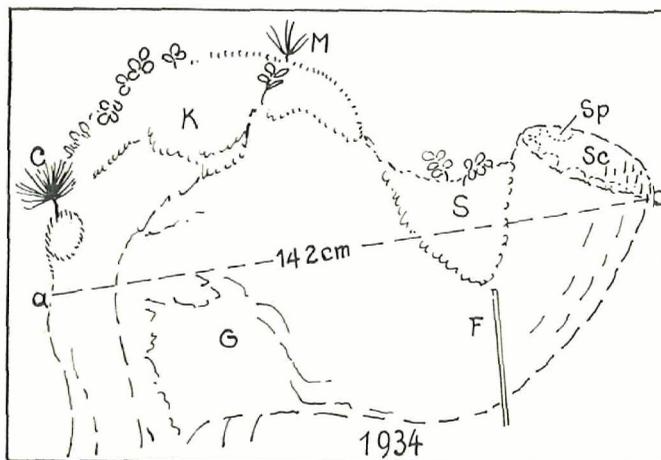
I. Sukzessionen auf Holz und Rinde

Problem: Wie rasch schreitet die Besiedlung und **Vermorschung** fort?

1. Dauerfläche (Z 1: 1923/1955, Fig. 2, Bilder 1-4).

Lärchenstrunk M Wald bei **Zernez**, zirka 5 m unterhalb des Weges **zwischen Sur Röven und Val Raschitsch** oberhalb des **1. Viadukts** der Rhätischen Bahn **tal-** aufwärts.

Der ganze Hang liegt in **NW-Exposition**, die **photographierte** Vorderfläche des Strunkes ebenfalls. Der **Piceabestand** mit dominierendem **Ericaunterwuchs** ist mässig **licht** mit etwa **50% Kronendeckung** im **Umkreis** des Strunkes.



Figur 2: Zernez 1, 1923/1955, Bilder 1-4

Die erste **photographische** Aufnahme vom 11.8.1923 zeigt uns Bild 1, die Figur 2 dient zur Orientierung. Der eigenartig verbogene **Strunk** **trug** 3 Stämme: der eine **Hauptstamm** ist rechts im **Bilde** abgesägt (Sc), die Schnittfläche des zweiten **Hauptstammes** ist überdeckt von einem **Mooskissen** (über K), bestehend aus dominierendem **Dicranum scoparium**, **darin Vaccinium vitis idaea** und **V. myrtillus**. Die Schnittstelle eines dritten, schwächeren Stammes ist hinten, im Bild nicht sichtbar und zudem mit **Detritus** zugedeckt, der sich hinter dem Strunk auf der **Hangseite** angehäuft hat. Die Linie a-b in Figur 2 entspricht einem Abstand in natura von 142 cm. Links unter K, in der **photographischen Aufnahme** von 1923 leider nicht erkennbar, wuchs schon im Sommer 1923 eine junge **Pinus Cembra** mit 3 Kurztrieben, also 15 Nadeln, **damals** also mindestens **2-3jährig**, vielleicht noch älter. Ihr Keimbett liegt in einem Kissen von **Dicr. scoparium**, das ganz am Rande links des Bildes erkennbar ist. Im Sattel (S) zwischen der **Kulmfläche** (K) **links** und der Schnittfläche rechts (Sc) wächst ein **Moospolster**, ebenfalls **mit Dicr. scoparium** und jungem **Hylocomium splendens**, **darin Vacc. vitis idaea**. Darunter auf der Frontfläche (F) links vom Masstab, mit abblättrender, Borke, gedeiht ein Rasen von **Cladonia digitata. pleurota** und junger **deformis**. **Hinter** dem Strunk wachsen eine junge Picea und 1 **Larix**, letztere absterbend.

Bei einer ersten Kontrolle im August 1927 waren **nur** geringe Veränderungen feststellbar. Die meisten **Cladoniapodetien links** vom Masstab waren am Aufspalten, zum Teil zeigten sie deutliche Degeneration, wohl durch das Abblättern der Borke. Doch **halten** die Thalli der 3 Cladonien noch aus bis 1955. Mit Hilfe von **Detailaufnahmen** der **Frontfläche F** ergab sich ein äusserst **minimes** Wachstum der alten wie der neu aufkommenden **Podetien**. Letztere wiesen Längezunahmen von kaum 2-3 mm in einem **Jahrzehnt** auf. Eine **Peltigera aphthosa** unter dem Moospolster in S, die 1923 knapp 4 cm Durchmesser hatte, brachte es bis 1934 nur auf 7 cm und wurde dann von den **Moosen** überwachsen. Ein **Parmelia physodesthallus** rechts von K am Rand des **Dicranumteppichs** mass 1923 4 cm Durchmesser und 1934 auch nur 7,5 cm. Während der **Wuchsort für P. physodes einigermassen** normale Bedingungen bieten konnte, war der Standort für **Peltigera** und die Cladonien durch die zunehmende Feuchtigkeits-**speicherung im Moospolster** bei S sicher nachteilig.

Der schon 1923 im Dicranumpolster **links** vorhandene **Arvensämling (C)** hat 1934 **einen** ansehnlichen Nadelschopf gebildet, deutlich erkennbar über dem in dieser Photo dunkel sich abzeichnenden Moospolster. Das Stämmchen **ist** nach 12 bis vielleicht 14 Jahren noch **unverzweigt** geblieben, 1951 trug es erstmals 2 Ästchen und 1955 3 Zweige und hatte nun 22 cm Höhe erreicht, gemessen bis zu den obersten **Nadelspitzen** des Gipfeltriebes, der gesunde **Nadeln** trägt: ein Zeichen zähen Ausharrens. Allerdings hat sich das Stämmchen im übrigen von den Nadeln gereinigt. Bis 1955 ergibt sich somit ein durchschnittliches Längenwachstum von nur 5, höchstens 6 mm. Ein solch extrem langsames Wachstum lässt verstehen, wie lange junge Arven auf Baumstrünken oder Felsblöcken warten können, bis Flechten und Moose eine schützende Humusdecke gebildet haben, in deren Schutz der junge Baum seine Wurzeln vortreiben kann, bis diese nährstoffreicheren Schuttboden erreichen können (siehe Seiten 274/76).

1934 (Bild 2) keimt auf der **Kulmfläche K** im **Dicranumkissen** eine **Pinus mugo (M)** (am obersten **Bildrand** erkennbar), die **infolge** besserer Bedingungen die Arve weit überholt. 1955 misst sie 36 cm **Höhe**, hat also im Mittel per Jahr um 1,6 cm gewachsen. Seit 1951 wächst neben dieser Bergkiefer noch eine zweite, die 1955 samt Nadeln 9 cm Höhe **erreicht** hat.

Der **Dicranumteppich** auf der **Kulmfläche** hat bis 1955 bei 65 cm Länge und 45 cm Breite eine Ausdehnung von rund 25 dm² erreicht, **darin** decken die folgenden **Cladonien** total 4%: chlorophaea, **fimbriata radiata**, **cenotea** und deformis, die in kärglichen Exemplaren auch sporadisch die Borke des Strunkes besiedeln. Auf der Schnittfläche rechts (Sc) erkennt man 1934 die hellen Thalli von **Parmeliopsis ambigua** und **hyperopta**. Sie siedeln sich nur auf dem zirka 8 cm breiten Kreisring des Splintes (Sp) an; Moose scheinen diesen **zu** meiden, wachsen dagegen auf dem zersplitterten Kernholz. Das marginale Wachstum der **Parmeliopsislager** betrug von 1934 bis 1955 im Mittel 1,2 mm per Jahr.¹⁾ Von 1941 bis 1955 haben sich dann auch die ersten Anfänge von **Cetraria pinastri** und **islandica** eingestellt, ebenso als erste **Cladonie** die **C. botrytes**, eine **Charakterart** des Cladonieturn **cenoteae** (siehe FREY I, 1952, Seite 406).

1927 wurden auf der Hinterseite des Strunkes ausgemessen: eine **Peltigera canina** mit 20,5×20,5 cm Durchmesser und eine **Parmelia saxatilis** von 11,4×9,6 cm Durchmesser. 1941 (Bild 3) mass **Peltigera** 30×40 cm und begann schon sich in der Mitte aufzulösen, die **Parmelia** hatte ihre Rundung ausgeglichen und 20 cm Durchmesser erreicht, wurde aber von der **Peltigera** in ihrer Existenz bedroht. 1955 ist **Peltigera** schon ganz in einzelne Thalli aufgeteilt, die je einzeln ihr Wachstum fortsetzen, von der **Parmelia** ist nicht mehr viel zu sehen.

¹⁾ Die **Zuwachszahlen** werden am Schluss tabellarisch zusammengestellt. Siehe Seite 313!

ng fort?

es Weges zwischen
tätischen Bahn tal-

te Vorderfläche des
terwuchs ist mässig



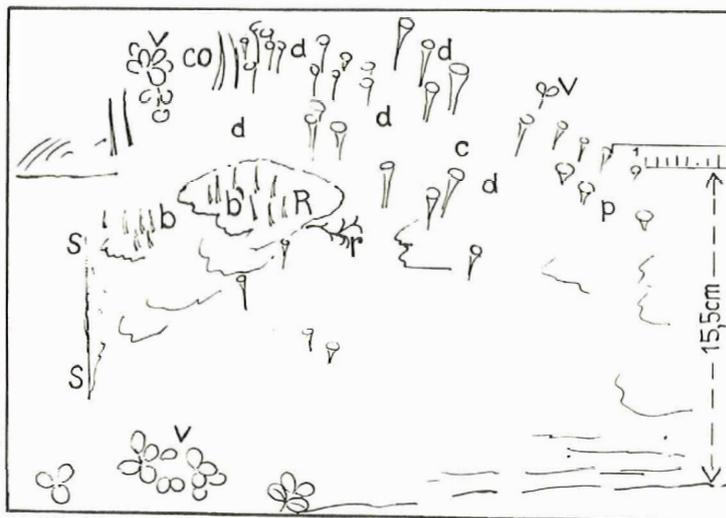
Bild 1, die Figur 2
Stämme: der eine
les zweiten Haupt-
aus dominierendem
s. Die Schnittstelle
bar und zudem mit
angehäuft hat. Die
cm. Links unter K,
ur, wuchs schon im
tadeln, damals also
einem Kissen von
ist. Im Sattel (S)
) wächst ein Moos-
sndens, **darin Vacc.**
mit abblättrnder,
;erdeformis. Hinter
end.

Ergebnis von Zerne 1: Die totale Veränderung in 32 Jahren ist **minim**, sie ist charakteristisch für das lufttrockene Klima im Haupttal des **Untereingadins**. In einem **humideren** Klima würden sich doch mindestens auch in der sich **überwölbenden, grottenähnlichen** Fläche G Moose angesiedelt haben. Besonders **auffällig** ist das langsame Wachstum der Arve und ihre **Genügsamkeit**.

2. Dauerfläche (Cl 11 1934147, Fig. 3, Bilder 5/6).

Cluozza 11 ist ein umgeworfener, waagrecht liegender Stamm von *Pinus mugo*, nördlich vom Blockhaus, am Weg rechts des Cluozzabaches talauswärts zu der sumpfigen Wiese, 1880 m ü.M. in W-Exposition.

Diese Fläche war als Nebenversuch zu Z 1 gedacht. Leider wurde sie im Lawinenwinter 1950/51 mit den andern **Dauerflächen** in Val Cluozza zerstört.



Figur 3: Cl. 11, Bilder 5 und 6

Die erste photographische Aufnahme vom 1. August 1934 (Bild 5 und Fig. 3) entspricht der folgenden **Artenliste** (Reihenfolge der Arten nach relativer Häufigkeit):

| | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Vaccinium vitis idaea</i> (v) | <i>Cladonia cornuta</i> (co) |
| <i>Cladonia deformis</i> (d) | - <i>crispata</i> |
| - <i>pleurota</i> (p) | <i>Parmeliopsis ambigua</i> |
| - <i>chlorophaea</i> (c) | - <i>hyperopta</i> |
| - <i>bacilliformis</i> (b, b') | <i>Ochrolechia alboflavescens</i> |
| - <i>cenotea</i> | |

1934 wurde das Rindenstück R (Fig. 2) mit *Cladonia bacilliformis* b' links der Mitte oben an eine von Borke entblösste Stelle verlegt, neben autochthone *C. bacilliformis* b. Bei den nächsten Kontrollen 1939 und 1942 waren die dislozierten *bacilliformis*-Podetien kümmerlich im Vergleich zu den autochthonen unmittelbar daneben, obschon das **Rindenstück** unverändert an seinem Platz geblieben war und es 1934 von

einer übereinstimmenden Stelle des gleichen Stammes weggenommen worden war. Wie auf dem Bild 5 von 1934 zu ersehen ist, waren die Moose damals noch ganz unter den Cladonienthalli verborgen, aber schon 1942 wuchsen *Dicranuni sp.*, zum Teil *D. scoparium*, und *Pleurozium Schreberi* stark zwischen den Podetien von *Cladonia* auf, was in der zuletzt aufgenommenen Photo vom 23.7.1947 (Bild 6) noch deutlicher zu sehen ist. Die Beschädigung der Borke Mitte rechts zeigt an, dass wohl inzwischen die Versuchsfläche Verletzungen erlitt, eine Ursache mehr, um die Moose im Verhältnis zu den Flechten in Vorteil zu bringen. Schläge und Quetschungen durch fallende Steine, Schnee oder Äste können die bei Trockenheit brüchigen Thallusschuppen und noch mehr die Podetien leicht brechen, die schwellenden Mooskissen dagegen weichen den Schädigungen aus. Die Wachstumskontrollen an unbeschädigten, charakteristisch gruppierten und deshalb sicher erkennbaren Podetien ergaben von 1934 bis 1947 durchschnittlich ein Höhen- respektive Längenwachstum der Podetien von knapp 1 mm per Jahr. 1942 wurde unter dem dislozierten Rindenstück R, das auf den beiden Bildern 4 und 5 an genau der gleichen Stelle ungestört zu erkennen ist, ein kleiner Zweig von *Cladonia rangiferina* festgestellt, der wohl irgendwie herbeigeweht und zufällig unter dem Rindenstück eingeklemmt festgehalten wurde. Er war 1947 noch da (r in Fig. 3 rechts unter d) und hatte seit 1942 1 cm an Länge zugenommen, also jährlich 2 mm, in Berücksichtigung der prekären Lebensbedingungen ein bemerkenswertes Wachstum.

Das Wachstum der Parmeliopsislager konnte wegen der rasch abblätternen Borke nicht gemessen werden. Der Schnitt s—s in der Borke links wurde bei einer Aufnahme im Jahr 1939 gemacht, um einen Anhaltspunkt für Messungen zu haben. In den 8 Jahren bis 1947 war nicht die geringste Spur von Neubesiedelung durch Flechten zu erkennen, auch eine Wirkung der mangelnden Feuchtigkeit.

Ergebnis von Cl 11: Das minime Wachstum der Cladoniapodetien ist wohl in erster Linie eine Wirkung der mangelnden Feuchtigkeit. Der Stamm lag quer über einer Mulde, berührte an der Stelle unserer Versuchsfläche den Boden nicht. An Licht war kein Mangel.

3. Dauerfläche (T 1 ab: 1935/47, Fig. 4 ab, Bilder 7–12).

Waagrecht liegende Fichtenstämme in Val Távü, 1870 m ü.M. Sie dienen als Stütze des Alpweges in NW-Exposition, 70–80 Schritte oberhalb der Brücke, die den Tavrübach oberhalb der Vallatscha überquert, in Luftlinie gemessen 1 km westlich von S-charl. Die beiden schon 1935 etwas morschen Stämme lagen zirka 1,5 m unter der Wegböschung, umwachsen von Hochstauden, meist *Aconitum paniculatum*.

Sonderproblem: Wie verhält sich die Besiedelung und Vermorschung an einem der feuchtesten Standorte des Parkgebietes?

Im Vergleich zu den Standortsbedingungen der Dauerflächen Z 1 und Cl 11 sind diese hier lokalklimatisch extrem gegensätzlich. Es ist der einzige Ort im ganzen Parkgebiet, wo Ch. MEYLAN epiphytische Moose glaubte entdeckt zu haben (MEYLAN, 1940, Seite 7). Er erwähnt von dort *Ortotrichum pallescens*, *O. speciosum*, *Lesquerreuxia striata* und *Brachythecium reflexum*, die die Äste von *Alnus viridis* in den üppigsten Grünerlenbeständen des Parkgebietes bekleiden.

Es sei hier in diesem Zusammenhang ergänzt, dass ich am rechtsseitigen, schwer zugänglichen Ufer des Inns zwischen Ardez und Aschèra (bei Tarasp-Fontana), also ausserhalb des Nationalparkes, aber doch im Untersuchungsgebiet, in den dichten Wäldern mehrfach kümmernde Fichten bis mannshoch von Moosen ganz eingekleidet gefunden habe. Es sind die steilen Abhänge «Las Ruinas», die MEYLAN nie besucht hat,

ist minim, sie ist
engadins. In einem
ch überwölbenden,
ffällig ist das lang-

von *Pinus mugo*,
wärts zu der sumpfi-

de sie im Lawinen-

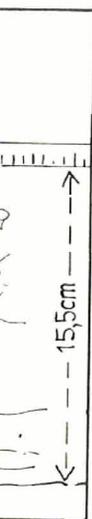


Bild 5 und Fig. 3)
ativer Häufigkeit):

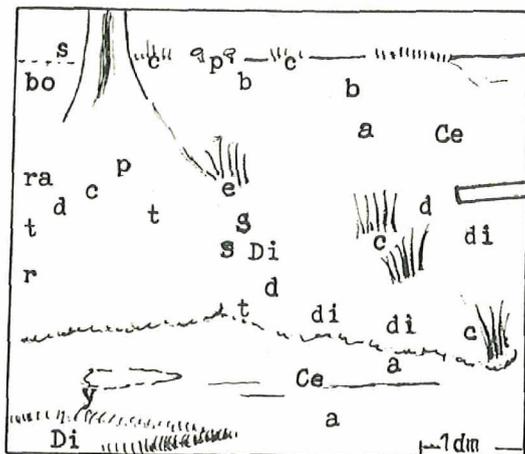
a (co)

bigua

flavescens

ormis b' links der
chthone *C. bacilli-*
dislozierten *bacilli-*
mittelbar daneben,
r und es 1934 von

die Standorte des reichen Vorkommens der 4 *Ramalinen*: *dilacerata*, *obtusata*, *Roesleri* und *thrausta*, wo die in der Einleitung Seite 248 erwähnte *Alectoria sarmentosa* (FREY, 1952, Seite 455) alte Fichten dicht bekleidet. Soweit ich mich erinnere, waren die epiphytischen Moose vorwiegend Hypnaceen wie *Drepanocladus uncinnatus*, *Brachythecium sp.* und auch *Ortotrichum sp.*



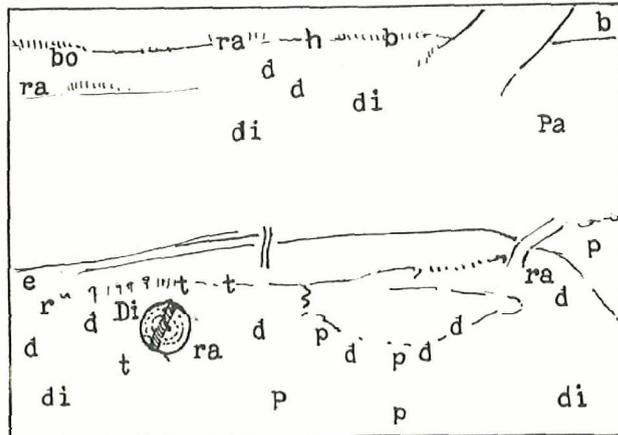
Figur 4a: Tavrü 1a, 1935, Bild 7

Die Dauerflächen Tavrü 1a/b wurden am 4. August 1935 erstmals photographiert und floristisch aufgenommen. Die folgende Florenliste enthält die charakteristische Artenkombination des *Cladonietum cenoteae* (FREY, 1952, Seite 406), auch ein Grund, warum ich diese Dauerfläche ausgewählt habe. Die linke Hälfte des Bestandes ist in 1a enthalten, die rechte Hälfte in 1b. Die Florenliste umfasst beide Flächen, von denen die Bilder 7–12 je zirka $\frac{3}{4}$ darstellen, Bild 12 zirka $\frac{3}{6}$. Die Buchstaben vor den Namen bezeichnen den Ort des meisten Vorkommens in der erklärenden Figur 4, die Ziffern dahinter die Deckung in % anlässlich der Aufnahme 1935.

| | | | | | |
|----|---|------------------------------------|----|---|--|
| t | 8 | <i>Cladonia</i> <i>ceuotea</i> | Ce | + | <i>Cetraria</i> <i>pinastri</i> |
| b | 6 | - <i>bacilliformis</i> | | + | - <i>islandica</i> |
| bo | 2 | - <i>botrytes</i> | 3 | | <i>Ochrolechia</i> <i>alboflavescens</i> |
| d | 5 | - <i>deformis</i> | 2 | | <i>Lecanora</i> <i>varia</i> |
| di | 3 | - <i>digitata</i> | | + | - <i>sarcopis</i> |
| p | 3 | - <i>pleurota</i> | | + | <i>Buellia</i> <i>parasema</i> |
| c | 4 | - <i>cornuta</i> | | + | div. <i>Leeideaceen</i> |
| e | 2 | - <i>gracilis</i> <i>elongata</i> | | | <i>Hylocomium</i> <i>splendens</i> |
| ra | 2 | - <i>fimbriata</i> <i>radiata</i> | | | <i>Pleurozium</i> <i>Schreberi</i> |
| h | 1 | - <i>chlorophaea</i> | | | <i>Drepanocladus</i> <i>uncinnatus</i> |
| r | + | - <i>rangiferina</i> | | | <i>Brachythecium</i> <i>reflexum</i> |
| s | + | - <i>sylvatica</i> | | | <i>Dicranum</i> <i>scoparium</i> |
| Pa | + | <i>Parmelia</i> <i>physodes</i> | Di | | - <i>montanum</i> |
| a | 2 | <i>Parmeliopsis</i> <i>ambigua</i> | | | <i>Pohlia</i> <i>nutans</i> |
| y | 1 | - <i>hyperopta</i> | | | <i>Lophozia</i> <i>ventricosa</i> var. |
| | | | | | <i>porphyroleuca</i> |

, *obtusata*, *Roesleri*
sarmentosa (FREY,
 rinnere, waren die
cininatus, *Brachy-*

Am 2. August 1942 wurde die Dauerfläche zum zweiten Mal photographiert. Schon nach 7 Jahren ist die Veränderung auffälliger gewesen als in der Dauerfläche Z 1 während 1923/55, dies infolge der grösseren Boden- und Luftfeuchtigkeit. Die Moose stellen sich rascher ein, und die Vermorschung ging rascher vor sich als in der offenen Haupttallage im Wald bei Zernez (und in Val Cluozza), obschon beide Standorte Z 1 und T 1 a/b in NW-Lage sich befinden, der Tavrüstandort allerdings fast 300 m höher über Meer.



Figur 4b: Tavrü 1b, 1935, Bild 10

Links oben in 1a, links vom Aststumpf (Bild 8), ist die Fläche durch herunterrollende Steine beschädigt worden, so dass die Teile mit *Cladonia bacilliformis* und *botrytes kahl* geschält wurden. Diese kahlen Flächen waren auch 1947 noch nicht wiederbesiedelt. Es sei schon hier hervorgehoben, dass sowohl auf Holz wie auf Fels, überhaupt auf den meisten Substraten, es immer einige Jahre Anlaufzeit einer vorbereitenden Abwitterung braucht, bis eine Erstbesiedelung eintritt. Der Stein hinter dem Aststumpf deutet an, dass die Beschädigung ziemlich massiv erfolgte, so dass auch rechts vom Aststumpf die Flechten beschädigt wurden. Immerhin hat sich der Rasen der *Cladonia-gracilis-elongata*-Podetien gut erhalten, in 7 Jahren haben die Podetien im Mittel um 12 mm zugewachsen. Die *cornuta*-Podetien sind dagegen M zunehmenden Dicranum *scoparium* erstickt worden. Das *Dicranum*kissen ist mehr in die Höhe als in die Breite gewachsen, was für akrokarpe Moose verständlich ist. Demgegenüber hat sich *Hylocomium splendens*, das 1935 in der Ecke rechts unter dem Masstab erst wenige Ästchen gebildet hatte, bis 1942 schon stark ausgebreitet und deckte 1947 den stark vermodernden untern Stamm fast zu, so dass sich *Oxalis acetosella* darin wohl fühlt. So werden die meisten Cladonien unterdrückt, einzig einige Zweiglein von *C. rangiferina* vermögen mit dem Wachstum der Moosdecke Schritt zu halten. Die starke Vermorschung des oberen Stammes lässt begreifen, dass die *Parmeliopsis*thalli immer wieder in ihrer Entwicklung gestört werden, so dass von ihnen 1947 nicht mehr viel zu sehen ist. Die hellen Flecken unten rechts in 1a 1947 (Bild 9) sind nicht mehr *Parmeliopsis*thalli wie 1935, sondern Krusten der raschwachsenden *Ochrolechia alboflavescens* und von *Leparien*.

In 1b hielten sich die Podetienrasen der Cladonien oben auf dem oberen Stamm bis 1947 ziemlich gut. Die grosse Zahl dichtstehender Podetien liess keine Einzelmessungen

zu, immerhin zeigte sich deutlich ein rascheres Wachstum als in Z 1, aber auch ein rascheres Absterben der einzelnen Podetien. Rechts vom Aststumpf des oberen Stammes (Bild 11, Ecke oben rechts) haben sich zwei dichte Rasen von *bacilliformis*-Podetien neu gebildet, ebenso einige deformis-Podetien. Ganz oben auf dem Stamm sind 8 neue deformis-Podetien von 2 cm Höhe und 30–30 neue *bacilliformis*-Podetien von 1,5 cm Höhe entstanden, die untere Kolonie zählt auch ebenso viele und ebenso hohe *bacilliformis*-Podetien. Die *Parmelia-physodes*-Lappen haben sich von 1935 bis 1942 ebenfalls gut weiterentwickelt. 1947 war die ganze Flechtenvegetation rechts vom Aststumpf zerstört, weshalb Bild 12 hier beschnitten worden ist. Auf dem untern Stamm hat sich die Moosdecke stark entwickelt. Der Aststumpf links unten ist schon 1942 weniger auffällig, 1947 fast ganz im Polster von *Dicranum scoparium* versunken, das reichlich fruchtet. Zu den Moosen von 1935 sind hinzugekommen: *Ptilium crista castrensis*, das schon 1942 (Bild 11) mit einigen Ästchen das *Dicranum*-Polster durchbrach und nun 1947 in der Moosdecke unten (Bild 12) dominiert. 1947 sind noch da: *Mnium spinosum*, *Pohlia cruda*, *Georgia pellucida* und *Spheriobolus minutus*.

Bis 1947 (Photo vom 30. Juli) hat sich das Bild dieser Dauerfläche in den 12 Jahren bedeutend stärker verändert als die Vegetation auf dem Lärchenstrunk (Zerne 1) während 32 Jahren. Schliesslich traten bis 1947 auch noch Pilze auf, um das Zerstörungswerk zu fördern, ihre Fruchtkörper sind in 1 a (Bild 8, rechts am Rand) und 1 b (Bild 11, links oben) erkennbar. Als ich 1955 diese lehrreiche Fläche kontrollieren wollte, war das Wegbord mit den 2 morschen Stämmen abgerutscht, *Aconitum paniculatum*, *Petasites hybridus* und andere Hochstauden wucherten zwischen den auseinandergefallenen Stämmen. Auf den verrutschten Holzresten wuchsen noch *Cladonia cenotea*, *C. deformis*, *C. pleurota*, *C. sylvatica*, *C. rangiferina*, *Cetraria islandica*, von den überhandnehmenden Moosen dem Untergang geweiht. Besonders fielen auch die freudiggrünen Überzüge von *Lophozia porphyroleuca* auf.

Es ist schwer abzuschätzen, wie lange es dauern würde, bis der Lärchenstrunk in Z 1 einem so starken Zerfall sich genähert haben wird wie die Fichtenstämme in Tavrü 1 a/b. Natürlich spielt auch die Holzart eine wichtige Rolle. Lärchenstämme hätten auch im Tavrüstandort länger widerstanden. Aber die Begünstigung der Moose, Pilze und Bakterien im Vergleich zu den Flechten infolge der weit höheren Feuchtigkeit hat hier den Ausschlag gegeben.

Die beiden Cladonienarten der *Ochroleuca*-Gruppe: *Cl. bacilliformis* und *Cl. botrytes* treten nur auf der Kulmfläche des oberen Stammes auf, an der trockensten Stelle der Versuchsfläche, dort aber im Verhältnis zu den andern Cladonien häufig, besonders *bacilliformis*. Das stimmt mit dem übrigen Vorkommen im Gebiet und auch in weiteren Regionen gut überein (vergleiche FREY, Teil I, 1952, Seiten 392/393). Beide Arten dürfen wohl als Charakterarten eines subkontinentalen Klimacharakters bewertet werden, besonders *bacilliformis*.

4. und 5. Dauerfläche (Sc 4/5: Figur 5 und Bilder 13–18).

Lärchenpfosten bei S-charl am Sesvennaweg, 1820 m ü.M. in SE-Exposition, photographiert am 27.7.1934, 4.8.1942, 31.7.1947 und 10.8.1955.

Wenn ich nebst den natürlichen Substraten auch künstliche gewählt habe, so deswegen, weil auf bearbeitetem Holz sich das Flechtenwachstum exakter abbilden und messen lässt. Man könnte einwenden, dass sich solche Messungen auch anderwärts machen liessen. Doch war es mir darum zu tun, die im Parkgebiet häufigen Epixylen, die ja meist auch als Epiphyten vorkommen, etliche unter ihnen zudem auch als Epipetren im Parkgebiet verbreitet sind, in ihrer Entwicklung zu verfolgen, allerdings

Z 1, aber auch ein
 of des oberen Stam-
 bacilliformis-Pode-
 dem Stamm sind 8
 örmis-Podetien von
 le und ebenso hohe
 von 1935 bis 1942
 station rechts vom
 t. Auf dem untern
 nks unten ist schon
 pparium versunken,
 men: *Ptilium crista*
 zpolster durchbrach
 id noch da: *Mnium*

he in den 12 Jahren
 nstrunk (Zernez 1)
 iuf, um das Zerstö-
 am Rand) und 1b
 kontrollieren wollte,
 nitum paniculatum,
 1 den auseinander-
 h *Cladonia cenotea*,
 ica, von den über-
 a auch die freudig-

r Lärchenstrunk in
 enstämme in Tavrü
 henstämme hätten
 ig der Moose, Pilze
 en Feuchtigkeit hat

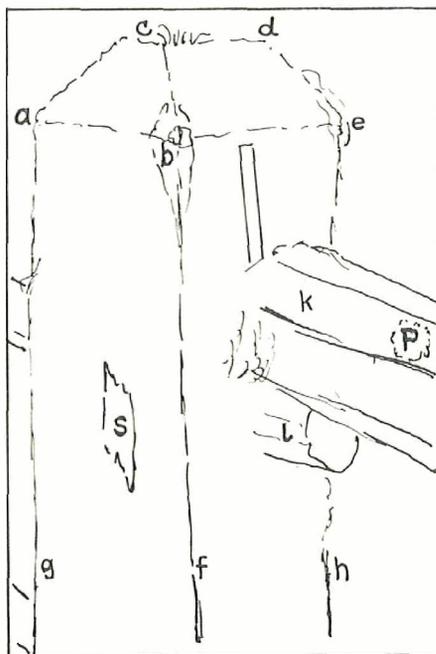
mis und *Cl. botrytes*
 cknsten Stelle der
 t häufig, besonders
 id auch in weiteren
 /393). Beide Arten
 iarakters bewertet

. in SE-Exposition,

wählt habe, so des-
 kter abbilden und
 1 auch anderwärts
 häufigen Epixylen,
 n zudem auch als
 erfolgen, allerdings

in einer offenen Lage, wie sie im Wald selber nicht vorkommt. Zu diesem Zweck wählte ich die alten Zaunpfähle bei S-charl aus, weil in der Nähe dieses weltabgelegenen Sommerdorfes am ehesten mit der Möglichkeit gerechnet werden konnte, dass möglichst wenig menschliche Eingriffe hier die Entwicklung der Flechten stören könnten.

Das Alter dieser Lärchenpfosten darf füglich auf mindestens ein halbes Jahrhundert geschätzt werden. Im trockenen Alpenklima des Unterengadins halten auch dünne Lärchenpfosten 50 Jahre aus, ohne zu vermorschen. Die Pfosten stützen einen Zaun, der nordöstlich des Dörfchens den Sesvennaweg einerseits von den westlich liegenden Mähwiesen abgrenzt. Auf der andern Seite des Weges steigt unmittelbar ein



Figur 5: S-charl 4, 1934/1955, Bilder 13-16

Larix-Cembra-Wald auf, der den steilen NW-Hang des Munt Tablasot bekleidet. So können vom Wald auf kürzeste Distanz die Soredien und andere Propagationsorgane der epiphytischen Flechten des nahen Waldes auf das Holz des Zaunes anfliegen. Während zunächst des Dorfes die Zaunlatten und -pfosten hauptsächlich mit nitrophilen Arten, *Physciiden*, *Xanthorien* und *Caloplacaceen*, bekleidet sind, wobei die *Caloplacaceen* und *Candelariellen* mit *Lecanoraceen* und *Rinodinen* als Erstbesiedler auftreten, sind näher dem Wald, 200 m von den Häusern weg, die Epiphyten des Waldes die Erstbesiedler und Dominierenden.

Die folgende Artenliste (Tabelle 2) für beide Pfosten 4 und 5 enthält deshalb Assoziationsfragmente des Lethnrietunt *Vulpinae*, der im Gebiet herrschenden Epiphytengesellschaft. Die Deckungsprozente, bezogen auf die im Bild sichtbaren Flächen (SE-Exposition) gelten für den Zustand von 1934.

Tabelle 2
Artenliste von Sc 4/5

| | 4 | 5 | | 4 | 5 | |
|---|----|----|-------------------------|---|----|--------------------------------|
| | + | + | Letharia Vulpina | 4 | 5 | Parmeliopsis ambigua |
| | 1 | + | - thamnodes | + | + | - hyperopta |
| | 2 | 2 | Usnea soređifera + sp. | — | 1 | - aleurites |
| | 1 | + | - hirta laricicola | + | 16 | Cladonia deformis |
| | 1 | + | Alectoria proluxa | + | + | - fimbriata radiata |
| | + | + | - chalybeiformis + var. | + | + | - chlorophaca |
| P | 6 | 15 | Parmelia physodes | + | + | - pleurota |
| | 1 | + | - austerodes | + | 20 | Lecanora varia |
| | + | + | - obscurata | + | 1 | - coilocarpa |
| | 20 | 10 | - sulcata | — | + | - (subfusca) sp. div. |
| | 4 | 8 | - furfuracea | — | + | Cyphelium tigillare |
| | + | — | - fuliginosa | | | (auf der Südseite des gleichen |
| | + | — | - exasperatula | | | Pfostens 50% deckend.) |

Zur Orientierung über die **Flächengrösse** dienen folgende **Masse** der **Textfigur 4**:
a-b = 25 cm, b-c = 30 cm.

Die **Usneen** auf **Pfosten 4, 1934** (Bild 13), mögen **mindestens 20 Jahre** alt gewesen sein, wenn man die Angaben **berücksichtigt**, wie sich sie **1952** im **I. Teil**, Seite 452, gegeben habe. Auffällig ist, wie nun auf beiden Pfosten von 1934 bis 1942 die Usneenvegetation zurückgegangen ist. Eine eindeutige Erklärung für diese Rückentwicklung ist kaum möglich. Bei Pfosten 5 ist der Zaun geflickt worden, da lässt sich an menschlichen Einfluss denken. Aber 1942 war diese Degradation der Flechtenvegetation auf den Pfosten des ganzen Zaunes eine allgemeine Erscheinung. Bei Pfosten 4 ist auch die *Parmelia furfuracea* (u), welche den Punkt c mit ihren geweihförmigen Loben so auffällig schmückte, verschwunden. Pfosten 4 trägt dagegen die dunklen *Alectorien* bei e zum grössten Teil noch. Und doch haften die *Usneen* fester an der Unterlage als die *Alectorien*. Durch den Wegfall der *Usneen* haben die *Parmelien* mehr Licht und Raum erhalten und treten stärker hervor. Ist vielleicht das Verschwinden der *Usneen* durch starke Schmelzeisbildung zu erklären? An den Bäumen spielt das Abreißen der Bartflechten durch das Gewicht von schwerem Schnee und Schmelzeis in Verbindung mit starken Winden eine wichtige Rolle. Nur ist verwunderlich, dass nicht die weniger solid haftenden *Alectorien* abgerissen wurden, wie es auf dem Pfosten Sc 5 wirklich geschehen ist (Bild 18). Man kann auch an ein natürliches Überaltern der *Usneen* denken und ein Abfallen aus diesem Grunde. Doch ist wenig wahrscheinlich, dass dies so auf einmal geschehe. Vielleicht ist dies im Zeitraum von 8 Jahren doch möglich. Auch kann man an das **Abwittern** der Holzfasern denken als Ursache des Abfallens der *Usneen*. Warum fallen dann nicht in erster Linie die Blattflechten ab, die doch beim Absplittern der Holzfasern eher mit abgelöst würden, da sie auf breiterer Fläche mit dem Holz verbunden sind? Zwischen f und h (Fig. 5) haben die Thalli von *Parmelia physodes* von 1934 bis 1942 sich auffällig gut entwickelt (Bilder 13 und 14). Zwei Thallusgruppen von 3 und 4 cm Durchmesser haben sich in den 8 Jahren neu gebildet. Es sind ja auch keine völlige Blössen vorhanden, sondern man hat den Eindruck, dass die *Usneen* zwischen den Blattflechten herausgerissen worden sind, so dass doch die erste Ursache als die wahrscheinlichste anzunehmen ist, denn die Blattflechten werden durch **Schmelzeis** und Wind weniger **beeinflusst** als die abstehenden **Strauchflechten**. Es wäre **einzig** noch an die **Möglichkeit** zu denken, **dass** bei sehr hohem Schnee und **Nahrungsmangel** die *Usneen* vom Wild abgefressen würden, aber **darüber** ist meines **Wissens** wenig bekannt. Der nahe Wald lässt **aber** noch **eher** an diese **Möglichkeit** denken.

Einige Einzelbeobachtungen: *Parmelia physodes* (P) hat an der Latte rechts von Pfosten 4 von 1942 bis 1955 ihren Durchmesser von 3 auf 6 cm verdoppelt. Das marginale Wachstum beträgt somit $3 \text{ cm} : 2 = 1,5 \text{ mm}$, pro Jahr somit **1,15 mm**. Eine ***P. physodes*-Gruppe** an der Kante b-f hat von 1942 bis 1947 ihren **Gesamtdurchmesser** von 18 auf 22 cm verlängert, also marginal pro Jahr um 4 mm. *Parmelia saxatilis* bei 1 hat von 1934 bis 1942 von 29 mm Durchmesser auf 37 mm und bis 1947 auf 54 mm zugenommen, bis 1955 bildeten sich 3 Apothezien, das grösste mit 4 mm Durchmesser. Die Kolonie von ***P. furfuracea* + physodes** bei f entwickelt sich von 1942 an mehr nach der Stelle hin, wo 1934 die Usneen wuchsen, bis 1947 **wächst** die Kolonie wieder mehr nach links von der Kante f, und 1955 ist fast die ganze Kolonie abgefallen. Welches sind wohl die **Gründe**, warum die **Sukzession** rückwärts verläuft? Von 1934 bis 1955 hätten doch die Usneen Zeit gefunden, sich wieder da und dort einzustellen, aber es sind nur Spuren vorhanden im Vergleich zu den reichen Usneenvorkommen von 1934. Auch von Alectorien sind nur noch spärliche Reste vorhanden. *Parmelia sulcata*, die 1942 am Punkt b kräftig **wuchs**, war 1947 ganz abgefallen. Diese Kante ist fast kahl, und 1955, nach vollen 8 Jahren, sind nur wenige mm messende Loben von *sulcata*, *furfuracea* und *physodes* vorhanden. Die 1947 bei s absichtlich kahl geschabte Stelle ist nach 8 Jahren auch noch kaum besiedelt, bloss von den seitlich vorhandenen Parmelialoben und einem **Usneasträuchlein** etwas versteckt. Dieses im Bild 15 einzig deutlich erkennbare Usneabüschelchen zwischen s und l war 1947 noch kaum sichtbar, **1955** hatte es **2,8 cm** Länge erreicht. Bei dieser letzten Kontrolle machte es den Anschein, als ob die Usneen sich wieder allmählich einstellen würden. Die Kulmfläche des Pfostens 4 ist **zwischen** 1942/1947 von einem Arvenhäher als «Schmiede» benützt worden. Die zertrümmerten Arvennusschalen und die Exkremente sind deutliche Zeugen. Die wenigen Cladonien sind zurückgegangen, *Parmelia saxatilis* und *sulcata* haben die Düngung gut ertragen, noch etwas gewachsen, weisen die bekannte Rotfleckung auf, die durch Stickstoff- und **Phosphordüngung** appliziert wird, *Parmelia physodes* und die Cladonien sind am Absterben.

Auf Pfosten 5 sind die kräftigen Podetien von *Cladonia deformis* (Bild 17, links der Lupe) von 1934 bis 1942 nicht gewachsen, wohl aber die meisten oben an den Trichtern aufgerissen, ohne Apothezien gebildet zu haben. Dagegen ist rechts von der als **Grössen-**mass aufgelegten Lupe ein ganzes Räschen junger *C. fimbriata* radiata-Podetien aufgewachsen; in den 8 Jahren sind einige Podetien 10–15 mm hoch geworden. 1955 war dieser Pfosten in die Wiese gestürzt, der Flechtenbestand verdorben.

Abgesehen von der Möglichkeit, einige Einzelmessungen gemacht zu haben, haben uns die **beiden** Dauerflächen SC 4 und 5 mehr Probleme aufgegeben als lösen helfen. Vielleicht darf man sich eben doch vorstellen, dass in solchen Flechtenbeständen ein **gewisser** periodischer Wechsel zwischen den konstituierenden Arten stattfindet, ähnlich wie in Naturwiesen und anderen Gefässpflanzenbeständen.

Vergleichen wir abschliessend die vier Objekte Zernez 1, Cluozza 11, Tavrü 1a/b und S-charl 4/5, so kann wohl die Gegenüberstellung von Z 1 und T 1a/b als das wertvollste Ergebnis gebucht werden. Jede der 4 Dauerflächen stellt ein Fragment einer anderen Gesellschaft dar. Am besten ist das *Cladonietum* cenoteae in der Fläche Tavrü repräsentiert, die Zaunpfosten in S-charl sind ein Fragment des Letharietum *Vulpinae*. Während diese Gesellschaft das kontinental gefärbte **Trockenklima** der zentralalpiner Alpentäler charakterisiert, ist das *Cladonietum cenoteae* mit seinen Varianten sowohl in trockeneren wie in humideren **Lokalklimaten** möglich, wobei allerdings im letzteren Fall die ausgesprochenen Charakterarten *Cladonia bacilliformis*, *botrytes* und *carneola* fehlen.

II. Sukzessionen auf Fels

Es mag eine **grosse** Einseitigkeit bedeuten, wenn meine Dauerflächen nur auf **Silikatgestein** ausgewählt worden sind, da doch der **grössere** Teil des **Untersuchungsgebietes** auf Kalk-Dolomitgestein liegt. Die Flechtenvegetation der Kalkfelsen ist **photogrammetrisch** schwierig zu erfassen, erfordert besonders gute **Aufnahmegерäte** und lässt sich drucktechnisch nur schwer darstellen. Zu einem grossen Teil ist die **Flechtenvegetation** des Kalkes endolithisch; andere Lebensformen, wie die **Collemaceen** und **Pyrenopsidaceen** sind von rascher Entwicklung und Degradation und mit ihren **schwärzlichen** Farben photographisch **schwer** wiederzugeben.

Dagegen sind die Lebensformen und Arten, die auf **Silikatgestein** vorkommen, weitgehend auch in der Flechtenvegetation des Erdbodens und auch als Epiphyten vertreten, so dass sich mehr Vergleichsmöglichkeiten ergeben. Unsere Einseitigkeit in **bezug** auf die Felsvegetation wird einigermaßen dadurch kompensiert, dass im **Gegensatz** die meisten unserer Dauerflächen auf Schuttböden die Kalkkarbonatböden betreffen.

1. Dauerfläche auf Fels (Zerne 2, Z 2, 1923141, Bilder 19–22).

Placodium alphoplacum im Wald bei Zerne, in der Nähe der Dauerfläche Z 1 (vergleiche Seite 252), beim 1. Viadukt der Rhätischen Bahn **talaufwärts**, 1570 m ü.M., 40° NW-geneigte Gneisfläche, rauhes Gestein, durch *Picea* und *Larix* beschattet. Photographische Aufnahmen: 11. 8. 1923, 5. 8. 1927, 27. 7. 1934 und 7. 8. 1941.

Anfänglich war geplant, ein Meterquadrat zu kontrollieren. Die folgende Bestandesaufnahme dieses Quadrates mag dazu dienen, den Standort zu charakterisieren. Die **Ziffern** bedeuten die Schätzung des **Deckungsgrades** nach der Skala 5–1 und +, wobei 5 = 100–50%, 4 = 50–25%, 3 = 25–12,5%, 2 = 12,5–5%, 1 = 5–1% und + = **weniger** als 1%. Erste Zahl **Schätzung** 1923, zweite Zahl 1927.

| 1923 | 1927 | | 1923 | 1927 | |
|------|------|---------------------------------|------|------|-------------------------------|
| 2 | 2 | <i>Placodium alphoplacum</i> = | + | 1 | <i>Physcia litothea</i> |
| | | <i>Lecanora alphoplaca</i> Ach. | + | + | <i>Parmelia disjuncta</i> |
| 1 | 1 | <i>Placodium saxicolum</i> = | + | 1 | <i>Peltigera polydactyla</i> |
| | | <i>Lecanora muralis</i> Rabh. | + | 1 | <i>Nephroma parile</i> |
| 3 | 3 | <i>Rhizocarpon badioatrum</i> | + | + | - <i>resupinatum</i> |
| 1 | 1 | - <i>lavatum</i> | + | + | <i>Parmeliella lepidiota</i> |
| 1 | 1 | - <i>geographicum</i> | + | 1 | <i>Pannaria microphylla</i> |
| + | + | <i>Lecidea macrocarpa</i> | 2 | 3 | <i>Pterygandrum filiforme</i> |
| + | + | <i>Pertusaria</i> sp. | + | + | <i>Pleurozium Schreberi</i> |
| 1 | 1 | <i>Aspicilia silvatica</i> | + | + | <i>Schistidium gracile</i> |
| + | + | - <i>cinereorufescens</i> | + | + | <i>Hedwigia ciliata</i> |
| 3 | 3 | <i>Rinodina demissa</i> | + | + | <i>Dicranoweisia crispula</i> |

Obschon der ganze Bestand die oekologischen Verhältnisse des Standortes gut kennzeichnet, war er doch zu heterogen, um als Dauerfläche verfolgt zu werden, so dass ich mich **darauf** beschränkte, das Wachstum von *Placodium alphoplacum* zu messen. Diese Art zieht freilich mit ihrem fast konstanten Begleiter *Lecanora frustulosa* sonnigere Standorte vor. Die **beiden** Arten finden ihre optimalen Bedingungen auf frei besonnten, zeitweise berieselten **Neigungsflächen**, besonders dort, wo aus höher liegender Vegetation mindestens nach Niederschlägen einige Zeit lang **Wasser** über das Silikat-

gestein sickert. Wahrscheinlich war der Standort Z 2 einmal bedeutend sonniger, wohl zur Zeit des Bahnbaues (zirka 1910), da der genannte Viadukt von einem Tunnel in einen zweiten führt, so dass zur Eauzeit hier eine Lichtung bestand, weil die Dauerfläche Z 2 nur wenige Meter über dem einen Tunnelausgang sich befindet.

Die 4 photographischen Aufnahmen 1923/27/34/41 (Bilder 19-22) deuten die zunehmende Beschattung des Standortes an: diese bewirkt das Überhandnehmen der Moose, besonders von Pterygynandrum, in dessen Rasen 1941 ein pH von 6,13 gemessen wurde. Physcio lithotea, Rhizocarpon badioatrum, R. lavatum und Lecidea macrocarpa, charakteristische Konstanten des Umbilicarium deustiae (FREY, 1933b, KLEMENT, 1955), beweisen den hohen Feuchtigkeitsgrad des Standortes.

Wachstumsmessungen an Placodium alphoplacum. Oben im Bild von 1923 und 1927 sind noch 3 Einzelthalli vorhanden, die sich erst nach 1927 gegenseitig durchwachsen und zu einem Thalluskomplex verwachsen, wie es der Hauptthallus unserer Versuchsfläche ist. Von den 2 Thalli oben links (A) und oben Mitte (B) wurden je zwei winklig zueinanderstehende längste Durchmesser gemessen. Im grossen Thalluskomplex wurden 1923/27 drei längste, quere Durchmesser kontrolliert, bis 1934 noch 2 (der oberste Thallus 1927/141 von Moosen überwachsen). Die 3 Durchmesser sollen von oben nach unten mit a, b und c bezeichnet werden, die halben Differenzen von einer Messung zur nächsten, die dem Marginalwachstum entsprechen, mit a', b' und c' (alle Masse in mm, siehe Tabelle 3).

Tabelle 3

| | | | | | | | | |
|------|---------|----------|-----------|----------|---|----------|--|--|
| | A | | B | | Das jährliche Marginalwachstum ist = 1/8 der totalen Zunahme 1923/27 davon je 1/8 = für A: 1,4/1,3, B: 0,96/1,3 | | | |
| 1923 | 54,6 | 47,2 | 46,2 | 39,5 | | | | |
| 1927 | 66,05 | 57,57 | 53,9 | 50 | | | | |
| | 11,45 | 10,37 | 7,7 | 10,5 | | | | |
| 1923 | a) 56,7 | a' = 2,7 | b) 114,45 | b' = 5,6 | c) 160,65 | c' = 3,8 | | |
| 1927 | 62,1 | | 125,75 | = 0,55 | 168,2 | = 1,4 | | |
| 1934 | | | 126,85 | | 171,0 | | | |

Das Marginalwachstum pro Jahr für

| | | | | |
|---------|----------|--------|---------|--------------------|
| 1923/27 | a) 0,675 | b) 1,4 | c) 0,95 | (1/4 von a' b' c') |
| 1927/34 | | 0,07 | 0,2 | (1/7 von b' c') |

Der grosse Thalluskomplex mit den 3 Durchmessern a, b und c scheint nach der Form der Thallusränder und der Figuration der Thalluslappen im Innern aus ursprünglich mindestens 6-7 Thalli entstanden zu sein. Im Durchmesser a ist keine Aufteilung erkennbar, im Durchmesser b eine Aufteilung in 3 und im Durchmesser c wahrscheinlich auch in 3, eventuell 4 Einzelthalli. Demnach hatten die Thalli A und B und die Thallusteile in den Durchmessern a, b und c am Ende der Messperiode folgende errechneten mittleren Durchmesser (auf ganze mm gerundet):

| | | | |
|-------------|--------------|-----------------|------------------------------------|
| A 62 (1,35) | a 62 (0,675) | c 56, eventuell | dahinter in () die entsprechenden |
| B 52 (1,13) | b 42 (1,4) | 42 (0,95) | mm jährliches Marginalwachstum |

Wir wissen vorläufig noch wenig über den Wachstumsrhythmus mit zunehmendem Alter, und es ist auch schwer, mit Sicherheit zu sagen, welche Thalli wirklich nur aus einem einzigen Primärthallus entstanden sind, wie alt also der eine und andere Thallus ist. Man konnte versucht sein, aus den vorliegenden Zahlen das Gesetz abzulesen, dass

ichen nur auf Silikat-untersuchungsgebietes alkfelsen ist photofaufnahmegeräte und Teil ist die Flechten- die Collemaceen und id mit ihren schwärz-

in vorkommen, weit- als Epiphyten ver- sere Einseitigkeit in sirt, dass im Gegen- kkarbonatböden be-

der Dauerfläche Z 1 fwärts, 1570 m ü.M., d Larix beschattet. 7.8.1941.

folgende Bestandes- charakterisieren. Die la 5-1 und +, wobei = 5-1% und + =

- lithotea
- disjuncta
- polydactyla
- na parile
- natum
- lla lepidiota
- a microphylla
- andrum filiforme
- um Schreberi
- ium gracile
- a ciliata
- veisia crispula

des Standortes gut folgt zu werden, so um alphoplacum zu r Lecanora frustulosa Bedingungen auf frei 3 aus höher liegender ser über das Silikat-

mit zunehmendem Alter sich das Wachstum verlangsamt. Sicher ist, dass die rapide Abnahme des Wachstums von 1927 bis 1934 und noch mehr bis 1941 nicht eine Wirkung des normalen Alterns bei sonst gleichbleibenden Lebensbedingungen ist, sondern eine Wirkung der sehr raschen Verschlechterung der Lebensbedingungen, wie sie *Placodium alphoplacum* an seinen bevorzugten Standorten verlangt.

Die Überwachsung durch die Moose schädigt die Flechte nicht nur, weil der Lichtgenuss herabgesetzt wird, sondern weil die vergrößerten Moospolster immer mehr und immer länger dauernd Feuchtigkeit speichern, und weil schliesslich die Flechte an zuviel Feuchtigkeit zugrunde geht.

Wann die drei oberen, anfänglich noch individuell wachsenden Thalli ihre Individualität aufgeben und ihre Randloben sich zu durchschnittlichen Thallusareolen zurückbilden, so sieht man umgekehrt dort, wo im breitesten Teil des Thalluskomplexes unten sich Moospolster ansiedeln, wie sich einzelne Thallusareolen wieder verlängern, um als Randloben die Moosrasen zu durchbrechen und im Kampf gegen das eindringende Moos Licht und Raum zu gewinnen. Dies gelingt noch teilweise von 1923 bis 1927, vereinzelt bis 1934, wird aber durch das siegreich vordringende *Pterygynandrum* vereitelt, welches durch die zunehmende Kronendeckung der umgebenden Koniferen und die stärkere Beschattung gefördert wird. Eine gestürzte Fichte lag quer über die Dauerfläche, als ich sie nach 1941 ein nächstes Mal kontrollieren wollte.

Während diese eine Dauerfläche auf Fels uns mehr nur autökologische Daten vermittelt, sollen die folgenden zu behandelnden Flächen das Verhalten mehrerer Flechtenarten und -individuen unter sich illustrieren.

Die 2. bis 4. Dauerfläche auf Fels wurden bei S-charl gewählt, in der Nähe der Dauerflächen auf den Lärchenpfosten Nr. 4 und 5, aber nicht am Sesvennaweg, sondern am linken Ufer der Clemgia, am Fuss der Jürada, 1830 m ü.M.

2. und 3. Dauerfläche, S-charl 1 u. 2 (Sc 1/2, Bilder 23–30.)

Auf Gneisblock, in entgegengesetzter Exposition, Sc 1 in ESE und Sc 2 in WNW-Exposition, erstmals photographiert am 31. 7. 1922, dann wieder 6. 9. 1929, 7. 8. 1935, 1. 8. 1942, 1. 8. 1947 und zuletzt 10. 8. 1955. Beide Flächen wurden mit 45 cm Objektivabstand aufgenommen, was bei einer Brennweite von 15 cm eine Verkleinerung um die Hälfte bedeutet, so dass auf unsern Bildern 23 bis 26 und 27 bis 30 je zirka $3\frac{3}{4}$ dm² Felsfläche zur Darstellung kommen, in Wirklichkeit etwas weniger, weil einige weniger wichtige Randpartien bei der Reproduktion beschnitten wurden.

Um die Beschreibung der Entwicklungsvorgänge mit Hilfe der Bilder zu erleichtern, sind die Bildflächen durch ein Quadratnetz in Felder eingeteilt, numeriert von 1–24, wobei ein volles Netzquadrat in natura = 16 cm² misst. Die senkrechten Koordinaten sollen wie üblich als Ordinaten, die waagrechten als Abszissen bezeichnet werden. Das Einzeichnen der Koordinaten auf die Negative ist nicht leicht, man möge kleine Ungenauigkeiten entschuldigen, so wenn zum Beispiel in Bild 23 die oberste Abszisse nach links hin etwas absinkt. Wie in der Abmessung des *Placodium alphoplacum* in Z 2 werden künftig die Grössen der Thalli durch zwei winkelig zueinander stehende längste Durchmesser angegeben.

Der Gneisblock mit den Dauerflächen Sc 1 und Sc 2 liegt nur wenige Meter vom Ufer der Clemgia entfernt, nahe dem Bergfuss der Jürada. Seine Kulmfläche erhebt sich zirka 1,3 m über den umgebenden Weiderasen. Eine Arve dicht neben dem Block erreichte 1922 die Höhe des Blockes kaum, so dass er damals frei der Besonnung exponiert war, 1955 überragte der Gipfel der Arve den Block um zirka 2,5 m, so dass die Fläche Sc 1 im frühen Vormittag ganz im Schatten lag.

Die **gegensätzliche** Exposition der **beiden** Flächen bedingt eine deutlich verschiedene **Zusammensetzung** der Arten. Sc 1 ist ein Ausschnitt aus einer an der obersten Grenze ihres **Vorkommens** gelegenen **Fazies** des *Aspicilietum cinereae* (FREY, 1922, Seiten 77–82, 1923, Seite 311; KLEMENT, 1955, Seiten 36 und 37). Diese **Assoziation** bevorzugt sonnig **exponierte Neigungsflächen** auf **Silikatgestein** der montanen bis subalpinen **Höhenstufe**. Die **Charakterarten**, soweit sie sich in unserer kleinen **Versuchsfläche** vorfinden, sind in den **Artenlisten** mit «Ch» bezeichnet. – Sc 2 dagegen ist ein Ausschnitt aus einem Bestand, der die Mitte **hält** zwischen einem *Pertusarietum corallinae* (FREY, 1922, Seiten 79–81; KLEMENT, 1955, Seite 44) und einer alpinen Flechtengesellschaft, dem *Biatorelletum cinereae* (FREY, 1922, Seite 83, und 1933, Seite 47; KLEMENT, 1955, Seite 49), hier **besonders** vertreten **durch** *Haematomma ventosum*, das sonst an **windoffenen Stellen** der **eu-alpinen Höhenstufe** dominiert. Die zweithäufigste Art in Sc 2, *Lecanora rupicola* (= *L. sordida*), die man **an** den Silikatfelsen **des** **Mediterrangebietes** wie an den **nordatlantischen Küsten** nahe dem Meere in offener Lage in **luxurierenden** Formen und vitalster Dominanz antrifft, ist **also** hier mit einer typisch **wetterharten** alpinen Art **verassoziert**. In humiden Alpengebieten, wie **Adula-, Gottshard- oder Grimselgebiet** würde an dieser Fläche von Sc 2 noch ein typisches *Pertusarietum corallinae* wachsen, was aber im **lufttrockenen** Klima des **Untereingadins** unmöglich ist.

2. Dauerfläche. S-charl 1 (Sc 1, 1922/155, Bilder 23–26).

65° nach ESE geneigt, zirka 90 cm über dem **Boden**, trägt auf zirka $3\frac{1}{2}$ dm² folgendes **Arteninventar**:

| | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Ch <i>Parmelia encausta</i> | Ch <i>Lecanora (Aspicilia) cinera</i> | Ch <i>Lecidea cyanea</i> |
| Ch - <i>prolixa</i> | - <i>rupicola</i> (= <i>sordida</i>) | - <i>lapidica</i> |
| Ch - <i>disjuncta</i> | - <i>cenisia</i> | - <i>pantherina</i> |
| - <i>pubescens</i> | Ch - <i>intricata</i> | <i>Rhizocarpon geograph.</i> |
| <i>Cetraria hepaticum</i> | - <i>atriseda</i> | Ch <i>Acarospora fuscata</i> |

Parmelia encausta hat 1929 seit 1922 in Feld 1/2 von 46 auf 53 cm **Durchmesser** zugenommen. In Feld 5/6 längs der **Ordinate**, wo die im Jahre 1922 reichlich fruchtende *Parmelia* (Bild 24) **zum** Teil **morbid** war, wurde deshalb 1929, bevor **photographiert** wurde, ein ovales Feld von 32 mm Breite und 35 mm Höhe **total** abgeschabt, um zu prüfen, wie sich die amputierte *Parmelia* **regenerieren** werde. 1935 ist diese **Regeneration** schon gut **begonnen**, indem sie wieder **schön** geformte **Thallusränder** gebildet haben, die **nun** gegenseitig das **von** der **Verwitterung** gereinigte, stark **quarzitische** Gestein **überwachsen** und im Sommer 1942 zusammengewachsen sind. Es ist hervorzuheben, dass **sich** die **Überreste** von dem entfernten **Parmeliathallus** nicht zu **regenerieren** vermochten, sondern nur der **Wundrand** des mehr oder weniger kompakt gebliebenen **Thallusrestes** (vergleiche B. FINK, 1917, Seite 145 unten!). Was **ausserhalb** dieses kompakten **Thallusrestes** auf der 1929 abgeschabten Stelle verblieb, **waren** offenbar nur **Haustorienbüschel** (**Rhizinen** besitzt *P. encausta* nicht) mit **anhaftender** unterer Rinde, **vielleicht** auch **Markfetzen**, meist aber ohne Algen, weshalb **diese** Bruchstücke **nicht** **regenerationsfähig** waren. Der **6jährige** Zuwachs (1929–1935) in den 4 **Feldern** 1/2/5/6 (Bilder 24 und 25) **ist** auffällig. Der **Thallusrand** unter der **Ziffer** 5 ist nach oben rechts um 9 bis 10 mm **vorgewachsen**. Im Feld 5 hat **die** *Parmelia* zwei, in Feld 6 auch zwei und in Feld 9 acht **neue** **Apothézien** gebildet. In den Feldern 9/19 **oben** hat sie die **ebenfalls** fast rein **quarzitische** **Nackfläche** bis 1929 fast und bis 1935 ganz **überwachsen** (Bilder 24 und 25), ihr **Vorstoss** beträgt längs der **Ordinate** **7,5** mm, im Feld **10**

über eine Lecideakruste hinweg senkrecht abwärts 7 mm, im Feld 11 links oben beträgt der Zuwachs waagrecht nach rechts über die Kruste von *Rhizocarpon geographicum* bloss 4 mm, senkrecht abwärts 6 mm. Im Feld 10 rechts oben ist von 1922 bis 1929 ein Stück *Parmeliathallus* ausgefallen, das einen polyphyllen Thallus von *Umbilicaria cylindrica* zu überwachsen drohte. Dieser hat sich durchgesetzt und seinen Durchmesser von 1922 bis 1929 von 9 auf 12 mm vergrößert. Im Kreuz der Felder 6/7/10/11 ist ein junger *Parmelia-encausta*-Thallus von 1922 bis 1927 beschädigt worden, hat sich bis 1935 auch regeneriert und abgerundet, der Teil links hat sich mit dem Thallus in Feld 6 vereinigt. Bis 1942 (Bild 26) haben die beiden Thalli in den Feldern 5/6 die Lücke geschlossen. Nimmt man an, es haben beide Thalli gleich stark gewachsen, so beträgt das marginale Wachstum eines jeden 7 mm, also 1 mm pro Jahr. Es scheint zwar, dass der Thallus oben rechts, der sich regenerieren musste, stärker gewachsen ist, so dass man ihm etwas über 1 mm jährliches Randwachstum zubilligen muss. Dagegen sind bis 1942 aus dem Thalluskomplex in den Feldern 1/5 ganze Thallusstücke herausgefallen, und zwar dort, wo sich mehrere junge Thalli mit grosser Vitalität gegenseitig bekämpft haben. In Feld 9 sind die 3 schon 1935 in enger Gruppe vorhandenen Apothezien merklich gewachsen, zwei davon von 1 auf 4 mm Breite, das dritte auf 2,5 mm Breite, dazu sind auf demselben Thallusteil in Feld 9 sechs Apothezien von 1 bis 2 mm Breite neu entstanden. Der oben erwähnte Thallus im Kreuz der Felder 6/7/10/11 ist bis 1942 rechts schräg abwärts um 10 mm vorgestossen (Bild 26) und hat 3 Apothezien neu gebildet, das grösste 3 mm breit. Von den drei Apothezien, die 1935 je 1,5 mm breit waren, sind die gleichen drei nun 3-4 mm breit, und dazu sind 9 neue Apothezien von 1-2,5 mm Breite entstanden. Von 1942 bis 1947¹⁾ machte *P. encausta* weitere Fortschritte. In Feld 2 wuchs sie über *Umbilicaria cylindrica* hinweg, in Feld 6 waren die grossen Apothezien von 1942, schon damals an ihrer Gruppierung sicher erkennbar und 2-4 mm breit, noch da und hatten sich weiter verbreitert, das grösste von 4 auf 5 mm. In Feld 6 unten haben fünf schon 1942 in einer Reihe angeordnete Apothezien von 1-1,8 mm Breite bis 1947 2-4 mm Breite erreicht. Die Thalli im Koordinatenkreuz 5/6/9/10, die 1935/42 in gerader Front aufeinander zu gewachsen sind und während dieser Zeit starken vegetativen Wachstums nur eine schwache Apothezienbildung aufwiesen, stauen sich nun gegenseitig mit verworrenen Randloben und zeigen eine starke Apothezienbildung. 1942 besaßen sie in den Feldern 5 und 6 zusammen nur 12 Apothezien mit maximal 2 mm Breite, 1947¹⁾ waren es 41 Apothezien mit bis zu 5 mm Breite. Der Thallus im Koordinatenkreuz 6/7/10/11 hat in 5 Jahren von 44×19 mm auf 50×25 mm Durchmesser zugenommen und die charakteristisch geformte, nach rechts umgebogene Kruste von *Rhizocarpon geographicum* zum Teil überwachsen. Von den 3 Apothezien, die im Jahre 1942 1,2 und 3 mm Durchmesser hatten, waren nach 5 Jahren alle deutlich zu erkennen und massen 3, 4 und 5,5 mm Breite, dazu war aber hier nur ein einziges Apothezium neu entstanden mit 1,5 mm Breite.

Soviel von *Parmelia encausta*. Von den andern *Parmelien* ist weniger Auffälliges zu sagen. *Parmelia pubescens*, in Feld 8 knapp am Rande 1922 sichtbar, nähert sich bis 1929 der *Umbilicaria cylindrica* um 3 mm, diese selber wächst im Durchmesser von 7 auf 10 mm an. 1935 ist *Parmelia pub.* verschwunden, vielleicht durch Schnee abgerissen worden, was bei ihrem lockeren Wuchs verständlich wäre (Bild 25). Unter ihr sind 6 kleine *Umbilicariathalli* entstanden, die vielleicht schon vorher unter ihr versteckt wuchsen. Von 1942 bis 1947 erschien *P. pubescens* wieder am Aussenrand von Feld 8, offenbar waren hier kleinste Spuren der Flechte unbeachtet haften geblieben

¹⁾ Die photographische Aufnahme von 1947 wird aus Ersparnis- und Raumgründen weggelassen.

i 11 links oben beträgt
Rhizocarpon geographicum
 ist von 1922 bis 1929
 allus von *Umbilicaria*
 id seinen Durchmesser
 elder 6/7/10/11 ist ein
 worden, hat sich bis
 dem Thallus in Feld 6
 eldern 5/6 die Lücke
 gewachsen, so beträgt
 hr. Es scheint zwar,
 ker gewachsen ist, so
 illigen muss. Dagegen
 Thallusstücke heraus-
 r Vitalität gegenseitig
 vorhandenen Apothek-
 as dritte auf 2,5 mm
 Apothezien von 1 bis
 z der Felder 6/7/10/11
 6) und hat 3 Apothek-
 n, die 1935 je 1,5 mm
 nd 9 neue Apothekzien
 e *P. encausa* weitere
 weg, in Feld 6 waren
 ung sicher erkennbar
 las grösste von 4 auf
 geordnete Apothekzien
 im Koordinatenkreuz
 n sind und während
 othekzienbildung auf-
 nd zeigen eine starke
 nmen nur 12 Apothek-
 z bis zu 5 mm Breite.
 on 44×19 mm auf
 eformte, nach rechts
 wachsen. Von den 3
 waren nach 5 Jahren
 zu war aber hier nur

: weniger Auffälliges
 tbar, nähert sich bis
 m Durchmesser von
 t durch Schnee ab-
 (Bild 25). Unter ihr
 orher unter ihr ver-
 am Aussenrand von
 tet haften geblieben

d Raumgründen weg-

und hatten sich wieder regeneriert. In Feld 21 hat seit 1935 ein damals wohl über-
 sehener kleinster Anfang von *P. pubescens* zu einem Polster von 26×22 mm sich ent-
 wickelt und dabei die schon 1922 vorhandene, aber schlecht entwickelte *Umbilicaria*
cylindrica v. fimbriata verdrängt.

Parmelia disjuncta, der schwarze Fleck in Feld 12 zwischen den zwei nackten
 Gesteinsflächen, ist von 1922 bis 1935 fast stationär geblieben (Bilder 23/25), erst von
 1935 bis 1942 hat sie von 11 auf 14 mm zugenommen in der Richtung vom kleinern zum
 grösseren Nacktfleck rechts oben. *Parmelia prolixa* ist in den Feldern 12, 13, 14 in
 kleinsten Spuren vorhanden, aber von geringster Vitalität.

Cetraria hepatizon, in Feld 20 über dem grössten Nacktfleck der ganzen Fläche,
 hat von 1922 bis 1929 ähnlich wie *Parmelia disjuncta* nicht zugenommen, erst von 1929
 bis 1935 von 12 auf 14 mm Breite und ist kompakter geworden. Die gleiche Art auf der
 Grenze Feld 23/24, 1929 noch 14 mm breit und in der Vertikalen 12 mm, misst 1935
 26 mm Breite, die vertikale Breite ist gleich geblieben, was auf ein mehr plagiotropes
 Wachstum schliessen liesse. Tatsächlich gedeihen die beiden nahverwandten *Cetrarien*
hepatizon und *commixta* am schönsten auf mehr horizontalen Flächen. Immerhin hat
 sich der gleiche Thallus von 1935 bis 1942 bis auf 30×22 mm verbreitert, also auch in
 vertikaler Richtung.

Umbilicaria cylindrica ist schon erwähnt worden. Sie kommt in dieser Dauerfläche
 in einer stark polyphyllen, fimbriaten Form vor, die wenig Vitalität zeigt. Im Feld 2
 leidet sie schon 1922 an Altersdegeneration, 1929 (Bild 24) sind kaum mehr Reste vor-
 handen, die aber genügen, um von da an wieder zu regenerieren. 1935 (Bild 25) sind
 links im Feld 2 noch zwei Loben mit rudimentären Apothekzien vorhanden, aber von der
Parmelia encausa überwachsen worden. Rechts im Feld 2 sind zirka 20 kleine Thalli
 von 0,5–1 mm Breite wieder neu entstanden, von denen die meisten bis 1947 weiter-
 wuchsen, wobei bis zu diesem Jahr die grössten zwei Thalli es auf 3 und 4 mm Breite
 gebracht hatten, also in 18 Jahren ein Maximalwachstum von 3–4 mm erreichten. Ich
 verweise in diesem Zusammenhang auf meine Arbeit über die vegetative Vermehrung
 der Umbilicariaceen (1929), wo ich besonders auf Seiten 36–38 die hypothallinische
 Knospung als wichtiges, vegetatives Propagationsmittel beschrieben habe. Unter
 dem Koordinatenkreuz 11/16 spielt sich der gleiche Vorgang ab. 1929 ist der Thallus
 von 1922 zerfallen. Was an Loben mehr links noch erhalten ist und rudimentäre
 Früchte trägt, ist ohne Zweifel noch Rest des alten Thallus. Aber unter der Abszisse
 der Felder 11 und 12 zeigen sich schon wieder junge Thalli von 0,5 mm Breite, die bis
 1947 maximal 2,5 mm Breite erreichten. Der maximale Zuwachs beträgt also in 18
 Jahren im Durchmesser 2 mm, marginal 1 mm, also nur $\frac{1}{18}$ mm pro Jahr. Natürlich
 sind das nicht optimale Zuwachsleistungen, weil ja eine ganze Schar dieser jungen
 Thallusknospen auf kleinem Raum miteinander Licht und Raum teilen müssen; im
 Feldkreuz 11/16 waren es auf $\frac{1}{4}$ cm² mindestens 50 solcher Regenerate. Der Zerfall der
 Umbilicaria in den Feldern 17 und 18 geht nur teilweise vor sich, die Regenerierung ist
 auch nur teilweise, deshalb sind die Messungen ungenau. Wenn dieser Thalluskomplex
 – denn es handelt sich auch hier um einen durch Verwachsung oder Durchdringung aus
 mehreren Thalli entstandenen Komplex – links durch Beschädigung dezimiert wird, so
 kann er trotzdem nach rechts im Feld 19 um fast 8 mm hinüber wachsen. In Feld 8
 haben 3 *Umbilicariathalli* von 10, 6 und 3 mm Breite auf 12, 8 und 4,5 mm Breite zu-
 genommen, also marginal auch nur um zirka $\frac{1}{18}$ mm pro Jahr.

Während die Blattflechten also alle deutliches, aber sehr langsames Wachstum
 zeigen, scheinen viele der Krustenflechten stationär geblieben zu sein. Am meisten
 fällt dies auf an dem grossen, schon erwähnten Thallus von *Rhizocarpon geographicum*
 in den Feldern 7/8/11, auf dessen hellem, stark gefelderten Thallus dunkle Flecken

sitzen; es sind die kleinen, ebenfalls fast stationären Thalli der parasitierenden *Lecanora atriseda*, die auch auf andern Krustenflechten, so in den Feldern 12 bis 16 auftritt. Anderwärts lässt sich das Marginalwachstum des *Rhizocarpon* besser messen, so um die **Gesteinsblößen** in den Feldern 15, 19, 20. Besonders auffällig ist dieser **Zuwachs** der Krusten um den grossen Kahlfleck in Feld 20, wo mehrere *Rhizocarponthalli* **gegeneinander** wachsen. Der Vorstoss des Thallus vom **Koordinatenkreuz** 19/24 rechts **schräg** aufwärts beträgt von 1922 bis 1935, in 3 Sektoren gemessen, 7 bis 8 mm, also im Durchschnitt 0,6 mm pro Jahr. Die ganze Kahlfläche im Feld 20 **schliesst sich nicht** ganz bis 1947. In den 33 Jahren (bis 1955) hat der nach rechts schräg oben **vorrückende** Thallusrand 15 mm zurückgelegt, also 0,47 mm pro Jahr. Hier übertrifft die **Krustenflechte** in ihrem Randwachstum die Blattflechte *Unibilicaria*.

Das übrige Mosaik der **Krustenflechten** war schwierig zu kontrollieren. Es mögen noch einige Einzelbeobachtungen folgen: In Feld 15 ist 1929 aus der Kruste von *Lecidea cyanea* ein Mittelstück ausgefallen, der entstandene Kahlfleck misst 8×5 mm, 1935 noch 6×4 mm und ist 1942 bis auf ein **minimes** Löchlein «zugeheilt». Das würde einem jährlichen **Marginalwachstum** (inklusive Regeneration des verletzten **Thallusrandes**) von rund 1/4 mm entsprechen.

Lecaitora cenisin wächst über und unter der Abszisse der Felder 4/8. Da diese Art durch einen körnigen, nicht zusammenhängenden Thallus ausgezeichnet ist, lässt sich ihr **Marginalwachstum** nicht messen, dagegen konnte die **Apothezienbildung** von 1922 bis 1947 verfolgt werden. 1922 waren es 11 kleine Apothezien von knapp 1 mm **Breite**, 1929 15 Apothezien von 0,5–1,5 mm und zirka 20 ganz junge, kleinere, 1935 ungefähr gleichviel. Aus der Gruppierung der Fruchtscheiben erkennt man, dass etwa die Hälfte der Apothezien von 1929 noch da ist, während sich die andere Hälfte durch Ersatz von ausgefallenen Früchten erneuert hat. 1942 sind zirka 10 Apothezien von ±2 mm **Breite** vorhanden und etwa 25 Apothezien von 0,5–1 mm. Die Verteilung der übrigen Arten ist ungefähr folgende: *Lecanora polytropa* in 10/4, 8, 10/11. *L. rupicola* in 3/4 **oben** und 19/20/23/24, erkennbar an der hellen Färbung, und *L. intricata* in Feld 11 rechts oben, *Lecidea lapicida* in den Feldern 17/18/21/22/23.

Insgesamt gibt diese kleine Fläche von etwa 21×15 cm viele interessante Aufschlüsse. Von 1947 an und noch mehr bis 1955 nahm der **Einfluss** durch die zunehmende Beschattung der wachsenden Arve zu, besonders 1955 waren nicht **wenige** Thalli durch den **Nadelfall** zerstört, so dass sich die **Diskussion** der regressiven Entwicklung kaum lohnt.

3. **Dauerfläche** auf Fels. **S-charl 2** (Sc 2: 1922155, Bilder 27–30) auf dem gleichen Block in WNW-Exposition, zirka 90 cm über dem Weideboden.

Das Arteninventar ist sehr verschieden **infolge** der entgegengesetzten Exposition; es fehlen hier *Parinelia proluxa*, *Lecanora atriseda*, *Lecidea cyanea* und *Acarospora fuscata*, dagegen **kommen** hinzu: *Parmelia omphalodes*, *P. minuscula*, *Lecanora badia*, *Haematomma ventosum*, *Buellia atrata*, *Rhizocarpon disporum*, *Lecidea pungens*, *L. obscurissima* und *L. tenebrosa*.

Vor allem aber wirkt sich die verschiedene Exposition in einem ganz anderen **Deckungsgrad** der Arten aus. *Haematomma ventosum* und *Lecanora rupicola* beherrschen die Fläche, die erste Art mit ihren vielen grossen, blutroten Apothezien die obere Hälfte und *L. rupicola* mit ihrer hellen Kruste und den noch helleren **Apothezien** die untere Hälfte.

Parmelia encausta deckt weniger Fläche als in Sc 1. In der Ecke links oben, wo ich 1922 vor der Photoaufnahme ein Stück Fels nacktgeschlagen **habe**, regenerierten sich die stehengelassenen Bruchstücke bis 1935 und **deckten** die Felsblöße zu. Doch **bekämp-**

isierenden *Lecanora*
n 12 bis 16 auftritt.
er messen, so um die
dieser Zuwachs der
urponthalli gegenein-
19/24 rechts schräg
bis 8 mm, also im
) schliesst sich nicht
äg oben vorrückende
ertrifft die Krusten-

rollieren. Es mögen
aus der Kruste von
eck misst 8×5 mm,
geheilt». Das würde
verletzten Thallus-

er 4/8. Da diese Art
ichnet ist, lässt sich
ezienbildung von
n von knapp 1 mm
unge, kleinere, 1935
nnt man, dass etwa
andere Hälfte durch
10 Apothezien von
. Die Verteilung der
3, 10/11. *L. rupicola*
1 *L. intricata* in Feld

e interessante Auf-
rch die zunehmende
wenige Thalli durch
icklung kaum lohnt.

) auf dem gleichen
en.

etzten Exposition;
ea und *Acarospora*
la, *Lecanora badia*,
Lecidea pungens,

em ganz anderen
picola beherrschen
en die obere Hälfte
thezieren die untere

links oben, wo ich
regenerierten sich
zu. Doch bekämp-

fen sich von da an die verschiedenen Regenerate, so dass 1947 durch das Ausbrechen der sich abstossenden Thalli ein noch grösserer Nacktfleck besteht als er 1922 absichtlich erzeugt worden ist. Ausser in den Feldern 1/2/5 wächst *P. encausta* auch in den Feldern 17/21/23. Am untern Rand der Fläche wächst sie in Feld 21 von 1922–35 8 mm aufwärts, bis 1947 7 mm und bis 1955 6 mm. Im Gegensatz zu Sc 1, wo die gleiche Art so reichlich fruchtete, kommt in Sc 2 kein Thallus zur Fruktifikation.

Parmelia omphalodes trat erst 1935 in kleinsten Anfängen im Feld 18 auf (unten rechts) in kleinen Lappen von 3–4 mm Länge und 0,5–0,8 mm Breite, wurde aber bis 1947 überdeckt durch *Parmelia pubescens*. Diese Art bildete 1922 ein lockeres Lager in Feld 19 von 20 mm Breite, welches bis 1935 gleich breit bleibt, aber sich in vertikaler Richtung ausbreitet von 11 auf 20 mm und bis 1947 auf 32 mm Breite und 35 mm vertikalen Durchmesser. Bis 1955 wird sie wieder abgerissen bis auf kleinste Reste. Kleine Lager dieser Art wuchsen auch in den Feldern 6/10/11.

Parmelia disjuncta wird in Feld 1 schon 1935 von *P. encausta* überwachsen, in Feld 5 blättert sie zum Teil ab, bis 1947 bleiben nur noch kleine Reste. In Feld 6 rechts unten wuchs 1922 ein Lager von 20×19 mm mit einem Loch in der Mitte und teilt sich bis 1935 auf in zwei Thalli; der obere Thallus im Feld 6 misst 9×7 mm, der untere im Feld 6/10 misst 16×9 mm. Diese Thalli wachsen nachher kaum mehr, teilten sich vielmehr bis 1947/55 noch weiter auf.

Umbilicaria cylindrica kommt in mehreren und verschieden varierten Formen vor. In Feld 2/3 wächst ein wenig gelappter, ständig steril bleibender Thallus, dessen grösster Durchmesser von 1922 bis 1935 nur von 25 auf 28 mm zunimmt, aber nachher bis 1955 nur noch auf 29 mm. Der Komplex im Feld 11/15 besteht aus mehreren Individuen. Der oberste Thallus, nennen wir ihn a, mit starkem Rhizinenbord nimmt von 1922 bis 1935 von 44 auf 46 mm zu und bleibt bis 1955 stationär. Während er 1922 auf den beiden äussersten Loben links und rechts zusammen zirka 12 maximal 1–1,5 mm breite Apothezien trug, sind 1935 die meisten Lappen mit mehreren bis vielen jungen, sehr kleinen Apothezien überstreut. So bleibt dieser Thallus bis 1955. Der mittlere, kleinere Thallus b, 1922 zirka 20 mm breit, zum Teil vom Thallus a von oben her überdeckt, trug schon 1922 mehr Apothezien als a und war 1935 23 mm breit. In der untern Hälfte von Feld 15 wächst ein kleinerer Komplex c, gebildet aus kleinen *cylindrica*-Thalli, zum Teil auch schon Apothezien tragend. Im Feld 14/18 wächst ein weiterer *cylindrica*-Komplex im waagrechten Durchmesser von 1922 bis 1935 von 46 auf 48 mm, bis 1955 auf 50 mm an, im senkrechten Durchmesser in der gleichen Zeit, das heisst, von 1922 bis 1935 von 49 auf 52 mm. Weil nach 1935 ein Thalluslappen ausfällt, wird der vertikale Durchmesser kleiner.

Das geringe Wachstum ist hier wohl durch hohes Alter bedingt. Eigentümlich ist, dass der oberste Thallus in Feld 2/3 immer steril bleibt und die kleineren Thallusteile der unteren Komplexe reichlich fruchten. Es müssen verschiedene Rassen sein.

Die Wachstumsgeschwindigkeiten der Flechten sind je nach Art und Standortbedingungen sehr verschieden, auch in bezug auf das Altern. Ob alle *Umbilicarien*, wie es BESCHEL (1952 und 1957) annimmt, wirklich in der Jugend «rasch» wachsen und später das Wachstum ganz einstellen, ist zu bezweifeln. *U. virginis*, *crustulosa*, *spodochroa* und *vellea* wachsen wahrscheinlich sehr lange, bis in ein sehr hohes Alter. Von *U. Josiae* (FREY, 1936) sah ich aus den Pyrenäen Thalli von über 20 cm Durchmesser, die auf der ganzen Oberfläche reifende Apothezien enthielten. Einzelne Arten wachsen wohl im Anfang rascher als ich früher angenommen habe. So notierte ich im Herbst 1956 auf der Gotthard-Passhöhe ein interessantes Vorkommen der *U. Nylanderiana* (= *corrugata*). Auf einem Gneisblock neben einem Signalpunkt der Landestopographie war in grosser Blockschrift etwa 8 mm tief in den Granit eingemeisselt «EK 1940».

Die Kulmfläche des Blockes trägt ein Fragment des *Ramalinetum capitatae* (FREY, 1952, Seite 456), umsäumt von einem *Umbilicarietum corrugatae*. Die Schriftzeichen wurden 1940 unmittelbar unter dem dicht braun bewachsenen Umbilicaria corrugata-Gürtel eingemeißelt, so dass das Regen- und Schmelzwasser die Thallusteilchen auf kürzestem Wege in die Vertiefungen der Schrift spülen kann. Die waagrecht Vertiefungen der Schrift waren schon ganz voll von jungen corrugata-Thalli. Die grössten unter ihnen massen 2-6, ganz vereinzelt bis 10 und knapp 11 mm im Durchmesser. Es ist natürlich möglich, dass die grössten Thalli, die im Vergleich zu den 4 bis 8 mm breiten Thalli äusserst selten vorhanden waren, schon als relativ grosse Bruchstücke heruntergeschwemmt wurden und amwuchsen. Die grössten fanden sich nicht vereinzelt, sondern mitten in Hunderten kleinerer Thalli, wo sie gut hängen bleiben und sich «bewurzeln» konnten. Nehmen wir also die etwa 8 mm grossen Thalli als solche an, die aus kleinsten Bruchstücken der Mutterthalli entstanden waren, so wäre das Marginalwachstum im Maximum mit etwa $\frac{1}{4}$ mm jährlich anzunehmen ($8:16 = \frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}:2 = \frac{1}{4}$). Verglichen mit den Zahlen von *U. cylindrica* oben sind dies schon ansehnliche Wachstumsleistungen. Ausser dem arteigenen Wachstumsvermögen ist dieses relativ rasche Wachstum von Umbilicarien an diesem Standort auf dem Gotthardpass bei 2120 m ü.M. zwei Faktoren zuzuschreiben, die hier vorteilhaft einwirken: der grösseren Luftfeuchtigkeit und der grösseren Niederschlagsmengen, vor allem aber der günstigen An siedlungsmöglichkeit.

Von den Krustenflechten bilden 4 Arten das Hauptkontingent: Die schon erwähnten Lecanoraceen: *Haematomma ventosum* und *Lecanora rupicola*, dazu die beiden *Rhizocarpon disporum* und *geographicum*. Die übrigen Arten: *Lecanora polytropa* und *L. intricata*, *Lecidea pungens* und *L. tenebrosa* fallen wenig auf. Von *Haematomma ventosum* sind zwei Thalli zu unterscheiden: ein kleinerer links in Feld 2/6 und ein grösserer, älterer rechts davon. Beide zeigten in ihren oberen Teilen schon 1922 Zerfallerscheinungen oder Spuren von Beschädigungen. Der grosse Nacktfleck in Feld 8, in dem sich ein *Rhizocarpon-disporum*-Thallus entwickelt hatte, war wohl einmal auch von *Haematomma* überwachsen. Der Thallus in 2/6 erholt sich bis 1935 gut, hat wieder eine intakte Berindung, wächst hinüber in die Felder 1/5, überwächst dort die in ihrer Vitalität gehemmte *Parmelia encausta* und nimmt von 1922 bis 1935 zu von 42 X 30 auf 45 X 36 Millimeter. Sein Marginalwachstum beträgt also zirka 0,17 mm jährlich. Bis 1942 (Bild 29) erleiden beide *Haematommathalli* wieder eine Schädigung. Die Rinde sieht geborsten oder angefressen aus. Das typische Schneckenfrassbild fehlt, es handelt sich wohl eher um Frass durch Arthropoden. Auffällig ist, dass die Apothezien vom Frass verschont bleiben, wie es häufig der Fall ist. Bis 1947 (Bild 30) regenerieren sich beide Thalli wieder gut. In Feld 7 sind zum Beispiel Gruppen von Apothezien zu erkennen, die von 1935 bis 1947 in genau gleicher Anordnung überdauerten, wobei die kleineren, jüngeren in den 12 Jahren um 0,5-1 mm an Breite zunehmen, während die älteren in dieser Zeit ungefähr gleich bleiben, aber nicht etwa aus den Thallusareolen ausfallen. Der Abstand zwischen den beiden *Haematommathalli* betrug 1922 3 mm, 1935 auch noch 1,5 mm und 1947 stiessen beide Thalli zusammen und verwuchsen zu einem Thallus.

Lecanora rupicola breitet sich hauptsächlich in den Feldern 15/16 und 20 aus, aber auch in 18/19 unten und 22 bis 24, greift auch über in 12 unten und anderswo. Kleinere sterile Lager wachsen in 10/11 und 11/12 sowie in Feld 8, wo sie die von den ausgefallenen *Haematommaareolen* überlassenen Kahlflecke übernehmen. Diese Verteilung ist ungefähr schon 1922 so gewesen, und es ist das ausgesprochen stationäre Verhalten dieser Art recht eigentümlich. Man wird es kaum durch ein Ausgewachsensein erklären können, da ja der Hauptthallus rechts eine ansehnliche Ausdehnung hat und noch reichlich fruchtet. Ebenso könnte man doch von den verschiedenen kleineren Thalli unserer Fläche ein weiteres Wachstum erwarten. Auch die in den rupicola-

capitatae (FREY, 1952, Schriftzeichen wurden *aria corrugata*-Gürtel lichen auf kürzestem en Vertiefungen der grössten unter ihnen sser. Es ist natürlich 3 mm breiten Thalli chstücke herunter t vereinzelt, sondern nd sich «bewurzeln» an, die aus kleinsten arginalwachstum im $2 = \frac{1}{4}$). Verglichen achstumsleistungen. sche Wachstum von ü.M. zwei Faktoren euchtigkeit und den iedlungsmöglichkeit. ntinent: Die schon *cola*, dazu die beiden *anora polytropa* und n *Haematomma ven-* /6 und ein grösserer, 1922 Zerfallserschei- l Feld 8, in dem sich al auch von *Haema-* wieder eine intakte ie in ihrer Vitalität a 42×30 auf 45×36 jährlich. Bis 1942 ng. Die Rinde sieht ehlt, es handelt sich othezien vom Frass enerieren sich beide ien zu erkennen, die wobei die kleineren, hrend die älteren in usareolen ausfallen. mm, 1935 auch noch, zu einem Thallus. 15/16 und 20 aus, nten und anderswo. wo sie die von den ehmen. Diese Ver-prochen stationäre ein Ausgewachsen- he Ausdehnung hat hiedenen kleineren ie in den *rupicola-*

Krusten eingeschlossenen *Rhizocarponinseln* in den Feldern 16/20 (dunkle Flecken in der hellen *Lecanorakruste*) halten sich von 1922 bis 1942, sogar, wenn auch etwas wenig verkleinert, bis 1955. Es besteht also 33 Jahre lang so etwas wie eine («friedliche Koexistenz»). Während der grosse Thallus in 15/16/20 reichlich fruchtet, bleibt der kleinere Thallus in 18/22/23 3 Jahrzehnte lang steril. Obschon er sich vegetativ nicht anstrengt, findet er auch die Kraft zu generativer Leistung nicht.

Lecanora badia in Feld 10 unten degeneriert deutlich von 1922 bis 1935, wohl infolge von Schneckenfrass, regeneriert sich teilweise im untern Teil bis 1947, sah aber 1955 wieder ganz angefressen aus. *Lecanora cenisia, intricata* und polytropn treten da und dort sporadisch auf, einzig die erste Art war schon 1935 erkennbar, dank ihrer hellen, zierlich krenulierten Apothezienränder. 1922 fehlte sie noch, bis 1947 nahmen die Apothezien an Grösse und Zahl merklich zu, wurden aber dann von *Parmelia pubescens* und *Cetrarin hepatizoit* überwachsen.

Während die dicht aneinander grenzenden Krusten der *Testudineaform* (FREY, 1922, Seite 109) fast stationär bleiben, wächst der schon erwähnte Thallus von *Rhizocarpon disporum* in Feld 8 auf dem von *Haematomma* überlassenen, nackten Fels langsam, aber deutlich messbar von 1922 bis 1935 von 10×6 mm auf $13 \times 6,5$, bis 1947 auf $16 \times 7,5$ und bis 1955 auf 19×8 mm zu. Das jährliche Marginalwachstum beträgt somit in der Längsachse 0,135 und in der kürzeren, ungefähr vertikal liegenden Achse nur 0,03 mm. Obschon der Zuwachs sehr stetig und regelmässig ist – man beachte die Intervalle und die konsequente Form! –, so ist er doch erstaunlich klein. Ein anderer disporum-Thallus zeichnet sich oval mitten im Feld 5 deutlich ab, er misst:

1922/1935 16×14 / 18×17 mm, nimmt zu um 2×3 mm,
1935/1947 18×17 / 18×18 mm, nimmt zu um 0×1 mm.

Weil er nur nach links unbesiedelten Fels findet, von 1935 an aber oben und unten begrenzt ist durch andere Krusten, rechts von *Rh. geographicum*, so dehnt er sich mehr im senkrechten Durchmesser aus. Sein Marginalwachstum ist jährlich in waagrechter Richtung 0,08 mm, in vertikaler 0,04 mm, also nicht viel grösser als das des vorgenannten disporum-Thallus. Von rechts oben her wird er schon 1935 überwachsen von *Parmelia encausta*, die «in ihrem Rücken» von *Haematomma* bedrängt wird. In Feld 13 wächst ebenfalls *Rh. disporum* neben *Rh. geographicum*. Aus der Form der beiden benachbarten Schwesterarten in den Feldern 5 und 13 darf man schliessen, dass *Rh. disporum* hier offenbar vitaler ist als *Rh. geographicum*. Da der Gneisblock in einer beweideten Wiese liegt, also durch Stickstoffdüngung mässig beeinflusst ist, so hat wohl *Rh. disporum* deshalb einen Vorteil. Diese Art ist zum Beispiel in der seminitrophilen Assoziation von *Umbilicaria Ruebeliaitn* (FREY, 1933b, Seite 44/45) eine ziemlich konstante Charakterart und kommt auch nicht selten im eunitrophilen *Rinodinetum oreiaae* (FREY, 1923) vor. In den beiden Feldern 5 und 13 (Bild 27) ist übrigens deutlich erkennbar, wie der schwarze Protohallusrand der beiden Schwesterarten dort viel schmaler ist, ja fast verschwindet, wo sie einander berühren, dagegen breiter dort, wo die einzelne Art auf nacktem Gestein sich ausbreitet. Die andern Thalli von *Rh. disporum* sind nicht messbar, weil zum Beispiel der in Feld 3/4 oben von *Haematomma* und der in Feld 13 erwähnte von *Umbilicaria cylindrica* überwachsen wird.

Ergebnisse von S-charl 1 und 2.

Die äusserst geringen Zuwachsgrössen der meisten Flechten, wie sie sich schon aus den Kontrollen der Dauerflächen auf Holz und Rinde ergaben, sind auf Fels noch ausgesprochener, und zwar ohne grosse Unterschiede in den beiden Expositionen. Am grössten ist der Zuwachs von *Parmelia encausta*. Diese und die andern Blattflechten wachsen über die Krusten wenig langsamer als auf nacktem Gestein. Wo sich Thalli

der gleichen Art treffen, bäumen sie sich gegenseitig auf, wobei einzelne Thallusteile den Kontakt mit dem Substrat verlieren und ausbrechen, so dass Regenerationen nötig werden. Krustenflechten der *Testudinea*-form, die einander berühren, verhalten sich vorzugsweise stationär, während *Haematomma*, das zur *Pertusaria*-form (FREY loc. cit.) zu stellen ist, andere Krusten mit Erfolg überwächst. Wären in Sc 2 *Pertusaria corallina* und *P. lactea*, die Hauptkonstituenten und Charakterarten des *Pertusarietum corallinae*, vorhanden, so würden diese mit ihren nicht effigierten, faserig diffusen Thallusrändern andere Kruster rascher überwachsen, gesamthaft würde die Dynamik dieser Fläche von 1922 bis 1955 ganz anders verlaufen sein. Es ist bezeichnend, dass die *Pertusaria*-form in humideren Klimaten häufiger ist, sie verlangt eben mit ihrer dynamischen Vitalität mehr Feuchtigkeit. Erstmals erlauben unsere photogrammetrischen Kontrollen einen sicheren, experimentellen Beweis für die lange Lebensdauer und langsame Entwicklung der Flechtenapothezien. Bei kompaktkrustigen, kontiguen Arten ist die Lebensdauer noch grösser als bei körnigkrustigen Arten wie zum Beispiel *Lecanora cenisia*.

4. Dauerfläche auf Fels (Sc 3: 1935/42, Fig. 6, Bilder 31/32).

S-charl 3 stellt ganz andere Verhältnisse auf Silikatfels dar. Die Fläche lag 25 m höher als Sc 1 und Sc 2, in waagrechter Distanz dagegen in unmittelbarer Nähe in einer Felsnische mit stark bemoosten Gneisfelsen, auf deren Gesimsen zwischen Fichten junge Arven in einem von schwellenden Moosen durchwirkten *Rhodoretum* wurzeln. Über einem dieser Felsgesimse, das gerade genug Platz zum Aufstellen des Photostativs bot, erhob sich eine halbkabale Frontalfläche von zirka 80° Neigung gegen Osten, von der vermutlich vor Jahrzehnten die Vegetationsdecke durch Steinschlag abgerissen worden war. Diese Abrisstelle drängte geradezu die Frage auf, wie rasch nun wohl die Moospolster von beiden Seiten her diese mit einer Flechtengesellschaft bekleidete Lücke schliessen werden. Infolge der nördlichen Lage der Umgebung in einer Nische und der Nähe zur Clemgia, wo doch die lokal-klimatischen Bedingungen die Moosvegetation und Rohhumusbildung begünstigen müssten, lag es nahe anzunehmen, dass der Teppich des *Hylocomium splendens* von links und das Kissen des *Dicranum scoparium* von rechts her die Flechtenvegetation des harten, quarzreichen Gneisgranites in absehbarer Zeit überwachsen würden.

Die beigegebene Skizze (Fig. 6) und die beiden Bilder 31 und 32 sowie die Florenliste kennzeichnen den Bestand als ein Fragment einer Ramalina-pollinaria-reichen Variante des Parmelietum *omphalodis* (FREY, 1933b, Seite 40, und 1952, Seite 435), das an den Nachbarfelsen typisch ausgebildet ist.

Florenliste S-charl 3

| | |
|-----------------------------------|---|
| 30% <i>Parmelia omphalodes</i> | + <i>Usnea diplotypa</i> (U) |
| 3% - <i>saxatilis</i> (S) | + <i>Cetraria pinastri</i> |
| 1% - <i>prolixa</i> | 20% <i>Psoroma lanuginosum</i> u. <i>Lepraria</i> sp. |
| 1% - <i>austerodes</i> | 25% <i>Polypodium vulgare</i> u. Nacktflecke |
| 4% - <i>vittata</i> (V) | 2% <i>Dicranella</i> sp. |
| 8% <i>Ramalina pollinaria</i> (r) | 2% <i>Dicranum scoparium</i> |
| 1% <i>Alectoria bicolor</i> (A) | 2% <i>Lophozia lycopodioides</i> u. a. Hepaticae |
| + <i>Letharia thamnodes</i> (t) | |

Die Deckungsprozente beziehen sich nur auf die knapp 20 dm² messende Fläche zwischen den Moosdecken links und rechts, 1 mm auf dem Bild = zirka 4,5 mm in natura.

$\frac{1}{10}$, also um nur 2,5 cm, geringer geworden. *Parmelia* omphalodes, die hier ziemlich optimale Standortbedingungen findet, hat die Nacktflecke in den Feldern 2 und 6 ganz, in 11 und 15/19 teilweise zugedeckt, ebenso die grosse Blösse in Feld 18/22. Dieser Fortschritt entspricht nach meinen Messungen während der 7 Jahre einem marginalen Wachstum von 15 mm, per Jahr also zirka 2 mm. Dagegen ist in Feld 10 rechts unten ein ganzer Komplex von *P. omphalodes* mit eingestreuter *P. saxatilis* und *Ramalina pollinaria* abgefallen, obschon darüber das Dicranumpolster mit *P. vittata* und *Alectoria bicolor* sich während der 7 Jahre deutlich aufgewölbt hat und die darunter liegende *P. omphalodes* hätte schützen können. Vielleicht hat aber gerade die aus dem Mooskissen träufelnde Feuchtigkeit der *Parmelia* geschadet, wie es auch für die *Placodium-alphoplacum*-Fläche Z 2 vermutet wurde.

Bemerkenswert ist auch das Ausharren der beiden vereinzelt Zwergpflänzchen von *Letharia thamnodest* (t) und *Usnea diplotypa* (U), was für die Ungestörtheit der Dauerfläche für die Zeit 1935/42 zeugt. Zwar haben beide in ihrer Form etwas eingebüsst und kaum gewachsen; doch ist zu bedenken, dass sie hier nicht einen optimalen Standort hatten.

5. Dauerfläche auf Fels (Sc 6: 1934/47, Bilder 33/36).

S-charl 6 ist ein Beispiel einer Sukzession, die ausgeht von den Initialstadien der rein epipetren Flechten-Moosvegetation auf Silikatfels und zur Bildung von genügend Waldhumus führt, um Baumwuchs zu ermöglichen.

Am 26. Juli 1934 fällt uns, Dr. CH. MEYLAN und mir, im Val Sesvenna, am Weg nach Marangun, nahe der Waldgrenze, bei 2240 m ü.M., ein Silikatblock auf, dessen Kulmfläche gekrönt ist durch eine «junge» Arve, die wohl schon vor mehr als einem Jahrhundert in der Flechten-Moosdecke auf diesem Block zu keimen und wachsen begonnen hat. Talauwärts, auf der Westseite (Bild 34) ragt der Block etwa 2 m, auf der Ostseite talaufwärts zirka 1,5 m über den umgebenden Rasen auf. Abb. 33, von SSE her aufgenommen, zeigt 3 Wurzeln, die aus der umliegenden Vegetation des Schuttbodens aufsteigen. Die zwei winkelig gebogenen Wurzeln sind halb abgestorbene Wurzeln von *Juniperus*, die äusserste links ist die einzige gesunde, lebenspendende Wurzel der Arve (W in Bildern 33 und 36), die – geschützt durch den Flechten-Moosteppich – hier in den nährsalzliefernden Schuttboden eindringt und so dem jungen Baum die nötige Nahrung bringt. Wie gut dieser gedeiht, zeigt die photographische Aufnahme von 1942 (Bild 35).

Die folgende Artenliste (Tabelle 4) enthält keine Deckungsprozente, weil die ganze Vegetation sehr mosaikartig und die Verteilung aus den Bildern gut ersichtlich ist. Die Anwesenheit oder das Fehlen einer Art in den verschiedenen Expositionen wird durch + oder – angegeben.

Auf einem Stück nackt gebliebener Kdmfläche, in Bild 34 rechts sichtbar, wachsen noch folgende Arten als Zeugen des Initialstadiums: *Lecanora badia* und *L. cenisia*, *Parmelia encausta*, *P. austerodes* und *P. stygia*.

In der NW-Exposition ist der Flechten-Moosteppich am reichsten entwickelt, es ist die in Bild 34 sichtbare Neigungsfläche.

Zur Hauptsache sind die Flechten von einem dichten Moosteppich durchwirkt, in welchem *Juniperus montana*, *Lonicera coerulea*, *Vaccinium Myrtillus*, *Solidago virgaurea*, und am Rand auf vereinzelt Moospolstern *Sempervivum montanum* und *Saxifraga aizoon*, wachsen.

1942 hatte sich das Bild soweit verändert, als 3 grosse, nackte Granitblöcke um den alten Block verstreut lagen, ein Zeichen einer möglichen Bedrohung. Im *Juniperusspalier*

wuchsen 2 weitere Jungarven auf, 10 und 12 cm hoch. Wie schön die Arve oben auf der Kulmfläche gediehen war, zeigt Bild 35, von SE her. Einer der Gipfeltriebe, die 1934 auf eine frühere Verletzung hindeuteten, hat sich über die andern empor entwickelt und deutet an, dass die im Bild wieder sichtbare Wurzel (links unten) eine reichliche Versorgung mit Nährsalzen garantiert. In den 8 Jahren bis 1942 wurde auch die 1934 noch kahle Kulmfläche mit *Parmelia encausta* usw. durch das mit einem Flechten-Moostepich durchwirkte Zwerggesträuch erobert.

Tabelle 4
Artenliste zu Sc 6

| NW | NE | SE | SW | | NW | NE | SE | SW | |
|-----------------|----|----|----|------------------------------|----|----|----|----|---------------------------------|
| + | - | - | - | <i>Cornicularia aculeata</i> | + | + | + | + | <i>Dicranoweisia crispula</i> |
| + | - | - | - | <i>Cetraria islandica</i> | + | - | - | - | <i>Dicranum neglectum</i> |
| + | - | - | - | - <i>cucullata</i> | - | - | + | - | <i>Desmatodon latifolius</i> |
| K ¹⁾ | - | - | - | - <i>hepatizon</i> | - | - | + | - | <i>Syntrichia acyphylla</i> |
| + | - | - | - | <i>Cladonia sylvatica</i> | - | - | + | - | <i>Schistidium apocarpum</i> |
| + | - | - | - | - <i>rangiferina</i> | - | - | - | + | <i>Grimmia alpestris</i> |
| + | - | + | - | - <i>pyxidata</i> | - | - | - | + | - <i>ovata</i> |
| + | - | + | - | - <i>pleurota</i> | + | - | + | - | - <i>decipiens</i> |
| + | - | + | - | <i>Peltigera aphthosa</i> | - | + | - | - | - <i>elatior</i> |
| - | - | + | - | - <i>rufescens</i> | - | - | - | + | <i>Orthotrichum rupestre</i> |
| + | - | - | - | <i>Nephroma parile</i> | + | - | - | - | <i>Drytodon Hartmanni</i> |
| + | - | - | - | <i>Parmelia saxatilis</i> | + | - | + | - | <i>Leskea catenulata</i> |
| + | - | - | - | <i>Umbilicaria deusta</i> | + | - | + | - | <i>Pterygynandrum filiforme</i> |
| + | - | - | - | - <i>crustulosa</i> | + | - | - | - | <i>Hylocomium umbratum</i> |
| + | - | + | - | - <i>cylindrica</i> | + | - | + | - | <i>Rhytidium rugosum</i> |
| + | - | + | - | - <i>polyphylla</i> | | | | | |

¹⁾ K = Kulmfläche

Doch all diese allmähliche, durch Jahrhunderte wirkende Aufbauarbeit der Flechten und Moose und später der sich einstellenden Blütenpflanzen kann in einem Augenblick durch Gewalt der Lawinen vernichtet werden.

Als ich 1947 mit Dr. OCHSNER ins Sesvennatal hinaufstieg, zeigte sich ein Bild der Zerstörung (Bild 36). Eine Lawine, die vom Munt Plazêr herunter wuchtete, hatte die hoffnungsvolle Arve umgelegt... Die drei Blöcke im Vordergrund geben einen Begriff von der Gewalt des Schnee- oder Luftdruckes. Wir müssen bedenken, dass wir uns auf der andern Talseite ziemlich hoch über dem Bachbett befinden. Nach Aussage der Sennen hat die Lawine im Winter 1944/45 unsere «Dauerfläche» zerstört. Im dritten Sommer seither treibt die Arve immer noch grüne Zweige, wie die gesunden Nadelbüschel vor dem Brustbild von Dr. OCHSNER beweisen. Die in den Abbildungen von 1934 und 1942 erwähnte Wurzel (W) hält noch, ist in Bild 36 nun gut sichtbar und versorgt die Halbleiche der Arve mit Nahrung. Wer weiss, ob sie nicht wieder aufzukommen sucht? Arven haben ein zähes Leben, in frühester Jugend, wie uns das Bild der Dauerfläche Zernez 1 (Seite 252) bezeugt, aber auch im besten Alter erst recht.

Die von der Wurzelscheibe der Arve entblösste Kulmfläche des Blockes zeigt keine grösseren Spalten oder Risse, in denen sich die Arve von Anfang an hätte ein Keimbett suchen können. Die Sukzession musste mit den Initialstadien der Krusten- und Blattflechten beginnen, sie hat wohl begonnen mit einem *Parmelia-encausta*-reichen *Umbilicarietum cylindricae*; auf das Flechtenstadium folgte ein Moostepich von Grimmien und Orthotrichen, später von Hypnaceen, in dem sich dann immer mehr Blütenpflanzen, vielleicht sehr bald schon die Arven einfanden, wie ich es in meiner Arbeit über die Flechtenvegetation des Aletschwaldes (1937, Seiten 72/73) an anderem Beispiel

schon beschrieben habe. Dabei konnte die Arve warten – lange warten –, wie uns die Arve auf dem Lärchenstrunk bei Zernez (vergleiche Seiten 252 ff und Bilder 1–4) vorgelebt hat. Langsam hat sich der Flechten-Moosteppich über die SE-geneigte Neigungsfäche des Arvenblockes ausgedehnt, und in ihrem Schutz ist die Arvenwurzel, die nun im Bild 36 noch besser zu sehen ist, in den nährenden Schuttboden hineingewachsen.

Ergebnisse der Versuchsflächen auf Silikatfels

Wenn wir die beiden Flächen Sc 1/2 als Einheit betrachten, so sind 4 verschiedene Versuchsobjekte zu vergleichen. Z 2 belehrt uns am Beispiel der einzigen untersuchten Art *Lecanora (Placodium) alphoplaca* über dessen Wachstum unter sich verschlechternden Bedingungen: eine licht- und mässig feuchtigkeitsliebende Art leidet unter zunehmendem Lichtmangel und unterliegt dem vordringenden *Pterygynandrum filiforme*. Die beiden Sc I und Sc 2 ermöglichen eine grosse Zahl von Messungen über das Wachstum von Blatt- und Krustenflechten, das Entwicklungstempo und die Lebensdauer der Apothezien und das Verhalten der Flechten beim Kampf um Raum und Licht. Verglichen mit den Wachstumsgeschwindigkeiten sind die Epixylen im Vorteil gegenüber den Epipetren. Allerdings können wir das Wachstum der *Hypogymniaform* (FREY, 1922, Seite 110) von *Parmelia encausta* auf Fels nicht ohne weiteres mit dem Wachstum der *Parmeliaform* (FREY, loc. cit.) von *Parmelien* und *Peltigeren* auf Holz und Rinde in direkten Vergleich setzen.

S-charl 3 belehrt uns über das sehr langsame Vordringen eines dichten *Dicranum-* und *Hylocomiumteppichs* gegen eine fast reine Flechtendecke des *Parmelietum omphalodis* und S-charl 6 gibt uns ein Bild der Sukzession vom Initialstadium der epipetren Flechten-Moosdecke zur Waldbodenbildung.

III. Sukzessionen auf Schutt

Im Gegensatz zu unsern Beispielen auf Fels, die sich auf **Silikatgestein** beschränkten, liegen die gewählten Dauerflächen vorwiegend auf Kalk- und Dolomitschutt. Es sind meist Initialstadien der Vegetation, beginnend auf **Kalkrohböden**, die zu den Pflanzengesellschaften der Humuskarbonatbodenserie im Sinne von **JOS. BRAUN-BLANQUET, H. PALLNANN** und **R. BACH** (1954) hinführen.

1. und 2. Dauerfläche auf Schutt. Tantermozza 1/2 (T 1/2: 1923/41, Bild 37/40).

Grobschutterrassen der Ova da Tantermozza, 1980 m ü. M., schwach nach NE geneigt, nach SSE offen, gegen SW wenig beschattet durch eine Pinus mugo, die 1923 zirka 1 m hoch, 2 m breit. Kalk- und Dolomitgrobschutt mit wenig schwärzlich humöser Feinerde gemischt. Die etwa 10 m nebenan und wenig tiefer liegende Talrinne führte, so oft ich Val Tantermozza besuchte, nie offenes Wasser. Meist hörte man den Bach in zwei bis drei Meter Tiefe durch den losen Grobschutt gurgeln. **Allerdings** besuchte ich das Tal nur im Hochsommer, aber **auch** zur Zeit der Schneeschmelze wird unsere Dauerfläche kaum je überschwemmt worden sein. Die Fläche T 1 von 1 m² wurde 1923 nur summarisch inventarisiert, weil mosaikartig, die Fläche T 2, südwestlich **anschliessend**, ein Rechteck von 55 × 45 cm = zirka 1/4 m² ist durch folgende **Artenliste** dargestellt (Tabelle 5).

Tabelle 5

Artenliste von T 2:

a. Angaben vom 7. 8. 1923 nach der Skala 5-+ (siehe p. 262). b. vom 6. 8. 1941, Deckung in %

| a | b | | a | b | |
|---|---|---------------------------------|----|----|-----------------------------------|
| + | 7 | <i>Dryas octopetala</i> | + | + | <i>Sesleria coerulea</i> |
| + | 7 | <i>Helianthemum alpestre</i> | + | + | <i>Carex verna</i> |
| — | 4 | <i>Anthyllis montana</i> | + | — | — <i>aterrima</i> |
| — | 3 | <i>Coronilla vaginalis</i> | 5! | 35 | <i>Cladonia symphylicarpa</i> |
| — | 2 | <i>Hippocrepis comosa</i> | 2 | 2 | — <i>pyxidata pocillum</i> |
| — | 2 | <i>Veronica bellidioides</i> | + | 4 | <i>Peltigera rufescens</i> |
| — | 1 | <i>Potentilla Crantzii</i> | + | + | <i>Cetraria islandica</i> |
| — | 1 | <i>Draba aizoides</i> | 3 | 25 | Moose total, davon |
| + | + | <i>Thesium alpinum</i> | 2 | 20 | <i>Tortella tortuosa</i> , ferner |
| + | + | <i>Euphrasia salisburgensis</i> | | | <i>Ditrichum flexicaule</i> , |
| + | + | <i>Leontodon hispidus</i> | | | <i>Bryum</i> sp u. a. sp. |

Am 3. 8. 1933 wurden in T 2 noch notiert: *Blastenia leucoraea*, *Rinodina mniaraea* und *Bacidia* sp., die 1941 wieder verschwunden waren. Aus dem Bild 37 erkennt man, wie 1923 auch in der grossen Fläche T 1 *Cladonia symphylicarpin* damals dominierte, wie viele grössere Steine noch **bloss lagen**, wie der ganze Bestand ein **initialer** war. 1933 waren schon die meisten Steine im angehäuften Detritus halb versunken. Besonders der Nadelfall der Pinus und einer nordwestlich benachbarten Larix hatte die Möraufgabe vermehrt. Bis 1941, also nach genau 18 Jahren, ist dieses **Bodenwachstum** deutlich fortgeschritten. Die Fläche war, weil 1923 nicht verpflockt, nur noch an dem

¹⁾ Möraufgabe = oberste Bodenschicht, bestehend aus vermodernden Pflanzen- und Tier-Überresten.

Stein (T) oben links mit den charakteristischen Quarzitadern zu erkennen. Dieser ist während der 18 Jahre 3-4 cm tief im Boden eingesunken, besser gesagt, der Boden ist um so viel gewachsen. Die meisten andern Steine sind ganz in der Mörauflage und der zunehmenden Vegetationsdecke verschwunden. Zur Orientierung wurde der Masstab in gleicher Lage hingelegt wie 1923, und in der Richtung des Masstabes wurde hinten eine Aluminiumtasse (A) dort hingelegt, wo der im Bild 37 ungefähr in der Mitte hinten liegende Stein (A) nach 18 Jahren von der Vegetation bedeckt war. Rechts hinter der erwähnten Tasse wurde während der photographischen Aufnahme 1941 der Pickelstock eingesteckt, um die Äste, die von der *Pinus mugo* ins Blickfeld hereinragten, abzuhalten.

Obschon der Bestand 1941 in der grossen Fläche T 1 schon fast eine geschlossene Vegetationsdecke bildet, ist er noch ein ausgesprochener Initialbestand des *Cladonietum symphy carpiae*, es fehlen noch *Erica carnea*, *Vaccinium vitis idaea* und andere Konstituenten, die das *Mugeto-Ericetum cladonietosum* kennzeichnen, wie es von BRAUN und PALLMANN beschrieben wird (1954, Seite 39 ff.). Es sei hier hervorgehoben, dass der Initialverein von *Cladonia symphy carpia* als ein häufiger und weitverbreiteter Vorläufer des *Mugeto-Ericetum-cladonietosum* ist, was der Darstellung von BRAUN und PALLMANN auf Seite 50 (1954) noch beigelegt werden dürfte. Diese Initialbestände findet man nicht nur in der subalpinen Stufe, sondern auch in der montanen und gar collinen Stufe, wie zum Beispiel in weiter Ausdehnung im Pfywald (Mittelwallis).

Die Fläche T 2, welche schon 1923 wegen ihrer homogenen Ausbildung des *Cladonietum symphy carpiae* gewählt wurde, blieb bis 1941 noch ausgesprochener als T 1 ihrem initialen Charakter treu, obschon auch hier die Mörauflage deutlich gewachsen ist und die Deckungsprocente die Zunahme der Gefässpflanzenschicht andeuten. *Cladonia symphy carpia* ist weitgehend auf seinen eigenen absterbenden Thalli weiter in die Höhe gewachsen, das pH im Cladoniarasen ist 6,7 (1941) trotz dem starken Nadelbefall. Auch in dieser Fläche wurde 1941 der Masstab genau gleich hingelegt wie 1923, so dass inan zum Beispiel gut erkennt, wie die 3 Steine rechts vom Masstabende tief im Boden eingesunken sind, ebenso der Stein (P) in der Ecke rechts vorn. Es sei noch beigelegt, dass die kleine Fläche T 2 senkrecht von oben photographiert wurde, was bei der Fläche T 1 nicht möglich war.

Weil die beiden Flächen eigentlich schon ein klares Ergebnis gezeitigt haben, wurden sie wegen ihrer weit abgelegenen Lage aufgegeben. Sollte sich jemand für ihre Weiterentwicklung interessieren, so wären sie mit Hilfe des im Nationalparkmuseums aufbewahrten Croquis wieder aufzufinden.

3. Dauerfläche auf Schutt. Tantermozza 3 (T 3: 1933/41, Bild 41/42).

ist ein Salis-herbacea-Schneetälchen im obersten, flachen kleinen Talboden der Val Tantermozza bei 2650 m ü. M., am Fuss von Piz Tantermozza und Piz d'Esan (genau über dem «P» von «Piz Tantermozza» in der Landeskarte 1:50 000, Ausgabe 1951). Der Kalkrohoden, gebildet aus Kalk-Dolomit-Grob- und Feinschutt, ist schwach durchsetzt von Humus, entstanden durch Vermoderung der Salixblätter, Moose und Flechten. Das 55×45 cm grosse Rechteck wurde 1933 mit Ecksteinen markiert und daneben durch einen Steinmann gekennzeichnet. Das aus Versehen in Bild 42 am untern Bildrand hereinragende Vorderende eines Bergschuhes misst am Bildrand 9 cm Breite. Die 2 Steine 1 und 2 links der Bildmitte blieben von 1933 bis 1941 an ihrem Platz, Stein 3 hatte sich gedreht. Am 3.8.1933 war die ganze flache, oberste Talstufe schneefrei, aber am 6.8.1941 lag im NE-Teil der kleinen Talmulde noch tiefer Lawinenschnee.

Folgende **Artenliste** (Tabelle 6) kennzeichnet den Bestand als ein flechtenreiches *Salicetum herbaceae*. Die Zeichen für 1933 haben die gleiche Bedeutung wie für T 2 in der Kolonne a, die **Ziffern** für 1941 bedeuten in der ersten Kolonne **Deckungsprozente**, in der 2. **Kolonne** die Vitalitätsgrade 1-3.

Tabelle 6
Artenliste T 3

| 1933 | 1941 | | 1933 | 1941 | |
|--|------|---|------|------|------|
| 4 | 35 | 3 | + | 2 | 3 |
| + | 2 | 3 | + | 1 | 2 |
| + | 1 | 2 | + | 1 | 3 |
| - | 1 | 3 | + | + | 1 |
| + | 1 | 3 | + | + | 1 |
| + | + | 1 | 1 | 5 | 2 |
| - | 1 | 2 | ↑ | ↑ | 2 |
| + | 1 | 2 | ↑ | ↑ | 2 |
| + | 1 | 1 | ↑ | ↑ | 3 |
| + | 1 | 2 | 20 | 30 | 2 |
| 2 | 20 | 2 | ↓ | ↓ | 3 |
| 1 | 3 | 2 | ↓ | ↓ | 2 |
| 2 | 15 | 3 | ↓ | ↓ | 2 |
| 1933 betrug das pH unter Dermatocarpon und Psora | | | | | 6,10 |
| unter Cladonia symphy carpia | | | | | 5,73 |
| 1941 betrug das pH unter Cladonia symphy carpia | | | | | 6,33 |

Die niedrigeren **pH-Werte** von 1933 könnten mit der stärkeren **Austrocknung** des Bodens in diesem Jahr **erklärt** werden; wie oben angegeben, waren ja 1941 im Gegensatz noch **grössere Lawinenreste** vorhanden, der Boden stärker durchtränkt mit Schneewasser.

Der starke **Deckungsgrad** von Cladonia symphy carpia ist für diese Höhenlage ausserordentlich, ein Grund auch, warum ich diese Fläche gewählt habe, um zu untersuchen, ob sich in so ungünstigen Verhältnissen diese Art halten kann. Tatsächlich hat sie in den 8 Jahren deutlich zugenommen, natürlich ohne Podetienbildung, also mit Vitalität 2, wie es in dieser Höhenstufe nicht anders möglich ist. Die in Bild 41 noch isolierten, sich hell vom bemoosten Grund abhebenden *symphy carpia*-Thalli haben sich bis 1941 (Bild 42) zu einem ovalen Komplex (rechts der Steine 1 und 2), der die ganze Mitte der Probefläche bedeckt, zusammengeschlossen. Der Höchststandort von 3000 m ü. M., wie ich ihn 1952 (Seiten 394/395) angegeben habe, war ein sonnigtrockener Standort am Piz Nair (Ofengebiet). Hier dagegen ist es ein ausgesprochener Nivalboden mit langdauernden Lawinenschneeresten, wo durchschnittlich der Boden frühestens Mitte Juli schneefrei werden dürfte und wohl selten länger als 2 bis 3½ Monate schneefrei bleiben dürfte.

Vergleicht man dieses Vorkommen mit meiner vorstehenden Angabe über die **Häufigkeit** der gleichen Art in den **trockenheissen** Sanderböden des **Walliser Haupttales**, so ergibt sich die weite Anpassungsfähigkeit der Cladonia symphy carpia. Diese wird noch übertroffen durch die Plastizität der **Lecidea** (Psora) decipiens, die hier **noch** fruchtet, die aber auch in den Halbsteypen, ja **Halbwüsten** des Mediterrangebietes mit typisch xerothermen Arten des *Fulgensietum continentale* dominant vorkommt.

Dauerflächen Cluozza Valletta CV 1-8, zirka 1900 m ü. M.

Wenn man vom Blockhaus Cluozza nach Valletta oder Val Sassa wandert, erblickt man vom Weg **kurz** hinter dem Blockhaus **taleinwärts** in Vailetta einen Nordwesthang,

der durch seine bleiche, cremefarbene **Tönung** auffällt. Es ist eine ausgedehnte Siedlung des *Cladonietum* alpestris, wie ich es 1952, Seiten 408/409, beschrieben habe (vergleiche auch dort Tafel 1, Bild 2). Der etwa 30" NNW geneigte Hang liegt am Fuss der Crappa Mala über dem **Vallettabach talaufwärts** neben den letzten geschlossenen *Pinus-mugo*-Beständen, deren Grenze durch einen grossen **Arvenstumpf** gekennzeichnet ist. In der Mitte der zirka 5-8 Aren **weit** einheitlich bewachsenen Fläche liegt bei 1900 m ü. M. ein **grosser Dolomitblock**, um den herum ich verschiedene Dauerflächen anlegte, von denen 3 **ungestört** von 1927 bis 1947 kontrolliert werden konnten, 5 andere während kürzerer Zeit.

Sonderproblem: Die Konkurrenzverhältnisse der dominierenden Strauchflechten, Um diese Frage aufzuhellen, versuchte ich es mit der **Verpflanzung** ganzer Flechtenrasen an vorhandene oder künstlich geschaffene **Vegetationslücken**.

Die Vegetation des Hanges, soweit sie ziemlich einheitlich ist und die 8 Probe-**flächen einschliesst, wird** durch die folgende **Artenliste** charakterisiert, wobei die Zahlen 5-1 die relative Häufigkeit bedeuten, nicht absolute **Deckungsgrade**.

| | | | |
|---|--------------------------------|---|--|
| 4 | <i>Vaccinium uliginosum</i> | 5 | <i>Cladonia alpestris</i> |
| 3 | - <i>Myrtilus</i> | 3 | - <i>sylvatica</i> |
| 1 | - <i>vitis idaea</i> | 2 | - <i>rangiferina</i> |
| 2 | <i>Empetrum hermaphroditum</i> | 1 | - <i>uncialis</i> |
| 1 | <i>Arctostaphylosalpina</i> | 1 | - <i>amnurocraea</i> |
| 2 | <i>Salix hastata</i> | 1 | - <i>gracilis clongata</i> |
| 2 | - <i>retusa</i> | 1 | - <i>cenotea</i> |
| 1 | - <i>reticulata</i> | 1 | - <i>crispata</i> |
| 1 | <i>Dryas octopetala</i> | 1 | - <i>pyxidata chlorophaea</i> |
| 1 | <i>Carex ericetorum</i> et sp. | 1 | - <i>fimbriata</i> , meist var. <i>radiata</i> |
| 2 | <i>Cetraria islandica</i> | + | - <i>deformis</i> |
| + | - f. <i>platyna</i> | + | - <i>coccifera pleurota</i> |

In der Moosschicht mit Deckung 4 dominieren:

Pleurozium Schreberi *Dicranum scoparium* *Hylocomium splendens*

Als ich 1927 erstmals die **Dauerflächen** anlegte und photographierte, lagen die Stämme des genannten **Arvenstumpfes** quer über den Hang, so dass ich die Versuchsflächen im Schutze dieser **Arvenstämme** auswählte. Leider **wurden** diese in den folgenden Jahren **abgeschleppt** und zum Bau der Brücke über den **Cluozzabach** verwendet, wodurch einige der angelegten Flächen zerstört wurden. Gelegentlich einer Schulreise durch den Park im Jahre 1952 musste ich leider feststellen, dass die Versuchsflächen im **Lawinenwinter 1950/51** fast ausnahmslos zerstört wurden. So konnte keine der Flächen länger als 20 Jahre beobachtet werden.

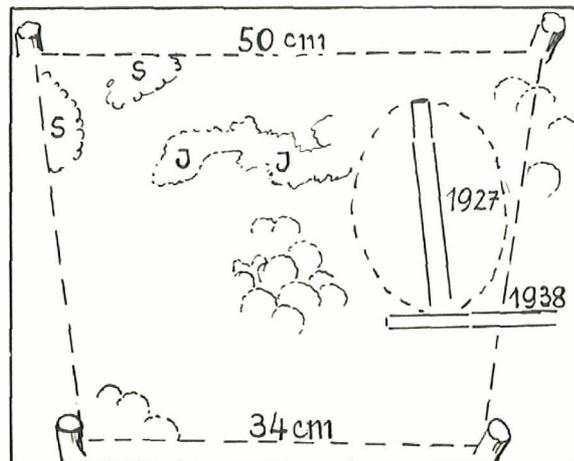
Die floristisch-statistischen und photographischen Kontrollen erfolgten am 3./4. 8. 1927, 8./9. 8. 1930, 1. 8. 1934, 12. 8. 1935, 8. 8. 1938, 3. 8. 1939, 7. 8. 1942, 22./23. 7. 1947.

4. Dauerfläche auf Schutt (CV 1: 1927147, Fig. 7, Bilder 43/46).

Diese wurde zunächst der grossen gestürzten Arve **ausgewählt** und stellt zum grossen Teil ein Stück **Arvenwurzel** dar, die vom grossen **Strunk** in die Dolomitschutt-halde **vorstiess**.¹⁾ Diese Wurzel, deren Rinde leicht vermodert war, trug einen charakteristisch geformten Thallus von *Icmadophila* ericetorum. Diese auf vermorschendem

¹⁾ Teilweise gehört diese Fläche noch zu Abschnitt I (Seite 11).

Holz, Rohhumus und absterbenden Moosen in der **Bodenvegetation** der subalpinen Wälder überaus häufige Art **sollte** hier in ihrer Entwicklung verfolgt werden. 1927 wurde das ovale Stück unter dem **Masstab** absichtlich von *Cladonia alpestris*¹⁾ **entblösst**, diese wurde links vom **Masstab** unter der *Icmadophila* eingepflanzt mit 4 Zweigen *Cetraria platyna*, in Fig. 7 Mitte angedeutet. Bis 1930 entwickelte sich *Icmadophila* **recht gut**, der **Thallus**, der in den **Photos** sich **kräftig hell** abhebt, wuchs in der waagrechten Richtung **um 45,5 mm**, jährlich also **15 mm**, was einem marginalen Jahreswachstum von **7,5 mm** entspricht. In der Mitte wächst die Kruste mehr **noch** in **vertikaler Richtung** zu einem kompakten und zugleich dickeren Lager an, zirka **54,5 mm**,



Figur 7: CV 1, 1927/1947, Bilder 4346

was einem **jährlichen Wachstum** an jedem Rand (**Marginalwachstum**) von **9 mm** entspricht, **einem** Zuwachs, wie er sonst meist **nur Blattflechten** zukommt. *Icmadophila* ist nach **Lebensform** der *Pertusariaform* **beizuzuordnen**. So habe ich schon 1922 (Seite 109) die **Krustenflechtenformen** mit einem nicht **effigurierten**, diffusen, faserigen **Thallusrand** bezeichnet. Den meisten *Pertusariaformen* ist ein rascheres **Wachstum** eigen im Vergleich **zu** den *Testudineaformen* (vergleiche Seite 272). Das absichtlich 1927 **denudierte**, ovale Feld von rund **2 dm²** Fläche blieb bis 1930 noch **unbesiedelt**, bis 1938 wurde es **überzogen** von einer Laub- und Lebermoosdecke, bestehend aus

| | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| <i>Dicranum congestum</i> | <i>Calypogeia Neesiana</i> |
| <i>Dicranodontium longirostre</i> | <i>Cephalozia pleniceps</i> |
| <i>Pholia nutans</i> u. <i>cruda</i> | <i>Sphenobolus minutus</i> |

Auf dieser **Moosdecke** bildeten sich **neue** Thallusüberzüge von *Cladonia deformis*, in denen vereinzelte **Podetien** 8-15 mm erreichten. Nimmt man an, dass sie in der **Halbzeit** der 8 Jahre zu wachsen **anfangen**, so **würde** das einem jährlichen Wachstum von **2-4 mm** entsprechen. Die **schon** 1927 vorhandenen *deformis*-**Podetien** sind 1938 zum Teil noch da, das **grösste** hat seinen Becher aufgeteilt und **winzige rote Apothezien** gebildet. Die aus dem ovalen Fleck rechts 1927 weggenommenen und in der **Mitte** links vom **Masstab** eingesetzten *Cladonia-alpestris*-Büsche **wurden** bis 1930 zum Teil nach

¹⁾ *Clad. alpestris* wird in den Figuren durch punktierte Rundformen symbolisiert.

rechts neben dem **Masstab** (Bild 44) disloziert, vielleicht durch das **Wild**, dessen Wechsel vom **anschliessenden Pinus-mugo-Wald** zum Bach hinunter führen. Offenbar waren die **alpestris-Podetien** nicht genügend im Zwerggesträuch verankert; in den folgenden Jahren sind sie verschwunden. Die autochthonen **alpestris-Büsche** dagegen und die von **Clad. sylvatica** sind mit den **Vaccinien** von 1938 bis 1947 um 2 bis 3 cm in die Höhe gewachsen.

Icmadophila hat nach 1930 durch die zunehmende Beschattung infolge der wachsenden **Vaccinien** und **Cladinen** gelitten, zudem auch, weil die Borke der Arvenwurzel sich stark abschuppte. Merkwürdig ist dabei, dass 1938 und sogar noch 1947 die schon 1927 erkennbare eigentümliche Form der **Icmadophilakruste** sich erhalten hat. Diese Form ist **wahrscheinlich** durch Verschmelzung mehrerer Initialthalli entstanden, aus deren Mittelpunkten sich das Wachstum des Thalluskomplexes vollzieht. So **erklärt sich vielleicht auch** das relativ rasche Wachstum des Gesamthallus, ein Hauptergebnis unserer Fläche CV 1. Ein zweites, aus den Bildern sich ergebendes Resultat ist das ebenfalls ansehnliche Wachstum der autochthonen Podetien von **Cladonia alpestris** und **sylvatica** über die **Arvenwurzel**. Dies zeigt sich durch Vergleich der Bilder 45 und 46, aus denen man erkennt, wie die **beiden Cladonien** von 1938 bis 1947 über die **Zweige** der **Vaccinien** hinausgewachsen sind.

5. Dauerfläche auf Schutt (CV 2: 1928142, Figur 8).

Weil die Verpflanzung von **Cladonia alpestris** in CV 1 missglückte, wurde sie 1928 nebenan in CV 2 wiederholt, diesmal in einen kräftigen, kompakten autochthonen Rasen von **Cl. sylvatica**. Mit **Cl. alpestris** wurden zugleich ein Büschel **Cladonia elongata** und einige Zweige **Cetraria islandica f. platyna** verpflanzt. Die schematisierte Figur 8 soll an Stelle der Photos zeigen, wie die **alpestris-Büsche** mitten in einem Kranz von **Cl. sylvatica** sitzen. Oben in diesem sind die schmalen, steifen **elongata-Podetien** angedeutet. Das ganze **Cladinakissen** war 1928 25 cm breit und verbreiterte sich bis 1942 auf 38 cm, wobei aber **Cl. alpestris** die Schwesterart vor allem in der Breite, aber auch in der Höhe überwuchs, so dass die **alpestris-Büsche** förmlich aus dem **sylvatica-Teppich** hervorquollen. Die Höhe der 1928 eingepflanzten **alpestris-Podetien** betrug 8 cm, 1938 10 cm und 1942 stellenweise 15 cm, das Höhen- (respektive Längen-)wachstum der Podetien betrug also von 1928 bis 1938 nur 2 mm jährlich, von 1938 bis 1942 8 mm. Vielleicht spielt die Angewöhnung des Transplantats an die neuen Standortbedingungen anfänglich eine bedeutende Rolle. Natürlich ist zu sagen, dass bei den Höhenmessungen der **Cladinapodetien** eher Fehler unterlaufen können als bei den **Eu-Cladonien**. Auch **Cl. gracilis elongata** hat in den 14 Jahren noch 1–2 cm an Höhe zugenommen, und die 1928 durchwegs sterilen Podetien haben zum Teil sogar Apothezien gebildet. Einige der mitverpflanzten **Cetraria platynazweige** haben sich bis 1942 auch gehalten. 1942 waren die **Kalk-Dolomitblöcke** unter der Versuchsfläche verrutscht, die ganze Siedlung gestört. Die basische Unterlage war schuld, dass die **Cladinen** während der ganzen Zeit die **Vaccinien** überwuchsen, weil sie durch die **Mörauflage** vom Gestein isoliert sind.

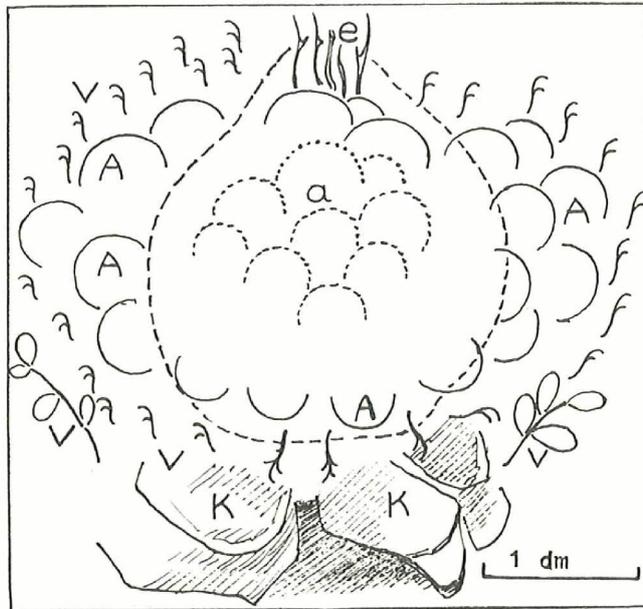
Der Transplantationsversuch in CV 2 lehrt also vor allem zweierlei: 1. ist es erstaunlich, wie fast unmittelbar auf dem basischen Gestein die saure Mörauflage der **absterbenden Cladonien** aufliegt. Die Feinerde zwischen den unten angedeuteten Blöcken, besiedelt mit **Pohlia cruda** und **Distichium capillaceum** zeigte 1942 ein pH von 7,5, kaum 1 cm darüber bestand in der Mörauflage an der Basis der **Cladinapodetien** ein pH von 5,5. Dabei war am Vortag Regen gefallen, bei trockener Witterung wären die Differenzen vielleicht noch deutlicher ausgefallen; 2. darf man offenbar solche Transplantationen mit Flechtenrasen ohne Bedenken versuchen. Die transplantierte

Vild, dessen Wechsel
Offenbar waren die
; in den folgenden
lagen und die von
s 3 cm in die Höhe

ng infolge der wach-
ke der Arvenwurzel
noch 1947 die schon
erhalten hat. Diese
alli entstanden, aus
ieht. So erklärt sich
ein Hauptergebnis
es Resultat ist das
Cladonia alpestris und
Bilder 45 und 46, aus
über die Zweige der

kte, wurde sie 1928
kten autochthonen
el *Cladonia elongata*
ematisierte Figur 8
n einem Kranz von
Cladonia elongata-Podetien ange-
iterte sich bis 1942
er Breite, aber auch
m *sylvatica*-Teppich
i betrug 8 cm, 1938
gen-)wachstum der
1938 bis 1942 8 mm.
andortbedingungen
n Höhenmessungen
Eu-Cladonien. Auch
genommen, und die
gebildet. Einige der
halten. 1942 waren
ganze Siedlung ge-
nd der ganzen Zeit
n isoliert sind.

zweierlei: 1. ist es
ure Möraufgabe der
nten angedeuteten
zeigte 1942 ein pH
der *Cladinapodetien*
r Witterung wären
an offenbar solche
Die transplantierte



Figur 8: CV 2, 1928/1942

a: *alpestris*-Podetien 1928, punktiert; A: 1924, ausgesogene Linien. Die Umgrenzung des *sylvatica*-Teppichs von 1928 ist mit einer gestrichelten Linie angedeutet, die gegabelten *sylvatica*-Zeichen geben die Grenze des ganzen *Cladonia*-Teppichs von 1942. e: *Cladonia elongata*. K: Kalkblöcke unter den *Cladonien*. V: *Vacc. uliginosum*.

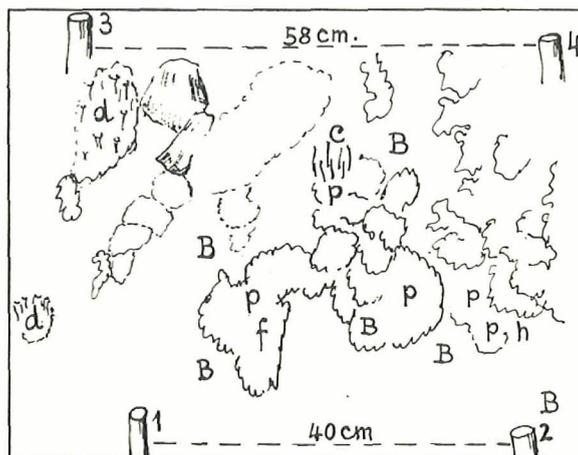
C. alpestris verdrängte die autochthone *C. sylvatica*, womit **verdeutlicht** wird, dass *alpestris* im ganzen Hang optimale Bedingungen findet, was freilich **schon** durch ihre Dominanz **bewiesen** ist.

6. Dauerfläche auf Schutt (CV 3: 1938/47, Fig. 9, Bilder 47/48).

Diese wurde erst 1938 angelegt an Stelle einer seit 1930 zerstörten Fläche. Sie diente hauptsächlich zur Feststellung des *Cladonien*wachstums auf denudiertem Rohhumus. Das folgende **Arteninventar** (Tabelle 7) gibt die Höhe (respektive Länge) der Zweige und Podetien in cm, die Deckung absolut in cm^2 für 1942.

Tabelle 7. Arteninventar von CV 3.

| cm | cm^2 | | cm | cm^2 | |
|----|---------------|---------------------------------|------|---------------|--|
| 12 | — | <i>Vaccinium Myrtillus</i> | —3 | — | <i>Cladonia cornuta</i> (c) |
| 17 | — | — <i>uliginosum</i> | —8 | — | — <i>sylvatica</i> |
| 4 | — | — <i>vitidis idaea</i> | —7 | — | — <i>rangiferina</i> |
| 14 | — | <i>Empetrum</i> | —3,5 | 10 | — <i>deformis</i> (d) |
| 4 | — | <i>Salix reticulata</i> | —2 | 550 | — <i>pleurota</i> (p) |
| — | 7 | <i>Pohlia cruda</i> | —1 | 20 | — <i>chlorophaea</i> (h) |
| — | 1 | <i>Cephalozia pleniceps</i> | —1 | 10 | — <i>fimbriata</i> (f) |
| — | + | <i>Tritomaria exsectiformis</i> | —0,8 | 5 | — <i>crispata</i> |
| — | 120 | <i>Biatora granulosa</i> (B) | —9 | 300 | <i>Cetraria islandica</i> p. p. f. <i>platyna</i> |



Figur 9: CV 3, 1938/1942, Bilder 47 und 48

Die *deformis*-Podetien (d links oben bei Pflanz 3), welche in charakteristischen Gruppen stehen und deshalb kontrollierbar waren, massen 1938 meist 10–20 mm, vereinzelt bis 35 mm, 1942 waren die längsten kaum noch zugewachsen, die kürzeren hatten auch minimal 20 mm erreicht, was in den 4 Jahren einem Höhenzuwachs von 2–2,5 mm jährlich entspricht. Etwas mehr wuchsen die *deformis*-Podetien links unten am Rand des Bildes 50, von 6–10 mm (1938) auf 15–25 mm (1942), also durchschnittlich 2,5 mm. Dagegen zeigen die *pleurota*- und die *fimbriata*-Podetien (p und f) entsprechend ihrer artigen Kleinheit ein geringeres Wachstum, jährlich knapp 1 mm. Eine Ausnahme machen die 4 *fimbriata*-Podetien, die über dem Buchstaben c in Figur 9 in einer Vertiefung dank der feuchteren Lage von 1938 bis 1942 aus kleinsten Anfängen 8–10 mm Höhe erreicht haben. Man findet sie im Bild 48 3–4 mm über dem querliegenden Hölzchen, das schon 1938 an derselben Stelle lag und die Unversehrtheit der Dauerfläche während der Beobachtungszeit beweist. Noch schwächer ist das Wachstum bei den Podetien von *Clad. cenotea* und *chlorophaea*, es war kaum messbar, jährlich wohl nicht viel mehr als 0,1 mm. Demnach dürften diese zwei Arten im Vergleich zu den vorher genannten als anspruchsvoller gelten. Oben Mitte stehen bei c deutlich erkennbar 4 Podetien von *Cladonia cornuta*, sie massen 1938 23–26 mm, 1942 war das zweite von links verschwunden, die drei verbliebenen massen 25–30 mm, zeigen also einen jährlichen Zuwachs von 0,5–1 mm. Dagegen wuchs der in den Zwergsträuchern gesicherte Rasen von *Cladonia sylvatica* in den 4 Jahren um 3 cm in die Höhe. Von 1942 bis 1947 verblieb der Bestand fast stationär, zum Teil erlitt er sogar Degradation durch die Aufspaltung der Rohhumuskruste. Deshalb wird auf die Wiedergabe der Aufnahme von 1947 verzichtet. Die Bilder 47 und 48 sind dagegen ein dokumentarischer Beweis für die langsame Entwicklung der Cladonienvegetation.

7. Dauerfläche auf Schutt (CV 4: 1927/47, Fig. 10, Bilder 49–52).

Transplantation von *Cladonia uncialis*, *Cl. crispata*, wenig *Cl. raiciferina* und *sylvatica* und *Cetraria islandica platyna* in ein Kissen von *Sphagnum quinquefarium* (LINNEG.) Während die Cladonien als ein ganzes Stück in das *Sphagnumkissen* verpflanzt wurden,

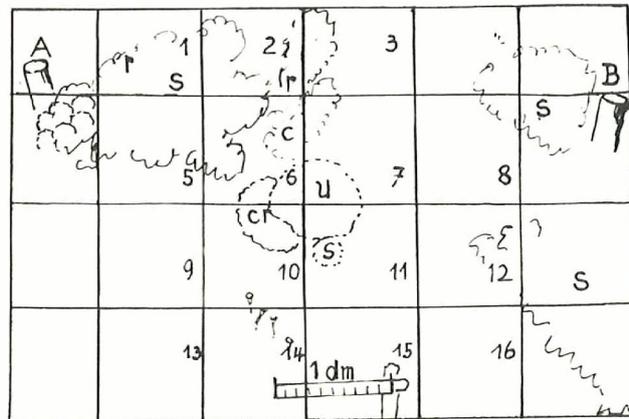
steckte ich die lockeren Cetrariazweige in die Vaccinien zwischen den Rasen Clad. sylvatica. Das Arteninventar von 1939 (Tab. 8) gibt wie in Tabelle 7 links die Höhe der Zweige oder Podetien in cm, für die drei Cladinaarten die Höhe über dem Sphagnumkissen, in der Kolonne rechts die Zahl der Zweige (Z), der Podetien (P) oder die Deckung in cm². Die Figur 10 ist nach dem Stadium von 1935 gezeichnet, der Abstand der Pflöcke A und B betrug 51 cm. Von den 7 photographischen Aufnahmen geben wir 4 wieder, wobei die von 1930 und 1947 etwas mehr von oben aufgenommen worden sind als die übrigen.

Tabelle 8: Arteninventar von CV 4

| cm | cm ² | | cm | cm ² | |
|-------|-----------------|--|-------|-----------------|----------------------------|
| 15-20 | | Vaccinium uliginosum | 4-6 | 40 | Cladonia alpestris (bei A) |
| 15 | | - Myrtilus | 4-6 | 100 | - rangiferina (r) |
| 5 | | - vitis idaea | 4-6 | 450 | - sylvatica (s) |
| 10 | 4 Z | Arctostaphylos alpina | | 4 P | - grac. elongata |
| 15 | 4 Z | Empetrum | 2-3,5 | 5 P | - deformis |
| 14-20 | 800 | Sphagnum quinquefarium | 2-3,5 | 12 | - crispata (cr) |
| 15-20 | 20 | Hylocomium splendens | 2-3,5 | 50 | - uncialis (u) |
| | 20 | Pleurozium Schreberi | 1,5 | 1 P | - pleurota |
| | 10 | Polytrichum juniperinum | 4-5 | 50 | Cetraria islandica (C) |
| | 20 | Dicranum congestum | 1941: | | pH im Sphagnum 4,5 |
| | 20 | Cephalocia pleniceps + Sphenolobus minutus | | | |

Problem: Wie entwickeln sich die im Sphagnum eingepflanzten Arten im Vergleich unter sich und zu den autochthonen Arten alpestris, rangiferina und sylvatica?

Von 1927 bis 1930 halten sich zunächst die eingepflanzten uncialis-crispata-Rasen gut, die Durchmesser des Transplantats nehmen um 2-3 cm zu. Das sichelförmige



Figur 10: CV 4, 1935, Bild 51

crispata-Stück behauptet sich bis 1930, von 1935 an degeneriert es und versinkt im Sphagnumteppich, während sich C. uncialis gut hält bis 1938, aber doch nicht merklich wächst. Eher hätte ich erwartet, dass uncialis gegenüber crispata im Sphagnum im Nachteil wäre, weil eine nahverwandte Art der crispata, C. Delessertii, als typische Hochmoorpflanze des Nordens im tiefendnassen Moorboden zuhause ist. Dies gilt zwar,

freilich in **geringerem** Masse, auch für gewisse **uncialis-Formen**. Das Ausdauern der *C.uncialis* bis 1947, obschon sie am Ende der Beobachtungsperiode ganz in den Schatten der überwuchernden *C.sylvatica* gerät, spricht für ihre grosse Plastizität in bezug auf ihre Standortsansprüche. In einem freier exponierten, aufgewölbten *Sphagnum*polster hätten sich die Transplantate wohl besser durchsetzen können. So aber kam zur Verflanzung noch die starke Herabsetzung des Lichtgenusses. Das Bild 52 zeigt ja deutlich, wie sich der Rasen der autochthonen, rascher wachsenden *Cladinen* zu schliessen **beginnt** und das Transplantat **erstickt**.

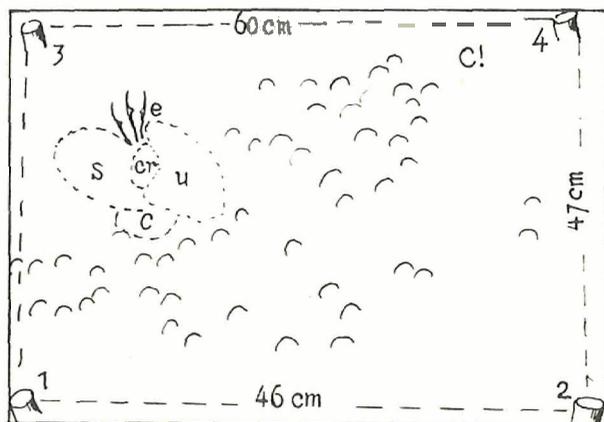
Interessant ist, wie das kleine *sylvatica*-Podetium, das 1927 im Feld 11 (Fig. 10, Bild 50) noch nicht erkennbar war, aus dem **uncialis-Kissen** **hervorwächst** und bis 1935 **weiter** gedeiht, es hat von 1927 bis 1930 ein jährliches Wachstum von 8 mm geleistet. Nebenbei sei bemerkt, dass *Arctostyphlos alpina* im *Sphagnum* gut gedeiht, wahrscheinlich, weil sie im Dolomitschutt wurzelt.

Cladonia rangiferina und *Cetraria island.platyna*, oben in Feld 2/6 eingepflanzt, fangen schon bald an zu kränkeln, *Cetraria* sieht 1930 noch besser aus, hat aber nicht gewachsen. Beide Arten halten aber aus bis 1947, werden aber von der autochthonen *C.sylvatica* überholt. *Cetraria* ist bis 1947 stärker zurück geblieben als *Cladonia rangiferina*.

Die 6 **deformis-Podetien** unter dem Transplantat in Feld 10/14 hatten bis 1930 kein Wachstum **gezeigt**, 1930 sind noch 2 neue hinzugekommen, zwei alte sind am Verkümmern, die bleibenden 6 **halten** aus bis 1938, fangen dann an aufzureissen (**normale** Alterserscheinung). Vier **neue** Podetien im Sommer 1947 im Feld 15 sind noch winzig klein und **gehören** eher zu *Cl.pleurota*.

8. Dauerfläche auf Schutt (CV 5: 1930147, Fig. 11).

Sie war gedacht als **Gegenversuch** zu CV 2 und 4. In eine **ziemlich einheitliche** Fläche **mit** dominierender *Cl.alpestris* und *sylvatica* wurden eingepflanzt: Links in der Fläche ein grosses kompaktes Kissen von *Cl.uncialis*, *elongata* und *Cetraria isl. platyna*,



Figur 11: CV 5

Cluzza Valletta 5. Die Skizze ist nach einer Pause der Photo von 1938 erstellt. Die perspektivische Verkürzung bewirkt, dass die 60 cm hinten gleich lang wie die 46 cm vorn zwischen den Pflücken 1/2 erscheinen (siehe Seite 3). Erklärung der Zeichen in Tabelle 9.

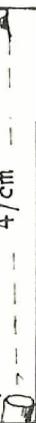
Das Ausdauern der
ganz in den Schatten
stizität in bezug auf
en *Sphagnum* polster
aber kam zur Ver-
52 zeigt ja deutlich,
en zu schliessen be-

im Feld 11 (Fig. 10,
vorwächst und bis
stum von 8 mm ge-
Sphagnum gut gedeiht,

ld 2/6 eingepflanzt,
ans, hat aber nicht
in der autochthonen
als *Cladonia rangi-*

/14 hatten bis 1930
, zwei alte sind am
inn an aufzureissen
m Feld 15 sind noch

iemlich einheitliche
flanzt: Links in der
Cetraria isl. platyna,



lt. Die perspektivische
zwischen den Pflöcken

rechts in einem zweiten Büschel die gleichen 3 Arten, aber zusammen mit einem *Sphagnumkissen* (S), in der Mitte zudem noch *C. crispata* (cr). Das Transplantat ohne *Sphagnum* ging ein, weshalb die Fläche nach rechts erweitert wurde, so dass in Fig. 11 das Transplantat mit *Sphagnum* links liegt. Die Erweiterung der Versuchsfläche nach rechts sollte dazu dienen, vergleichsweise das Verhalten der autochthonen Vegetation zu kontrollieren. Es zeigte sich, dass zum Beispiel *Cetraria islandica* platyna autochthon sich sehr gut entwickelte; bei Cl, Fig. 11, hat es zum Beispiel reichlich Apothezien gebildet bis 1947, während das Transplantat stark zurückging. Am besten hielt sich die transplantierte Cl. elongata, während *Cl. crispata* wie in CV 4 fast ganz unterdrückt

Tabelle 9

Cluzza Valletta 5, Photo 1938, floristische Aufnahme 3.8.1939. 1. Kolonne Vitalität 1939, 2. Kolonne Höhe in cm, 3. Kolonne Deckung in cm² oder Zahl der Zweige (Z). Zweite Zahl in Klammer = Zustand 1947.

| V | cm | cm ² | |
|---|------------|-----------------|--|
| 2 | 20-30 | 12 Z (10) | <i>Vaccinium uliginosum</i> |
| 2 | 8-15 (22) | 20 Z | - <i>vitis idaea</i> |
| 2 | 12-22 (26) | 30 Z (40) | <i>Empetrum</i> 1947 Vitalität 3! |
| 1 | 15-17 (23) | 5 Z | <i>Dryas octopetala</i> |
| 1 | 13 | 25 (15) | <i>Salix reticulata</i> |
| 3 | 15-17 (25) | 800 | <i>Cladonia alpestris</i> |
| 3 | 15-17 (24) | 600 | - <i>sylvatica</i> |
| 1 | 14-17 (20) | 10 | - <i>rangiferina</i> |
| 2 | 10-12 (18) | 80 | - <i>uncialis</i> (u) Transplantat |
| 1 | 10-12 | 100 (10) | - <i>crispata</i> (cr.) Transplantat |
| 2 | 20 | 20 | - <i>elongata</i> (e) Transplantat |
| 3 | 15-20 | 150 (100) | <i>Cetraria platyna</i> (C)" siehe Text! |
| | 15 | 70 | <i>Sphagnum quinquefarium</i> (S) Transplantat |
| 2 | 15 | 10 | <i>Hylocomium Schreberi</i> |

wurde. Das kleine eingepflanzte *Sphagnumkissen* hielt sich fast unverändert bis 1947. Das Ausharren dieses kleinen *Sphagnumtransplantates* betont deutlich die Tatsache, dass die *Cladonia alpestris*-Standorte sich auszeichnen durch eine beständige Feuchtigkeit der obersten Bodenschichten. Die lange Schneebedeckung und die Kaltluftreserve, die in den lockeren Grobschutthalen aufgespeichert bleibt, sorgen für ständige Kondensation der Luftfeuchtigkeit, so dass die alpestris-Rasen auch bei längerer Trockenzeit sich weich anfühlen. Die Zunahme von *Empetrum* und das gleichzeitige Zurückgehen der basiphilen *Dryas* und *Salix reticulata* lassen auf zunehmende Versauerung des Gesamtbestandes schliessen.

9. Dauerfläche auf Schutt (CV 6: 1930/47, Fig. 12, Bild 53)

war ursprünglich durch dominierende *Cl. uncialis* ausgezeichnet, in welche aus CV 5 ein kräftiges alpestris-Kissen eingesetzt wurde, in Fig. 12 durch ein Oval links der Mitte angedeutet. Mit alpestris wurden einige Podetien *sylvatica* links von alpestris eingepflanzt. Merkwürdigerweise entwickelte sich die Konkurrenz der autochthonen Arten unter sich in der linken und rechten Hälfte der Fläche fast in gegensätzlicher Weise. Während links *C. uncialis* zurückging, 1938 fast im Rasen von alpestris und *sylvatica* versunken war, entwickelten sich rechts die zwei *uncialis*-Kissen deutlich auf Kosten der ebenfalls autochthonen *alpestris-sylvatica-rangiferina*-Rasen. Absichtlich pflanzte ich links bei «u», Figur 12, links noch einen kräftigen *uncialis*-Komplex ein, der sich nachher bis 1947 sehr gut gehalten hat. Bild 53 zeigt uns sein Gedeihen im Sommer 1942.

dieser **Mörauflage** meist ungehemmt weiterwachsen. Ebenso wenig ist es zu verstehen, wenn die **eingepflanzte** *alpestris* zuerst von 1930 bis 1938, auch bis 1942, schön gedeiht und bis 1947 abstirbt. Vielleicht ist doch in heiden Fällen an eine Störung von aussen zu denken. Zwar hatte ich alle Flächen CV 4 bis CV 8 je unter einer kräftigen Legföhre (*Pinus mugo*) ausgewählt, so dass an eine Beschädigung von oben nicht zu denken war. Steine lagen auch keine herum, die durch das Geäst der *Pinus* hätten fallen können, **Wildwechsel** waren in der **Nähe** auch keine. **Aber** wenn Wild aufgeschreckt wird, springt es a aus dem gewohnten Wechsel dorthin, **wo** es ihm gerade passt, und dann genügt ein **Fusstritt** des flüchtigen Tieres zur Störung einer konsequenten Entwicklung.

Eine kleine Nebenbeobachtung: Auf einem der 1935 neu beschnittenen **Eckpflocke** hatte sich bis 1947 je ein Lager von *Parmeliopsis hyperopta* von 3×2 cm und ein Lager von *Cetraria pinastri* von 2×1 cm neu gebildet.

10. Dauerfläche auf Schutt (CV 7: 1934/47, Fig. 13, Bild 54).

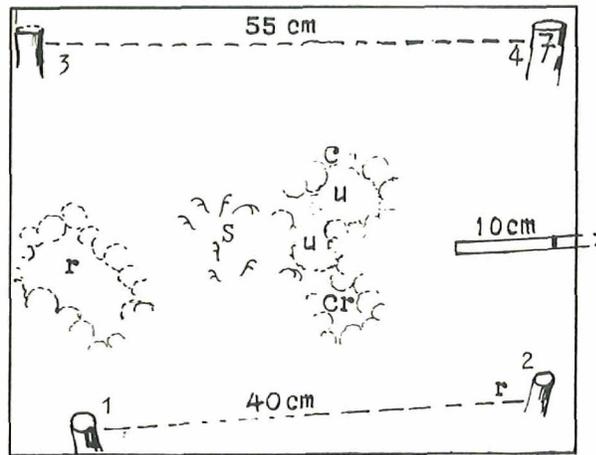
Die Dominanz der *C. alpestris* in dieser Fläche war so auffällig, dass ich 1934 **noch-**mals eine Einpflanzung von *uncialis* (u), *crispata* (cr), *rangiferina* (r), *sylvatica* und *Cetraria isl. platyna* versuchte. Das **Arteninventar** (Tabelle 11) ist gleich zu verstehen wie bei CV 6, die floristische Statistik wurde am 3.8.1939 gemacht, die Zahlen in () sind von 1947.

Tabelle 11
Arteninventar von CV 7

| Vit. | Höhe in cm | Deckung cm ² , Z | |
|-------|------------|-----------------------------|---|
| 2 | 10-20 (25) | 10 Z (17) | Vaccinium uliginosum |
| 2 | 15-20 | 8 Z | - Myrtillus |
| 1 | 15 | 10 Z | - vitis idaea |
| 2 | 13 | 2 Pfl. | Bartsia alpina |
| 1 | 10 | 5 Z | Dryas octopetala |
| 1 | 10-18 | 4 Bl. | Carex ericetorum (+sp.?) steril |
| 3 | 15-20 (22) | 1500 | Cladonia alpestris |
| 3 | 15-17 | 150 | - sylvatica (s) (Transplantat) |
| 2 | 15-18 | 80 | - rangiferina (r) (Transplantat) |
| 2 | 14 | 70 | - uncialis (u) (Transplantat) |
| 2 (3) | 8 | 20 | - crispata (cr) (Transplantat, c. ap.) |
| 2 (3) | 15 | 50 | Cetraria isl. platyna (C) (ap.) |
| 2 | 8-12 | 800 | Pleurozium Schreberi |
| 1 | 8-12 | 50 | Hylocaonium splendens |
| 1 | | 40 | Dicranum congestum |
| 2 | | 120 | Lophozia lycopodioides |
| 2 | | 40 | Ptilidium ciliare |

pH im **Wurzelgebiet** von *Clad. alpestris* u. *Cetr. platyna* 5,5. 1947 gemessen knapp 5, hart daneben in *Carex firma*-Horst 6,5! Diese grossen Unterschiede sind um so bemerkenswerter, weil es am Vortage stark geregnet hatte und bei der **pH-Probe** das **Wurzelgebiet** der *Cladinen* noch ganz nass war.

Im Gegensatz zu CV 5 und 6 fällt hier die reichliche **Moosschicht** auf, die aber auf dem Bild 54 nicht zur **Wirkung** kommt, weil sie unter der **Cladinaschicht** verborgen ist. Dieses Bild mag zur Repräsentation der CV 7 genügen, weil sich die Physiognomie in den 13 Jahren der Kontrolle wenig änderte. Offenbar wurde mit dieser Fläche ein Bestand gewählt, der dem *Cladonietum alpestris*, wie es im ganzen Hang mit den **Ver-**



Figur 13: CV 7, 1938, Bild 54

suchsf lächen 1–8 in seiner extremen Ausbildung entspricht. Die scheinbar dichte, aber doch offenbar lockere Schicht der *alpestris*-Büschel ist **wahrscheinlich** für die dazwischen geborgenen Flechten und die darunter sich ausbreitenden Moose nicht so **nachteilig**, wie man denken könnte. Auf jeden Fali haben die **beiden** transplantierten Arten *Clad. crispata* und *Cetr. isl. platyna* bis 1942/1947 kräftig zu fruchten **begonnen**, auch die Transplantate von *C. rangiferina* und *sylvatica* hielten sich gut.

II. Dauerfläche auf Schutt (CV 8: 1934/47, Fig. 14, Bild 55).

Einpflanzung von *Cetraria isl. platyna* (C) und *Cladonia uncialis* (u) mit wenig *Cl. rangiferina* (r) in einen ziemlich homogenen Teppich von *C. rangiferina* und *sylvatica*. Die Verpflanzung wurde wie bei CV 6 und CV 7 1934 vorgenommen ohne sofortige photographische Aufnahme. **Mit** den vorgenannten Flächen wurde dies 1938, 1942 und 1947 besorgt. Aus dem Inventar (Tabelle 12) ergibt sich, dass die Transplantate sich

Tabelle 12
Arteninventar von CV 8, gültig für 1939, Änderungen bis 1947 in ()

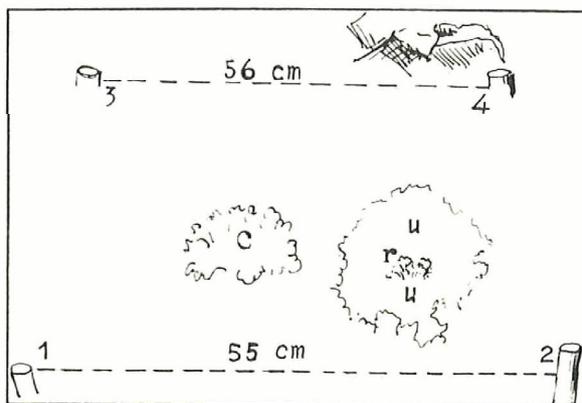
| Vit. | Höhe in cm | Deckung cm ² , Zweige (Z) oder Triebe (T) | |
|-------|------------|--|--|
| 3 (2) | 12–14 (16) | 14 Z (19) | <i>Salix reticulata</i> |
| 2 | 12–18 (19) | 300 | <i>Dryas octopetala</i> |
| 2 (1) | 15–20 (16) | 4 Z | <i>Arctostaphylos alpina</i> |
| 2 | 15–25 | 5 Z | <i>Vaccinium uliginosum</i> |
| 2 | 10–12 (16) | 13 Z | – <i>vitis idaea</i> |
| 2 (1) | 10–12 | 2 T | <i>Polygonum viviparum</i> |
| 1 (2) | 10–15 (20) | 17 T | <i>Carex ericetorum</i> (+sp.?) |
| 3 | 15 (19) | 150 (200) | <i>Cladonia alpestris</i> |
| 3 | 15 (18) | 700 (750) | – <i>rangiferina</i> ¹⁾ (r) |
| 3 | 10–12 (16) | 500 (550) | – <i>sylvatica</i> |
| 3 | 8 (10) | 240 (280) | – <i>uncialis</i> ¹⁾ (u) |
| 3 | 10–12 (13) | 100 (120) | <i>Cetraria isl. platyna</i> , reichlich c. ap (C) |

¹⁾ nur zirka 20 cm² im *rangiferina*-*uncialis*-Transplantat, dieses = 240 (280) cm².

Die Moose *Hylocomium splendens*, *Pleurozium Schreberi*, *Dicranum scoparium*, *Ptilidium ciliare* und *Lophozia lycopodioides* in den **Strauchflechten** versteckt und **darum** kaum schätzbar.

| | | |
|---------|--|-----|
| pH 1939 | bei trockener Witterung im Cladonia-Rasen | 5,8 |
| | unter Salix reticulata u. Arctostaphylos | 6,8 |
| pH 1947 | nach Regen aus Moosen gepresstes Wasser | 6,0 |
| | aus Flechten gepresstes Wasser | 4,5 |

doch noch etwas besser entwickelten als in CV 7, weil doch offenbar im noch lockeren Rasen der *Cl. rangiferina* und *sylvatica* etwas bessere Bedingungen bestehen als im *alpestris*-Rasen. Das *uncialis*-Transplantat wuchs von 1934 bis 1947 einige cm in die Breite und blieb im Innern ganz gesund. Die *Cetraria*zweige waren oberflächlich 1947 allerdings kaum noch sichtbar, doch hielten sie sich im *Cladonia*rasen versteckt noch gut und entwickelten weiter ihre Apothezien. Die eingepflanzte *Cl. rangiferina* trat 1942 (Bild 55) deutlicher aus dem *uncialis*-Transplantat hervor als 1938, 1947 noch stärker, gemäss dem artspezifisch rascheren Wachstum.



Figur 14: CV 8, 1938/1942, Bild 55

Die 8 Versuchsfelder in Cluozza-Valletta liefern neben einer Anzahl interessanter Einzelergebnisse folgende **Hauptresultate**:

1. Gemäss der Dominanz und guten Vitalität von *Clad. alpestris* im ganzen NW-Hang ist diese Art bei den **Umpflanzungen** am konkurrenzfähigsten.

2. Kompakt wachsende Cladonien wie *alpestris* und noch mehr *uncialis* ertragen eine Verpflanzung am besten. *Cl. rangiferina* und *sylvatica* weniger gut, weil ihre Rasen leichter **auseinanderfallen**. Die *Cetraria*zweige sind ihrer stärkeren **Individualisierung**, ihres lockeren Wachstums wegen im **Nachteil gegenüber** den Cladonien, vor allem den *Cladinen*.

Bei der Klassifizierung der Lebensformen der Flechten ergibt sich hieraus die **Konsequenz**, unter den **Strauchflechten** einer *Cetraria*form eine *Cladina*form zuzuordnen, wie ich es schon 1922 (Seite 111) vorgeschlagen habe. Dabei müsste man locker und individuell wachsende Cladonien wie zum Beispiel *gracilis elongata* oder *cyanipes* der *Cetraria*form zuzuordnen, zur *Cladina*form gehörten ausser dem Subgenus *Cladina* auch *uncialis*, *crispata*, *furcata* und andere Arten, deren Podetien zusammenschliessende Rasen bilden.

Bei zukünftigen Transplantationsversuchen ist es ratsam, lockerwüchsige Strauchflechten, also *Cetraria*-formen, in nicht allzu kleinen Portionen zu versetzen.

Systematische Transplantationsversuche scheinen mir ein gutes Mittel zu sein, nicht nur um die Standortsansprüche der Arten präziser zu erkennen, sondern auch um die Konstanz der Formen an verschiedenen Standorten, unter verschiedenen Lebensbedingungen zu prüfen. Hiezu würden sich sicher auch die *Peltigera* der *canina*- und *spuria*-Gruppe sehr gut eignen, um die Art- und Varietätsberechtigung der vielen Formen dieser Gruppe aufzuhellen.

3. Der Zuwachs der *Cladinen* kann pro Jahr bis zu einem Zentimeter betragen, meist bleibt er aber zwischen 3–5 mm, dagegen nehmen die Podetien der *Eu-Cladonien*, besonders auf Rohhumus, meist nur um 1–3 mm pro Jahr zu, oft bleibt die Wachstumsleistung sogar unter 1 mm/Jahr (vergleiche CV 1 und 3).

4. Der Zuwachs der *Cladinen*, auch der meisten *Cladonien* und *Cetrarien* ist nicht unbedingt an den sauersten Standorten am besten, wie besonders CV 8 zeigt, wo das pH nicht extrem niedrig ist, *Dryas* und *Salix reticulata* gut vertreten sind und die *Cladinen* und *C. uncialis* guten Zuwachs zeigen.

Dauerflächen Cluozza 9/10.

Sie befanden sich mit andern, leider frühzeitig zerstörten, auf der rechten Talseite des Cluozzabaches talauswärts vom Blockhaus bei 1860 m ü.M. auf der Oberkante der Talrinne, die Flächen 9 und 9a zuoberst an der Abrisskante des Bachbordes in N-Exposition, Fläche 10 nebenan auf dem konsolidierten, wenig geneigten Schuttboden im *Pinus-mugo*-Bestand in NW-Exposition.

12. Dauerfläche auf Schutt (C1 9: 1923/47, Bild 2, PREY, Teil I, 1952).

Dem Bild wurde damals eine Artenliste aus dem Jahr 1935 beige druckt, worauf wir hier nur verweisen. Die im Nationalparkmuseum Chur mit allen andern Aufnahmen deponierten Photos dieser Fläche aus den Jahren 1923, 1934, 1935 und 1947 und mehrfache Zwischenkontrollen ergaben folgende Entwicklungsgeschichte.

1923 bedeckte *C. alpestris* höchstens 30% der Fläche, damals waren die *Hypnaceen* noch dominant. Oben in der Mitte, in gleicher Höhe wie der Kalkblock rechts oben (Bild 2, 1952), war noch eine etwa zwei Drittel so grosse, nackte Felsfläche zu sehen, die im Bild von 1935 überwachsen ist. 1923 stunden die *alpestris*-Büsche so schön wie im Bild 2 (1952), aber schon 1930 lagen sie abwärts, waren mehr grau als weisslich-crèmfarben, fast absterbend. Wie gut sie sich erholten, zeigt das Bild von 1935. Sie waren wieder so schön anzusehen wie 1923, aber nun deckten sie 50% der mit 35° nach Norden zugekehrten Fläche. Nach 1935 wiederholte sich die Entwicklung von 1923 bis 1930, die *alpestris*-Podetien sind schon 1938/42 wieder zu lang geworden, liegen hangabwärts und sind unansehnlich verfärbt. Wo die Neigung noch grösser ist als 35°, ist die Degradation noch stärker. 1947 war fast die ganze *alpestris*-Decke abgerissen, die entblössten Humusdecken, bei feuchtem Wetter eine schmierige Möraufgabe, wurden wieder von Moosen eingenommen, zu den bei Bild 2 (1952) genannten Moosen kamen 1947 hinzu: *Eurhynchium cirrhosum*, *Drepanocladus uncinatus* und *Orthotrichum rufescens*.

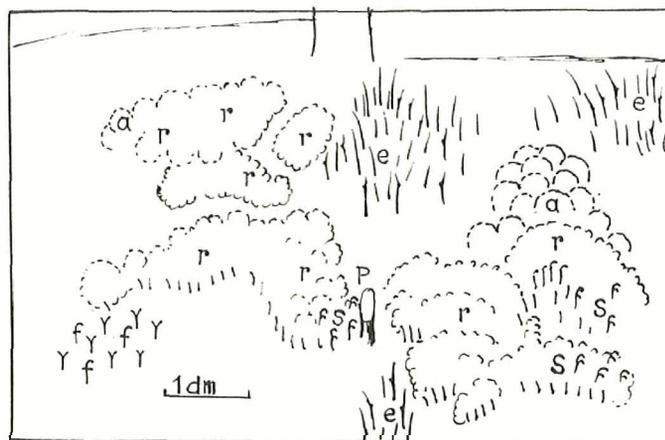
13. Dauerfläche auf Schutt (C1 9a: 1934/47).

Sie (Bild 3, FREY, 1952) wurde gewählt, um das Wachstum von *Cladonia amaurocraea* zu kontrollieren. Diese im Parkgebiet stellenweise häufige Art (l. c. 1952, Seite 407), die sonst in Silikatgebieten häufiger ist, wächst hier in kaum 5 cm Abstand von *Solorina*

saccata, die einem Dolomitblock fast unmittelbar aufsitzt. Die *Solorina* ist schon von 1934 bis 1939 eher zurückgegangen und degenerierte bis 1947 noch mehr, obschon sie auf dem Kalkblock mit schwarzhumöser Feinerde vermeintlich hätte gedeihen sollen. Der Spitzenzuwachs der amaurocraea-Podetien betrug im Mittel 2–3 mm pro Jahr. Das pH unter der Flechte betrug 1939 5,8, mit der Flechte gemessen 5,5, in den *alpestris*-Büschen, 10 cm von *Solorina* und vom nackten Kalkblock entfernt nur 4,8. Wie schon bei CV 2 gezeigt, braucht es nur eine minime Mörauflage, um die neutralisierende Wirkung des Kalkes aufzuheben. Im übrigen sei auf die Artenliste bei Bild 3 (Teil I, 1952) verwiesen.

14. Dauerfläche auf Schutt (Cl 10: 1923/47, Fig. 15, Bilder 56/57).

Die 5° nach WNW geneigte Fläche wurde erstmals am 10.8.1923 fotografiert und floristisch inventarisiert, dann wieder am 4.8.1927 (Bilder 56/57). Sie mass in der mittleren Breite 80 cm, war umrahmt von 7 toten *Larixstämmchen*. Diese benützte ich, um die Dauerfläche mit einem improvisierten Gehege abzuschliessen. Am 1.8.1930 fand ich die Fläche trotz dem Gehege von Hirschen in der linken Hälfte zertreten,



Figur 15: Cluozza 10, 1935, Bild 4 (1952)

weshalb nur noch die rechte Hälfte fotografiert und inventarisiert wurde. Nächste Kontrollen 1.8.1934, 12.8.1935, 7.8.1942, 23.7.1947. Bild 4, Tafel II in Teil 1, 1952, zeigt einen Ausschnitt aus der rechten Hälfte der Dauerfläche im Sommer 1935.

Die Entwicklung von 1923 bis 1927 ergibt sich aus den beiden Bildern 56/57, die W. LÜDI (1930, Seite 550) als Beispiel zweier Sukzessionsstadien in seiner methodologischen Arbeit über Sukzessionsforschung publiziert hat. Es ist auffällig, wie *alpestris* in der Ecke links oben in den 4 Jahren gewachsen ist. Auch die wenigen *alpestris*-Büsche über dem Masstabende rechts oben haben zugenommen und sich mit dem *rangiferina*-Rasen vereinigt, der auch tüchtig gewachsen ist. Die auffällige Erdblösse, wo der Masstab liegt, ist so zu erklären, dass dieser Teil zu einem Hirschwechsel gehörte, den ich mit meinem Gehege unterbrochen hatte und das die Hirsche nach 1927 abermals durchbrachen. Sie wollten sich offenbar nicht von ihrem Weg abbringen

lassen. Nach 1923 stellte sich auf dieser Blösse zunächst eine Moosvegetation ein, zusammengesetzt aus *Tortella tortuosa*, *Distichium capillaceum*, *Dicranella sp.*, *Dicranum scoparium*, *Chrysokypnum Halleri*, *Pleurozium Schreberi* und *Hylocomium splendens*, die letzten zwei Arten, wo die Humusaufgabe dicker war. In der Ecke rechts oben und links davon zwischen den *rangiferina*-Rasen und dem Masstab wuchs üppige *Clad. gracilis elongata* mit ihren schlanken Podetien.

Von 1930 an erweiterte ich die rechte Hälfte der bisherigen Fläche weiter nach rechts, um hier vor allem die Konkurrenz der *Cladinen* mit der sehr vitalen *Cl. elongata* zu verfolgen. Die zertretenen *alpestris*-Podetien versetzte ich 1930 rechts in die *Vaccinien* mit *Pleurozium Schreberi* hinein und *Cl. rangiferina* (r) rechts unten zwischen *Cl. sylvatica* (s). Sonst wurde nichts geändert, aber die Fläche noch besser eingeebnet, um sie gegen die *Hirsche* zu sichern. Die ganze Fläche, wie sie in Figur 15 skizziert ist, misst nun $\frac{1}{2}$ m². Die folgende Artenliste (Tabelle 13) bezieht sich auf die ganze in Figur 15 dargestellte Fläche und stammt von einer Aufnahme 1935, mit Ergänzungen im Sommer 1947 in (), die Angaben sind geordnet wie in den vorhergehenden Tabellen.

Tabelle 13
Arteninventar von Cl. 10 1935 (-1947)

| Vit. | Höhe in cm | Deckung cm ² | |
|------|------------|-------------------------|---|
| 2 | -25 | 1800 | <i>Vaccinium uliginosum</i> |
| 2 | -22 | 300 | - <i>Myrtillus</i> |
| 2 | -18 | 300 | - <i>vitis idaea</i> |
| 1-2 | -10 | 50 | <i>Pirola secunda</i> |
| 2 | 22 | 20 | <i>Melampyrum sylvaticum</i> |
| 3 | 18 (22) | 200 | <i>Cladonia alpestris</i> , bei a eingepflanzt, sonst autochthon |
| 3 | 18 (20) | 800 | - <i>rangiferina</i> (r) |
| 2 | 16 (18) | 300 | - <i>sylvatica</i> (s) |
| 3 | 12 (14) | 700 | - <i>gracilis elongata</i> (e) |
| 2' | 10 (12) | 200 | - <i>furcata</i> (f) |
| 2 | | 120 | - <i>pyridata chlorophaea</i> |
| 1 | | 80 | <i>Peltigera aphthosa variolosa</i> |
| 2 | -15 | 800 | <i>Hylocomium splendens</i> |
| 2 | -12 (15) | 1100 | <i>Pleurozium Schreberi</i> |
| 2 | | 300 | <i>Dicranum scoparium</i> |

1938 fand sich noch ein steriles *Epipactis atropurpurea* ein.

Die *Vaccinien* und *Cladonien* haben im Wachstum 24 Jahre lang miteinander Schritt gehalten. *Vacc. Myrtillus* hat allerdings von 1935 bis 1942 den eingesetzten *alpestris*-Busch durchstossen, dagegen haben die *rangiferina*-Rasen links die *Vaccinien* niedergehalten. Durchschnittlich sind die *Vaccinien* mit den *Cladonien* und den versteckten *Moosschichten* gemeinsam und auf ausgeglichenerem Niveau langsam aber stetig in die Höhe gewachsen. Dies liess sich an einem der Lärchenstämme im Hintergrund der Fläche abmessen, zudem an einem Pflock (P, Figur 15 und in der Mitte von Bild 4 1952 erkennbar), den ich zur Kontrolle 1930 eingerammt hatte und der dank der besseren Umzäunung der Fläche bis 1947 unberührt blieb. Dieser Pflock war 1935 (Bild 4, 1952) noch deutlich sichtbar, 1942 noch knapp mit seiner Spitze und 1947 ganz überwachsen. In den 12 Jahren 1935 bis 1947 wuchs der *Vaccinium-Cladoniateppich* um 6-9 cm in die Höhe, was jährlich 5-7 (8) mm ausmacht. Natürlich wuchs damit auch der Boden, der 1930 auf Dolomitschutt mit halbgebremtem Skelett eine 5-8 cm dicke Humusaufgabe trug.

Das Arteninventar in Tabelle 13 zeigt einen deutlichen Unterschied gegenüber den Artenlisten der Dauerflächen CV 1–8 im Taleingang von Valletta. Die Lage von Cl 10 im Haupttal von Cluozza ist nicht um die nur 40 m Höhenunterschied so viel günstiger, sondern weil die extreme Schattenlage in Valletta, welches Tälchen sehr steil und von noch viel steileren, hochragenden Felswänden umrahmt ist, sich besonders ungünstig auswirkt. Das Zurücktreten von *Cl. alpestris* gegenüber *rangiferina* und *elongata*, das Auftreten von *Cl. furcata* passt zu dem Vorkommen von *Pirola secunda*, *Melampyrum* und *Epipactis*, welche an den Valletta-Standorten fehlen.

Dauerflächen II Fuorn S 6, F 1/2 (1938/56)

westlich und östlich der 100-m²-Dauerfläche S 6 am Weg zur Fuorcla dal Val dal Botsch, nahe der Abzweigung von der Ofenbergstrasse bei 1880 m ü.M., *Mugeto-Ericetum*, schwach nach SW geneigt.

15. Dauerfläche auf Schutt (S 6, F 1: Bild 58)

liegt 4,5 m nördlich vom Pflock der Westecke der Fläche S 6 und misst 85 × 60 cm = zirka ½ m². Sie trägt ein ziemlich weit entwickeltes *Ericetum*, das 1938 noch einen ziemlich grossen Anteil Flechtenvegetation enthielt. Das erste floristische Inventar wurde am 4.8.1938 gemeinsam mit Dr. W. LÜDI aufgenommen, die nächsten floristischen und photographischen Kontrollen erfolgten am 1.8.1945, 28.7.1947, 7.8.1955 und 20.7.1956. Weil die physiognomischen Veränderungen auf meinen Photos zu wenig in Erscheinung treten, gebe ich ein Photo vom 15.8.1951 von B. STÜSSI (Bild 58). Tabelle 14 gibt die Entwicklung der Fläche durch Angabe der Deckungsprozente, zum Teil auch des Vitalitätsgrades.

Tabelle 14
Sukzession auf S 6 F 1 1938/1956

| | 1938 | | 1945 | | 1947 | | 1955/56 | | |
|--|------------------|----|------------------|------------------|------------------|----|---------|---|--|
| | Vit. | D% | D% | D% | Vit. | D% | Vit. | | |
| | 30 ¹⁾ | 2 | 30 ¹⁾ | 30 ¹⁾ | 34 ¹⁾ | 1 | | Pinus mugo ¹⁾ Ziffern = Höhe in cm | |
| | 4 | 2 | 6 | 6 | 8 | | | Erica carnea | |
| | 6 | 2 | 4 | 4 | 3 | 1 | | Vaccinium vitis idaea | |
| | 2 | 1 | + | + | — | | | Daphne striata | |
| | 2 | 2 | 1 | 1 | —2 | | | Carex ornithopoda | |
| | 10 | 3 | 15 | 15 | 15 | 3 | | — alba | |
| | —1 | —1 | 1 | + | ±1 | | | — humilis | |
| | 8 | 2 | 12 | ? | 3 | | | Calamagrostis varia | |
| | + | 1 | + | + | + | | | Lotus corniculatus | |
| | + | 1 | 1 | — | — | | | Euphrasia salisburgensis | |
| | 1 | 2 | 1 | + | — | | | Cirsium acaule | |
| | 4 | 2 | 4 | 4 | 8 | | | Homogyne alpina | |
| | + | 2 | 5 | 1 | 2 | | | Hieracium bifidum | |
| | —1 | 1 | 1 | 2,5 | 3 | | | Brachythecium glareosum | |
| | 3 | 2 | 5 | 6 | 8 | | | Heterocladium squarrosulum | |
| | 4 | 2 | 1 | — | — | | | Leskea catenulata | |
| | —1 | 1 | 1 | 1,8 | 4 | 3 | | Tortella tortuosa | |
| | — | — | + | + | 2 | | | Desmatodon sp. + Weisia Widula | |
| | + | + | + | + | 1 | | | Dicranum Mühlenbeckii | |
| | — | — | — | + | 1 | 3 | | Bryum caespitium c. fr. | |
| | — | — | — | + | 0,2 | 3 | | Pohlia nutans c. fr. | |

| 1938 | | 1945 | | 1947 | | 1955/56 | | |
|------|------|------|-----|------|----------|---------|--|--|
| D% | Vit. | D% | D% | D% | D% | Vit. | | |
| 20 | 2-3 | 20 | 20 | 20 | 20 | 3 | | <i>Cetraria islandica</i> |
| 20 | 3 | 10 | 2 | 2 | 2 | 1 | | <i>Cladonia pyxidata pocillum</i> |
| 6 | 2 | 6 | 5 | 5 | 7 | | | - <i>rangiferina</i> |
| 7 | 2 | 1 | + | + | abst. 1) | | | - <i>cariosa</i> |
| 5 | 1-2 | 1 | 0,8 | 0,8 | abst. 1) | | | - <i>symphyrcarpia</i> 3 absterbend |
| + | 2-3 | + | + | + | 2,5 | 3 | | - <i>degenerans</i> |
| 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | + | | | <i>Peltigera rufescens</i> |
| 5 | 2 | 1 | 0,4 | 0,4 | + | | | <i>Rinodina mniaraea</i> |
| 2 | 3 | 1 | 0,6 | 0,6 | + | | | <i>Blastenia leucoraea</i> |
| 2 | 1-2 | 4 | 0,5 | 0,5 | + | | | <i>Biatora sanguinea</i> u. a. <i>Lecideaceen</i> auf Erdblössen und Steinchen in der Mitte der Fläche |

1938 deckten die Blütenpflanzen rund 40%, Flechten und Moose zusammen 80%, 4% waren Erdblössen ohne Flechten und Moose. Bis 1956 haben die Phanerogamen von 40 auf 45% zugenommen, die Moose von 9 auf 20%, und die Flechtendeckung verringerte sich von 71 auf 32%! Auf den deponierten Photos ist dieser Rückgang sichtbar. Da ringsum *Erica carnea* eine dichte Decke bildet, so wäre eigentlich anzunehmen, dass auf unserer Fläche in 18 Jahren *Erica* sich stärker durchgesetzt haben würde. Auffallend ist das Durchhalten von *Carex alba* und *Cetraria islandica* während der **Kontrollperiode**. Wenn nicht der Rückgang der Flechten so stark wäre, könnte man beinahe von einem stationären Zustand sprechen, was auch aus dem Vergleich der Bodenproben **hervorgeht**. Die langsame Entwicklung scheint auch durch eine lokal ungünstige **Bodenqualität bedingt** zu sein, was aus dem langsamen Wachstum der *Pinus mugo* in der Ecke links oben hervorgeht. Ein Höhenzuwachs des Gipfeltriebes in 18 Jahren von **nur** 4 cm ist **wirklich** sehr **wenig**. Es ist wohl nicht nur der Schneeeindruck an dem langsamen Höhenwachstum schuld.

16. Dauerfläche auf Schutt (S 6, F 2: Bild 59).

Fläche 2 ist im Gegensatz zu F 1 von 1938 bis 1956 in starker Degredation begriffen. Ich vermute, dass die **grössere** Nähe des Fussweges nach Val dal Botsch zum Teil diesen Zustand bedingt. Da die Erdbliisse auch ganz südlich geneigt ist und unter einer deutlichen Lichtung liegt, ist sie auch **mehr** der Austrocknung ausgesetzt und wird **wohl** gelegentlich auch als Ruheplatz vom Wild und auch von Touristen benützt.

Die Aufnahmen **wurden** jeweils gleichzeitig wie bei F 1 besorgt. Die Fläche misst 7×7 dm = **zirka** $\frac{1}{2}$ m² und liegt 5 m südlich vom Ostpflock der grossen Dauerfläche S 6. Tabelle 15 ist gleich angeordnet wie **Tabelle** 14. Sie zeigt die Degradation dieses **Initialstadiums** so deutlich, dass wir uns mit dem Bild 59 begnügen können. Man braucht sich nur vorzustellen, **wie** die spärliche Initialvegetation auf kleine Reste verschwunden ist und **einzig** *Tortella* etwas zugenommen hat, diese auf allen Kalkrohöden im Gebiet fast nie fehlende Art. Ferner ist ein *Ericasträuchlein* in der Ecke links unten aus der Nachbarschaft hereingewachsen.

Die 6 jungen *Pinus*, schätzungsweise 2- bis **5jährig**, haben sich anfänglich sehr gut entwickelt, bei einem flüchtigen Besuch im Sommer 1941 wuchsen sogar 9 *Pinus*-**pflänzchen** auf der Fläche, 1955 waren auch die letzten zwei noch lebenden am Verkümmern. Der Rückgang der Flechten von 41 auf kaum 9% deutet vor allem auf **irgendwelche** Störung hin. Für die Zeit von 1945 bis 1955 könnten allerdings die trockenen Sommer, besonders 1947 und 1949 für die Degradation verantwortlich

Tabelle 15
Sukzession auf S 6 F 2 1938/1956

| | 1938 | | 1945 | 1955/56 | | |
|--|--------|------|-------|---------|--|---|
| | D% | Vit. | D% | D% | | |
| | -6 St. | 2 | 8 St. | 2 St. | | <i>Pinus mugo</i> |
| | 1 | 2 | 2 | 2 | | <i>Erica carnea</i> am Rand |
| | 2 | 2 | 2 | + | | <i>Vaccinium vitis Idaea</i> |
| | 10 | 2 | 3 | 2 | | <i>Carex diversicolor</i> |
| | 1 | 1 | 1 | — | | - <i>alba</i> |
| | + | 1 | + | — | | <i>Sesleria coerulea</i> |
| | + | 2 | + | — | | <i>Melampyrum pratense</i> |
| | + | 1 | + | + | | <i>Hieracium bifidum</i> |
| | 5 | 3 | 10 | 7 | | <i>Tortella tortuosa</i> |
| | + | | + | + | | <i>Musci</i> sp. |
| | 18 | 2-3 | 18 | 8 | | <i>Cladonia symphyrcarpia</i> |
| | 10 | 3 | 2 | + | | - <i>pyxidata pocillum</i> |
| | 3 | 1-2 | 2 | + | | - <i>rangiferina</i> |
| | 3 | 2-3 | + | + | | - <i>cornuta</i> |
| | 1 | 2 | + | + | | - <i>fimbriata</i> |
| | 5 | 1-2 | 4 | + | | <i>Cetraria islandica</i> |
| | 1 | 2 | 4 | — | | <i>Leptogium lacerum</i> v. <i>pulvinatum</i> |

gemacht werden. Diese Erscheinung zeigte sich im ganzen Fuorngebiet auf den halb-offenen **Schuttböden** mit flechtenreichen **Initialstadien** besonders auffällig. Bald nach Kriegsende setzte die vermehrte Touristik ein, und da konnte unsere Fläche gar leicht als sonniges **Ruheplätzchen** zum Verweilen einladen. Zudem ist sicher auch der in den gleichen Jahren stark zunehmende **Hirschbestand**, besonders in der Umgebung der Stabelchodwiese, in deren Nähe Fläche S 6 F 2 liegt, mit zu berücksichtigen. Diese Vermutung wird durch eine Beobachtung von 1956 als berechtigt anerkannt. Eine etwa 2 m hohe *Pinus mugo* ein Meter neben der Fläche 2 ist am Absterben, weil sie durch Hirsch oder Reh stark gefegt worden ist.

Tabelle 16

Bodenproben der Flächen F 1 und F 2 (14. und 15. Dauerfläche auf Schutt). Die Proben wurden wie in andern Fällen dicht am Rande der Dauerfläche entnommen.

| | Bodentiefe | Datum | pH | kolloidal u.g. Humus | Carbonate | Glühverlust | Glührückstand Farbe |
|-----|------------|-------|-------------------|----------------------|-----------|-------------|----------------------|
| F 1 | 0-2 cm | 1938 | 6,5 | 1 | Spuren | 75 % | hell, gelblich, grau |
| | | 1945 | 6,8 ¹⁾ | 1 | — | 1) | bräunlich |
| | ±5 cm | 1938 | 8,17 | 0 | 74 % | 9,44% | grauweiss, körnig |
| | | 1945 | 7,71 | 0 | 42,5% | 7 % | rötlich |
| F 2 | 0-1 cm | 1938 | 7,34 | 0-1 | 7 % | 41,92% | ziegelbraun |
| | | 1945 | 7,27 | — | — | 62 % | rötlichbraun |
| | | 1955 | 7,23 | s. wenig | — | 65 % | rötlichgrau |
| | ±5 cm | 1938 | 7,72 | 0 | 21 % | 17,76% | ziegelrot |
| | | 1945 | 7,39 | s. wenig | 3,5% (?) | 29 % | ziegelrot |
| | | 1955 | 7,38 | s. wenig | — (?) | 37 % | rötlichgrau |

¹⁾ 0,5 cm unter *Cladonia chlorophaea* und *Cl. cariosa* ergab eine Erdprobe ein pH von 6.06 und einen Glühverlust von 90%; ein Beispiel, wie die Verhältnisse in jungen Initialböden auf kleinem Raum stark wechseln können.

Die geringen Veränderungen des Bodens, wie sie in Tabelle 16 ersichtlich sind, können kaum diese Degradation bewirkt haben.

Fläche 1: Das *Ericetini cladonietosum* wächst auf einer entkalkten Humusschicht von etwa 3-4 cm, von 5 cm abwärts herrscht kalkig-sandige Mineralerde mit vielen grossen und kleinen Steinchen vor, meist dolomitisch. Die beiden Schichten sind also sehr verschieden, was aus dem pH und parallel aus den Carbonatprozenten sich ergibt. Wegen der geringen Differenz von 1938 auf 1945 wurden 1955 keine Proben entnommen, auch weil das floristische Inventar eine so geringe Änderung aufwies.

Fläche 2: Unter einer dünnen, trockenen Mörauflage liegen 1-1,5 cm dicker Humus, darunter 10 cm braune Mineralerde mit kleinen Dolomitsteinchen. Die oberste Schicht unterscheidet sich im Gehalt viel weniger von der untern als in D 1. Die Zunahme des Glühverlustes in beiden Schichten würde auf eine Anhäufung von Humus von 1938 bis 1955 hindeuten, was eigentlich bei der Degradation der Vegetation nicht zu erwarten wäre. Wie soll die Zunahme des Humus erklärt werden, wenn schon 1938 40% des Quadrates kahl, ohne Vegetation, waren und die Kahlflächen bis 1955 noch zunahmten? Offenbar müssen die Differenzen hauptsächlich auf Zufälligkeiten bei der Entnahme der Bodenproben zurückgeführt werden, die Zunahme des Glühverlustes wird zur Hauptsache durch den Nadelfall bedingt sein.

Zwei Dauerflächen 18b und 18c bei der Grossfläche S 18 westlich der Stabelchodwiese, genannt II Salin, 1900 m ü.M., flach nach S geneigt, befinden sich 1 km östlich der vorher behandelten Flächen S 6 F 1/2. Beide Flächen 18b und 18c liegen in der ehemaligen grossen Weidefläche von Stabelchod, die seit der Parkgründung besonders im Teil von II Salin stark mit *Pinus mugo* durchsetzt worden ist. Der Boden ist wie bei der 15. und 16. Dauerfläche ein Dolomitschutthoden mit dünner Humusschicht.

17. Dauerfläche auf Schutt (S 18b: 1939/56, Bilder 60/61).

Fläche S 18b, ein Rechteck von 100 × 65 cm, in der Südecke der Fläche S 18 gelegen, diese markiert durch hohen Pflock links hinten (Bild 60/1), trug am 30.7.1939 noch ein ausgesprochenes Initialstadium mit *Cladonietum symphycarpiae*. Die weiteren Kontrollen erfolgten am 1.8.1945, 7.8.1955 und 21.7.1956. Die Aufnahme von 1939 unter Mitarbeit von Herrn B. Strüssi geschah nur floristisch, das erste Photo (Bild 60) stammt von 1945, als *Clad. symphycarpia* schon etwas abgenommen hatte. 1947 und 1955 half mir Dr. Ochsner die Moose verifizieren und 1956 H.U. Stauffer die Phanerogamen. Die 4 floristischen Inventare der Tabelle 17 beweisen im Vergleich zu der 15. und 16. Dauerfläche eine sehr stete Entwicklung. Von 1939 bis 1956 nehmen die Phanerogamen von 24 auf 34% zu, die Moose von 16 auf 45%, was wohl der vermehrten Bedeckung durch die Phanerogamen entspricht. *Cladonia symphycarpia* geht von 68 auf 36% zurück und verliert stark an Vitalität. 1939 ist sie voll fruchtender Podetien gewesen, 1956 sind die meisten Podetien am Absterben, immerhin tragen noch etwa ein Drittel der gesunden Podetien Apothecien. Die Bilder 60 und 61 von 1945 und 1955 und die Artenliste zeigen die Sukzession vom Initialstadium des *Cladonietum symphycarpiae* zum *Mugeto-Ericetum*. Die meisten 1945 noch sichtbaren Steinchen sind 1955 zugedeckt, die im Hintergrund des Rechteckes 1945 noch auffallenden, hellen Lager von *Clad. symphycarpia* sind 1955 durch Nadelstreu und Blütenpflanzen schon stark verdeckt, *Erica* hat sich in der Ecke rechts vorn deutlich ausgebreitet, und die Gräser und Seggen dominieren in der linken Hälfte der Fläche. Auch sieht man deutlich, wie die beiden Pflöste vorn 1955 weniger hoch aus der Vegetation vorstehen, wie also die Humus- und Vegetationsdecke zugenommen hat, bedingt vor allem auch durch die zunehmende Beschattung der umstehenden Bergföhren, die ein erfreuliches Wachstum aufweisen.

Tabelle 17
Entwicklung der Fläche S 18b II Salin

| 1939 | | 1945 | | 1947 | 1955/56 | | |
|------|------|------|------|------|---------|------|--------------------------------------|
| D% | Vit. | D% | Vit. | D% | D% | Vit. | |
| 1 | 2 | 1 | 2 | | 2 | 2- | Pinus mugo Jungpflanzen |
| 3 | 3 | 5 | 3 | | 20 | 3 | Erica carnea |
| -1 | 2 | 2 | 2 | | 2 | 2 | Vaccinium vitis Idaea |
| 2 | 2 | 2 | 2 | | 1 | 1 | Polygala chamaebuxus |
| -1 | 3 | -1 | 3 | | + | 1 | Selaginella selaginoides |
| 4 | 3 | 5 | 3 | | 3 | 2 | Carex humilis |
| -1 | 2 | -1 | 2 | | + | 1 | - ericetorum |
| 3 | 3 | 3 | 2 | | 3 | 2 | Sesleria coerulea |
| 1 | - 2 | + | 1 | | + | 1 | Calamagrostis varia |
| 1 | 2 | 1 | 2 | | - | - | Potentilla Crantzii |
| -1 | 2 | -1 | 2 | | 1 | 2 | Lotus corniculatus |
| -1 | 2 | -1 | 2 | | + | 1 | Viola rupestris |
| 1 | 3 | 1 | 3 | | 1 | 2-3 | Thymus serpyllum |
| 1 | 2 | ? | | | ? | | Gentiana campestris |
| 1 | 2 | - | | 1 | 1 | + | Euphrasia salisburgensis v. purpurea |
| -1 | 2 | -1 | 1 | | - | | - Rosskoviana |
| 2 | 2 | 1 | 1 | | + | 1 | Antennaria carpathica |
| 1 | 2 | - | | | | | Cirsium acaule 1 Stück |
| -1 | 2 | + | | | + | 1 | Crepis alpestris |
| 1 | 2 | 1 | 2 | | + | 1 | Hieracium bifidum |
| -1 | 2 | 1 | 2 | | + | 1 | - staticefolium |
| 6 | 1 | 2 | 1 | | 0.5 | 1 | Tortella tortuosa |
| 9 | 2 | 1 | 2 | 3 | 13 | 43 | Ditrichum flexicaule |
| 1 | 1 | 1 | 1 | + | 2 | 2 | Brachythecium glareosum |
| 68 | 3 | 62 | -3 | 45 | 36 | 2- | Cladonia symphy carpia |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | - pyxidata pocillum + chlorophaea |
| -1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 16 | 3 | Cetraria islandica |
| -1 | 1 | + | | + | - | | Peltigera rufescens |

Nackte Flächen 3%

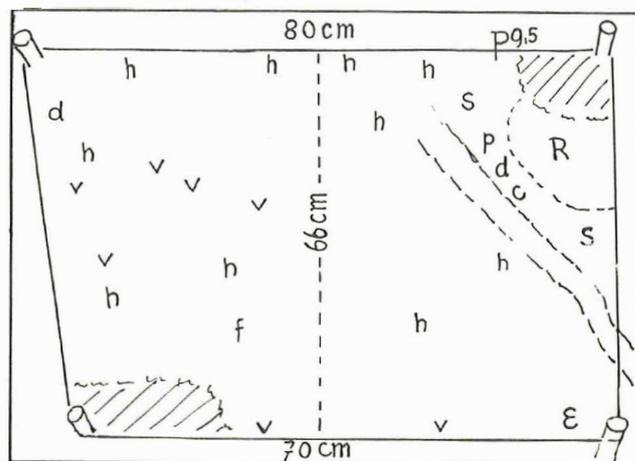
Leider genügten die entnommenen Erdproben nicht für eine gründlichere Bestimmung. Zwei kleine Erdproben unter den beiden *Cladonia*-arten in 0,5 bis 1 cm Tiefe ergaben folgendes:

| | pH | Glühverlust | Carbonatgehalt |
|----------------------------------|------|-------------|----------------|
| unter <i>Clad. symphy carpia</i> | 7,63 | 36% | 12% |
| unter <i>pyxidata pocillum</i> | 6,82 | 64% | - |

Dieses Beispiel bestätigt, was ich 1952, Seiten 394/395 und Seite 402, über die beiden Arten geschrieben habe, nämlich: *C. symphy carpia* ist mehr basiphil-neutrophil-stenojon und Charakterart der Karbonat-Rohböden, *C. pyxidata pocillum* mehr neutro-azidiphil-euryjon.

18. Dauerfläche auf Schutt (S 18c: 1947/1955/56, Fig. 16, Bilder 62/63).

Diese wurde am 28.7.1947 erstmals aufgenommen und photographiert, um die Entwicklung von *Cladonia mitis* zu verfolgen; die weiteren Kontrollen erfolgten gemeinsam mit S 18b an den gleichen Tagen. Die trapezförmige Fläche liegt etwa 20 Schritte westlich von Fläche S 18b, sie misst $\frac{1}{2}$ m² und liegt vor einer Pinus mugo, die 1947 3,6 m hoch war, in zirka 10° Neigung nach Süden. Rechts der Fläche stand 1947 eine

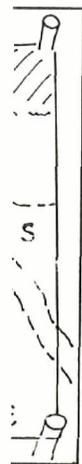


Figur 16: S 18c, 1947, Bild 62, schraffiert: geschälte Flächen links unten und rechts oben.
R: vorhandener Karbonat-Rohboden.

jüngere **Bergföhre** von 90 cm Höhe ganz nahe am **Flächenrand**. Eine **Föhrenwurzel** teilt die Fläche rechts in 2 sehr ungleiche Teile. Die kleinere Fläche rechts war 1947 noch zum **grossen Teil kahl**, mit kleinen Steinchen belegt, zwischen diesen ein Fragment des *Cladonietum symphylicarpiae*. Die **grössere** Fläche links der Wurzel trägt auf einer

Tabelle 18
Artenliste von S 18c

| 1947 | | 1955/56 | | |
|------|------|---------|------|---|
| D% | Vit. | D% | Vit. | |
| + | 2 | tot | | Pinus mugo 1947, 9,5 cm hoch (P) |
| + | 1 | 1 | 1— | Erica camea (E) |
| + | 1 | 1 | 1— | Vaccinium vitis Idaea |
| 1 | 1 | + | 1 | Lotus corniculatus |
| + | 1 | 1 | 2 | Hippocrepis comosa |
| + | 2 | + | 2 | Euphrasia salisburgensis |
| + | 1 | + | 1 | Antennaria carpathica |
| — | | + | 1 | Cirsium acaule |
| + | 1 | 1 | 1 | Hieracium pilosella |
| 3 | 2 | 1 | 1 | Calamagrostis varia (v) |
| 5 | 2 | 3 | 2 | Carex humilis (h) |
| 1 | 2 | 1 | 2 | Tortella tortuosa |
| + | 1 | + | 1— | Bryum sp. |
| + | 1 | + | 2 | Ditrichum flexicaule f. densum |
| 62 | 2— | 68 | 2— | Cladonia mitis |
| 1,5 | 2 | 2,5 | 2-3 | - symphylicarpa (s) |
| + | 1 | 0,5 | 1-2 | - degenerans (d) |
| + | 1 | + | 1 | - cariosa (c) |
| 1 | 1 | + | 1 | - pyxidata v. pocillum (p) |
| + | 1 | 3 | 2 | - fimbriata (f) |
| 1 | 1 | — | | - gracilis v. elongata |
| 3 | 2 | 5 | 2 | Cetraria islandica |
| 24 | | 8 | | Kahlflächen |



ten und rechts oben.

ne Föhrenwurzel teilt
rechts war 1947 noch
sen ein Fragment des
rzel trägt auf einer

7, 9,5 cm hoch (P)

Idaea
us
iosa
urgensis
athica

lla
iria (v)

aule f. densum

(s)

cillum (p)

gata

a

2–3 cm dicken, schwärzlichen **Mörauflage**, reichlich mit **Pinusnadeln** durchsetzt, einen **dichten** Rasen von **Cladonia mitis**. Das pH unter diesem betrug 1947 5,54, der **Cladonarasen** hatte durchschnittlich 4,5 cm **Höhe**. Bis 1955 war der Höhenzuwachs **minim**, weil es ja die Eigenart von **C. mitis** ist, mehr in die Breite als in die Höhe zu wachsen, bedingt durch ihre mehr **übergebogenen** Zweige. Das zeigt sich auch **darin**, dass die im Sommer 1947 in der Ecke links unten zirka 2,5 dm² **grosse**, kahl geschälte Fläche **sich** bis 1955 wieder mit **C. mitis** bewachsen hat. Es ist kaum **anzunehmen**, dass **C. mitis** auf dieser **Kahlfläche** sich in der Zeit von nur 8 Jahren aus **Thallusschuppen** entwickelt hat, **sondern** aus **herbeigewehten** Bruchstücken von Podetien.

Auch in der Ecke rechts oben wurden 1947 1,5 dm² geschält. Hier hat sich bis 1955 die nebenan vorhandene **C. symphyrcarpia** angesiedelt. Die übrigen Veränderungen ergeben sich aus den floristischen Inventaren von 1947 und 1955 (Tabelle 18).

Der langsame Zuwachs der Vegetation ergibt sich aus den **beiden** Bildern. **Nach** 8 Jahren ist die **Föhrenwurzel** immer noch erkennbar. Die **Hauptveränderung** besteht im Zurückgehen der **Glumifloren** zugunsten der Cladonien. Die zwei ungleich **grossen**, durch die Wurzel getrennten Teile der Fläche werden noch jahrelang eine verschiedene **Entwicklung** durchmachen, weil der kleinere Teil rechts noch ganz im **Initialzustand** ist, der **grössere** links auf einer zirka 5–8 cm dicken **Rohhumusschicht** wächst, was durch die **pH-Proben** angedeutet ist.

*

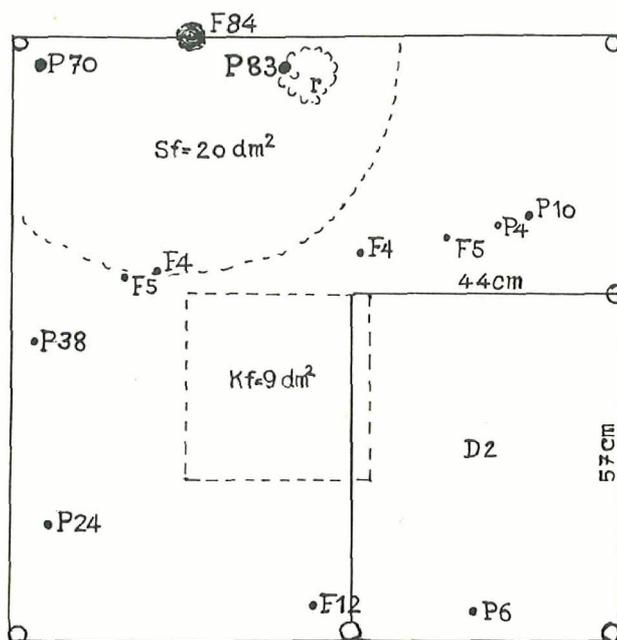
Eine ganz besondere Art **Dauerfläche** bietet der Kohlenmeiler **Praspöl** rechts des Weges beim Aufstieg von **Punt Praspöl** zur **Praspölwiese** bei 1650 m ü.M. in flacher NE-Lage. Die runde Fläche misst zirka 8–9 m im Durchmesser und ist umgeben von einem lichten Bestand von **Picea** und wenigen **Larix**. Leider haben wir sie erst 1941 und 1955 fotografiert (Bilder 64 und 65). Auf **Kalkgrobschutt** lag 1922 eine stellenweise fehlende, 1–5 cm dicke, schwarze **Feinerdeschicht** mit noch ziemlich vielen **Holzkohlestückchen**. Die **Jungbäumchen** waren noch selten, 1929 zählten wir zirka 30 serbelnde Kiefern, 10 junge Fichten und 3 Lärchen, doch war kein Bäumchen mehr als kniehoch (vergleiche **JOS. BRAUN-BLANQUET** und Mitarbeiter, 1931).

19. Dauerfläche auf Schutt (P 1: 1922156, Fig. 17, Bilder 66/73).

Am 2. August 1922 fixierten wir (**JOS. BRAUN-BLANQUET**, **CH. MEYLAN** und Verf.) ein **Meterquadrat**, in dem die Phanerogamen 3% deckten, während ungefähr je zur Hälfte **Peltigera rufescens** und **Barbula convoluta** dominierten. Die 3% Phanerogamen verteilten sich wie folgt:

| | | |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| + <i>Poa pratensis</i> ster. | + <i>Polygala amarella</i> | + <i>Leontodon hispidus</i> glaber |
| + - <i>alpina</i> ster. | + <i>Galium pumilum</i> | 2 <i>Hieracium staticifolium</i> |
| | + <i>Veronica fruticans</i> | |

In diesem Quadrat habe ich 1922 zwei diagonal liegende Rechtecke ausgewählt von je 45 × 60 cm², das eine mit dominierender **Barbula convoluta**, das andere mit dominierender **Peltigera**. Die **beiden** Teilflächen **P 1 I** und **P 1 II** (Bilder 66–69) zeigen eine relativ rasche Entwicklung der **Peltigera**. Ausser dem **Peltigerathallus** in Bild 66 rechts unten (1) unter **Helianthemum** sind noch 3 frei wachsende **Thalli** vorhanden (2 bis 4). **Alle** erreichen in den 5 Jahren ein jährliches **Marginalwachstum** von 25 bis 27 mm. Die Bilder 66–69 stellen je nur zirka die Hälfte der Flächen **P 1 I** und **P 1 II** dar. In der Fläche **II** (Bilder 68 und 69) deckte **Peltigera** 1922 schon reichlich 90%, durch-



Figur 17: Praspöl 1/2, 1941-1956, Bilder 70-73
 Zustand 1956: F = *Picea*, P = *Pinus*, Zahlen hinter F und P = Höhen in cm

wegs reichlich fruchtend. In Bild 69 (1927) sind die meisten Thalli schon im Zerfall begriffen, nur noch wenige Randloben tragen lebende Apothezien. Das gegenseitige Ab- und Aufstossen der Randloben beim Zusammentreffen der Einzelthalli der gleichen Art ist schon rein mechanisch Ursache genug, dass sich die dicht wachsenden Thalli ihre Existenz unmöglich machen. Es ist die gleiche Erscheinung, wie wir sie bei den Sukzessionen auf Fels für *Parmelia encausta* (Sc 1, Bilder 25 und 26) beschrieben haben. Dazu wird sich eine Bodenmüdigkeit einstellen, die schuld ist, dass auf *Peltigera* nicht wieder *Peltigera* wachsen.

Man kann sich wohl ausdenken, dass bei ungestörter Entwicklung die Fläche I (1927) schon nach 3-4 Jahren das Aussehen der Fläche II im Jahre 1922 hätte erreichen können. Die Entwicklung der *Peltigera*-schicht vom Stadium I 1922 bis Stadium II 1927 dürfte schätzungsweise 12-14 Jahre brauchen. Das rasche Wachsen und Absterben kennzeichnet *P. rufescens* als typische Rohbodenpflanze, die überall auf Neuland eine der ersten sich einstellenden Flechten ist, im Gegensatz zu der nahverwandten und oft schwer unterscheidbaren *P. canina*: eine Humuspflanze des Waldes, auch durch rasches Wachstum ausgezeichnet wie die oft mit ihr assoziierte *P. aphthosa*.

Am 2. September 1929 fanden wir die Grenzpflocke der Praspölnummer 1/2 zum Teil von Hirschen ausgetreten. Weil das Ergebnis des Sukzessionsversuches vorläufig ziemlich eindeutig ausgefallen war, wurde in den nächsten Jahren nur der Gesamtaspekt des Kohlenmeilers bei gelegentlichem Vorbeigehen kontrolliert. Immerhin wurde aufs neue ein Meterquadrat abgesteckt, das ziemlich genau der Fläche von 1922/27 entsprach (Bild 70). Es trug nur noch 40% absterbende *Peltigera* und 5% lebende Thalli, 15% Moose und 25% Phanerogamen. Der Rest war denudierter Boden.

Auf Bild 70 erkennt man noch deutlich links vorn das Teilstück P 1 I mit dominierendem *Moosteppich* und rechts hinten Teil P 1 II mit dominierender *Peltigera*. *Peltigera* schien nicht nur sich selber den Boden geschädigt zu haben, sondern auch für das Aufkommen anderer Pflanzen: Moose und Phanerogamen. *Barbula* und *Peltigera* waren auf der ganzen **Kohlenmeilerfläche** zurückgegangen, an ihre Stelle hatten sich dominierend *Cladonia symphylicarpa* und *C. pyxidata* chlorophaea und *pocillum* ausgebreitet.

Die 25% Phanerogamen setzten sich wie folgt zusammen:

| | | |
|---|--|---|
| 5 <i>Pinus mugo</i> von 5–20 cm Höhe | <i>Thesium alpinum</i> <i>Arabis alpestris</i> | <i>Helianthemum alpestre</i> <i>Galium pumilum</i> |
| <i>Poa alpina</i> – <i>pratensis</i> | <i>Lotus corniculatus</i> <i>Trifolium pratense</i> | <i>Antennaria dioeca</i> <i>Leontodon hispidus</i> |
| <i>Carex ornithopoda</i> | <i>Potentilla Crantzii</i> | <i>Hieracium pilosella</i> |
| <i>Arenaria serpyllifolia</i> | <i>Polygala amarella</i> | – <i>staticifolium</i> |

Eine *Picea*, zirka 20 cm hoch mit 4 Etagen am Rand des Quadrates rechts hinten (Bild 70) deutet schon eine gewisse Verbesserung des Bodens an. Ausser den 3 Moosarten: *Barbula convoluta*, *Bryum caespitium*, *Tortella tortuosa* und den beiden *Cladonien*, wobei *symphylicarpa* dominierte, war auch noch *Dermatocarpon cartilagineum* im Deckungsgrad 2 da.

Erst am 4. August 1941 konnte die genaue Kontrolle des Kohlenmeilers wieder aufgenommen werden. Bild 64 zeigt den damaligen Zustand der ganzen Fläche mit ihrer Umgebung, in der Richtung Nord–Süd aufgenommen. Mein Sohn Hans im Hintergrund, 1,8 m hoch, mag als Masstab dienen. Auf der runden Fläche wachsen einige nun schon gesund aussehende Fichten, Lärchen und **Bergkiefern**. Vorn in der **Kreisfläche** erkennt man 5 Pflöcke, welche die Dauerfläche P 1 begrenzen, in der eine zweite Fläche P 2 abgeteilt ist, und zwischen den Pflöcken die **Jungfichte** in P 1. P 1 entspricht nun ganz dem Quadrat von 1922/29. Weil das Quadrat damals in Richtung SE–NW **photographiert** wurde, jetzt aber aus bestimmten Gründen um 90° gedreht in der Richtung **NE–SW**, so steht jetzt im Bild 71 die kleine oben **erwähnte** *Picea* (F) nicht mehr rechts hinten, sondern hinten links von der Mitte. Sie misst jetzt 51 cm Höhe und hat seit 1929 12 Etagen neu gebildet. Unter ihr wachsen **vier** junge *Pinus mugo*, die **grösste** 23 cm, eine von 18 und zwei von 4 cm Höhe. Das floristische Inventar gleicht dem der Fläche P 2 (siehe dort), unterliegt aber, weil mosaikartiger, stärkerem Wechsel. Weil 1942 (**8. August**) das Meterquadrat wieder durch **Hirschwechsel** gestört war, schälten wir hier in der Mitte ein Quadrat von 3×3 dm bis auf die schwarze **Feinerde** kahl (Kf in Figur 17, belegt durch ein deponiertes Photo), um die **Wiederbesiedelung** zu verfolgen. Am 1.8.1945 (Bild 72) war dieses Quadrat von 9 dm² schon wieder bis zu 50% besiedelt mit *Barbula convoluta*, *Ditrichum flexicaule* und anderen Moosen, sowie mit *symphylicarpa*- und anderen *Cladoniathalli*. Bis 1955 war ein Unterschied im Vergleich zur ganzen Fläche kaum mehr erkennbar. Das 9-dm²-Quadrat trug folgende Vegetation:

| | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| 60% <i>Clad. symphylicarpa</i> c. ap. | 35% Moose |
| 1% – <i>pyxidata pocillum</i> | 1 <i>Pinus</i> 12 cm |
| 1% <i>Cetraria islandica</i> | + <i>Carex ornithopoda</i> |
| + <i>Peltigera lepidophora</i> | + <i>Trifolium pratense</i> |
| | 3% <i>Leontodon pyrenaicus</i> |

Unter der *Picea* hinten links ist die Vegetation deutlich verschieden. Im Sommer 1956, als die Fichte schon 84 cm und die im Sommer 1941 23 cm hohe *Pinus* jetzt



= Höhen in cm

Thalli schon im Zerfall
ien. Das gegenseitige
nzelhalli der gleichen
ht wachsenden Thalli
g, wie wir sie bei den
und 26) beschrieben
ld ist, dass auf *Pelti-*

wicklung die Fläche I
e 1922 hätte erreichen
2 bis Stadium II 1927
chsen und Absterben
rall auf Neuland eine
aherwandten und oft
es, auch durch rasches
osa.

raspöflfläche zum Teil
nsversuches vorläufig
ren nur der **Gesamt-**
ontrolliert. Immerhin
enau der Fläche von
de *Peltigera* und 5%
ar **denudierter** Boden.

schon 83 cm Höhe erreicht hatte, war die von ihr beschattete Fläche von 20 dm² wie folgt bewachsen:

| | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| 40% Clad. <i>symphy carpia</i> | 40% Moose, wovon |
| 5% - <i>pyxidata</i> | 25% <i>Ditricum flexicaule</i> |
| 5% <i>Peltigera rufescens</i> | 12% <i>Tortella tortuosa</i> |
| 10% Nadelstreu | + <i>Bryum caespitium</i> |
| | 3% <i>Brachythecium salebrosum</i> |

Für das ganze Meterquadrat schätzten wir 1956 die Deckung von *Cladonia symphy carpia* auf 65%.

20. Dauerfläche auf Schutt (P 2: 1941/56, Fig. 17, Bilder 71/73).

Die rechts in den Bildern durch 2 Pflöcke abgeteilte Rechteckfläche von 6×4 dm = 1/4 m² hat sich während der Beobachtungszeit gleichmässiger und ungestörter entwickelt als das ganze Meterquadrat. Ihr Arteninventar (Tabelle 19) kann aber ungefähr

Tabelle 19
Artenliste von Praspöl 2, P 2

| 1941 | | 1955/56 | | |
|------|------|---------|--------|--|
| D% | Vit. | D% | Vit. | |
| — | | | 2 Pfl. | <i>Pinus sylvestris</i> (mugo?) 11–12 cm hoch |
| — | | | 1 Pfl. | <i>Daphne striata</i> |
| + | 1 | 3 | 2 | <i>Dryas octopetala</i> |
| — | | + | 1 | <i>Carex ornithopoda</i> |
| — | | + | 1 | <i>Sesleria coerulea</i> |
| + | 1 | + | 1 | <i>Poa alpina</i> |
| + | 1 | — | | - <i>prntensis</i> |
| + | 1 | + | 1 | <i>Thesium alpinum</i> |
| — | | + | 1 | <i>Minuartia verna</i> |
| + | — | — | | <i>Potentilla Crantzii</i> |
| 1 | 1 | 2 | 1 | <i>Trifolium pratense</i> |
| 2 | 1 | + | 1 | <i>Lotus corniculatus</i> |
| 1 | 1 | 3 | 2 | <i>Helianthemum alpestre</i> |
| — | | + | 1 | <i>Linum catharticum</i> |
| + | 1 | — | | <i>Polygala amarella</i> |
| 1 | 1 | 1 | 1 | <i>Leontodon hispidus</i> |
| — | | 2 | 1 | - <i>pyrenaicus</i> |
| + | 1 | — | | <i>Antennaria dioeca</i> |
| + | 1 | 2 | 2 | <i>Hieracium pilosella</i> |
| + | 1 | 3 | 2 | - <i>staticifolium</i> |
| 5 | 2 | 5 | 2 | <i>Barbula convoluta</i> |
| + | 1 | 5 | 2 | <i>Ditrichum flexicaule</i> |
| 4 | 2 | + | 1 | <i>Tortella tortuosa</i> |
| 1 | 1 | — | | <i>Brachythecium salebrosum</i> |
| 50 | 3 | 80 | 3 | <i>Cladonia symphy carpia</i> |
| 15 | 2 | 1 | 1 | - <i>pyxidata pocillum</i> |
| 1 | 1 | 1 | 1 | <i>Cetraria islandica</i> |
| 1 | 1 | + | 1 | <i>Peltigera rufescens</i> |
| + | 1 | + | 1 | <i>Blastenia leucoraea</i> |

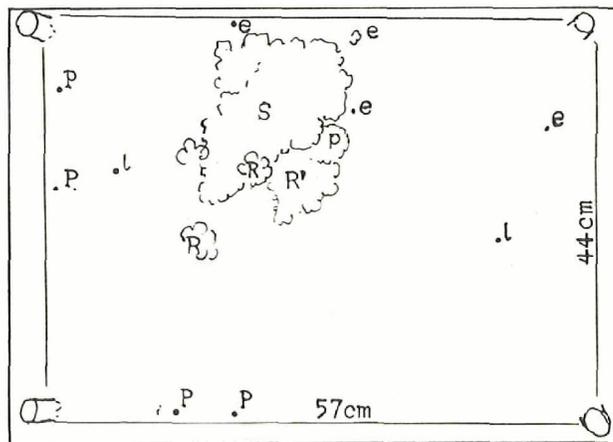
auch für die ganze Fläche P 1 gelten. Wir verzichten auf die Wiedergabe der senkrecht von oben aufgenommenen Photos, weil die Artenliste die Entwicklung gut wiedergibt. Die floristischen Aufnahmen von 1955/56 sind kombiniert, 1955 half H. U. STAUFFER bei der Schätzung der Phanerogamen, 1956 Dr. OCHSNER bei der Schätzung der Moose.

Die Zunahme einiger Phanerogamen: *Dryas*, *Helianthemum* und der beiden *Hieracien* erklärt die Zunahme der Moose. Auffällig ist die Verdrängung von *Clad. pocillum* durch *symphy carpia*.

Die photographische Aufnahme des ganzen Kohlenmeilers vom 8.8.1955 (Bild 65) zeigt die Nachwirkung der Zerstörungen im Lawinenwinter 1950/51. Ein kleiner Ausläufer einer etwa 50 m weiter hinten niedergegangenen Lawine hatte damals die Fichten in der hinteren Rundung des Kohlenmeilers geknickt. Glücklicherweise sind die Dauerflächen 1-3 wenig berührt worden, einzig wurde dadurch die Zunahme der Beschattung durch die aufwachsenden und nun teils geknickten Jungbäume gehemmt. Dies gilt besonders für P 3, die zwischen den Jungfichten rechts im Bilde liegt. Mein Begleiter und Helfer, H. U. STAUFFER, steht ungefähr an der gleichen Stelle, wo im Jahre 1941 mein Sohn, ebenso ist der Standort des Photoapparates der gleiche wie damals. Die Rundung des Kohlenmeilers ist wegen der grösser gewordenen Jungbäume nicht mehr so deutlich erkennbar wie 1941. Zwei der Eckpflöcke, die im Bild 64 vor der kleinen *Picea* links und rechts deutlich sichtbar sind, kann man auch noch im Bild 65 zwischen den gabelig aufstehenden dünnen Ästen einer toten *Salix* am untern Bildrand erkennen (mit Tuschestrichen retouchiert).

21. Dauerfläche auf Schutt (P 3: 1941/56, Fig. 18, Bilder 74/75).

Praspöl 3 wurde mit P 1/2 an den gleichen Daten floristisch und photographisch kontrolliert: 4.8.1941, 8.8.1942, 1.8.1945, 8.8.1955 und 22.7.1956. P 3 wurde gewählt, um bei stärkerer Beschattung die hier eingepflanzte *Cladonia symphy carpia* (S in Figur 18) in Konkurrenz mit den autochthonen Thalli der gleichen Art zu prüfen. Die Verpflanzungen sind in Figur 18 besonders hervorgehoben, das Transplantat von *C. symphy carpia* mass 1941 1,5 dm². Die ganze Fläche misst 57 × 44 cm² = 1/4 m² und wurde jeweils senkrecht von oben photographiert. Die verpflanzten *symphy carpia*-Thalli trugen 1941 noch keine Podetien, erst 1942 fingen diese an, sich zu bilden, und



Figur 18: Praspöl 3, 1941, Bild 74

1945 trugen 12 neue Podetien die ersten Apothezien, doch begannen einige schon wieder zu degenerieren. Bei einer **Zwischenkontrolle 1947** sahen die transplantierten *symphy-carpia*-Thalli noch deutlich besser aus als die autochthonen, dagegen war *Peltigera rufescens* schon 1945 fast abgestorben, wie es dem in P 1 I und P 1 II festgestellt, raschen **Lebensrythmus** dieser **Flechtenart** entspricht. Immerhin hatten an mehreren Stellen die aufgeteilten Loben wieder zu wachsen begonnen, es war deutlich zu sehen, dass die Knospen aus den Bruchstücken des verpflanzten Thallus stammten. *Peltigera* scheinen die Verpflanzung **weniger** gut zu ertragen als *Cladoniathalli*. Das Inventar der Fläche P 3 (Tabelle 20) enthält nur die floristischen Aufnahmen von 1941 und 1955/56, weil 1945 die Zeit zu einer präzisen Aufnahme nicht genügte. Die Aufnahme 1955/56 erfolgte im Sinne wie bei P 2.

Tabelle 20
Inventar von P 3

| 1941 | | 1955/56 | | |
|------|------|---------|------|--|
| D% | Vit. | D% | Vit. | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | <i>Elyna spicata</i> |
| — | | 2 | 1 | <i>Carex ericetorum</i> + sp. |
| + | 1 | — | | <i>Thesium alpinum</i> |
| — | | + | 1 | <i>Euphorbia cyparissias</i> |
| 2 | 1 | + | 1 | <i>Trifolium pratense</i> |
| 1 | 1 | 1 | —2 | <i>Lotus corniculatus</i> |
| + | 1 | + | 1 | <i>Polygala amarella</i> |
| — | | + | 1 | <i>Helianthemum alpestre</i> |
| + | 1 | 5 | —2 | <i>Prunella grandiflora</i> |
| 4 | 1 | 5 | 2 | <i>Campanula pusilla</i> |
| + | 1 | + | 1 | <i>Taraxacum</i> |
| + | 1 | + | 1 | <i>Leontodon pyrenaicus</i> |
| 4 | | 26 | | Moose total |
| 2 | 2 | 12 | 2-3 | <i>Tortella tortuosa</i> |
| + | 1 | 8 | 2 | <i>Ditichum flexicaule</i> |
| — | | + | 1 | <i>Dicranum scoparium</i> |
| + | 1 | + | 1 | <i>Bryum caespitium</i> |
| 2 | 1 | 2 | 2 | <i>Brachythecium salebrosum</i> |
| — | | 2 | 1 | <i>Hylocomium splendens</i> |
| — | | + | 1 | — <i>triquetrum</i> |
| — | | + | 1 | <i>Thuidium abietinum</i> |
| — | | + | 1 | <i>Lophozia Floerkei</i> + sp. |
| — | | + | | <i>Cephalozia</i> sp. |
| — | | 4 | | <i>Cladonia</i> - Thalli |
| 70 | 3 | 25 | 2 | — <i>pyxidata</i> (p eingepflanzt) |
| 16 | 2-3 | 16 | 2 | — <i>symphy-carpia</i> |
| + | 1 | 1 | 1 | — <i>gracilis</i> elongata |
| 4 | 1 | 2,5 | 1-2 | <i>Peltigera rufescens</i> (R autochthon, R' eingepflanzt) |
| — | | 2 | 1-2 | — <i>erumpens</i> (e) |
| — | | 2 | 2 | — <i>lepidophora</i> (l) |
| 1 | 1 | 1 | 1 | <i>Cetraria islandica</i> |
| + | | 2 | 3 | <i>Psoroma hypnorum</i> (P) |

Die starke Zunahme der Moose zeigte sich erst in den letzten feuchten Sommern 1954-1956 so deutlich, ist natürlich durch die zunehmende Beschattung durch die

aufstrebenden Fichten und Kiefern schon allein bedingt. In gleichem Masse gehen die Flechten zurück. Im Bild von 1941 decken allein schon die vielen runden Becher der *Cladonia pyxidata* fast 30%, 1945 sind schon viele von ihnen überaltert und 1956 sind fast keine mehr sichtbar. Auch die Zunahme der Deckungsprozente der Phanerogamen von 8 auf 14 fördert das Aufkommen der Moose und den Rückgang der Flechten. Bemerkenswert ist das Auftreten der *Peltigera lepidophora*, von der ich 1952, Seite 386, erst 5 Fundorte im Parkgebiet melden konnte. Das Beispiel zeigt, wie leicht unscheinbare Arten dem Beobachter entgehen können. Wenn man aber in einer kleinen Versuchsfläche einen Quadratmeter nach dem andern absucht, können einem unscheinbare «Seltenheiten» nicht entgehen.

Einige Bodenproben ergaben folgende Resultate (Tabelle 21):

Tabelle 21
Bodenproben von P 2 und P 3

| | 1955 | pH | GV | Carb. | Farbe des GR | Koll. Humus |
|-----|--------|------|-----|-------|--------------------------------|-------------|
| P 2 | 0-1 cm | 7,28 | 46% | + | leicht ziegelrot | sehr wenig |
| P 3 | 0-1 cm | 7,41 | 38% | + | leicht ziegelrot | sehr wenig |
| P 3 | ±5 cm | 8,23 | 20% | 37% | graurötlich + weisse Körner | — |

GV = Glühverlust, Carb. = Carbonate, GR = Glührückstand

Einige weitere pH-Bestimmungen aus dem Kohlenmeiler P 1/3 (1942):

Hauptzahl = Ergebnis kolorimetrisch mit Pehameter HELLIGE,
in () = Kontrolle elektrometrisch.

| | |
|---|------------|
| Blosse Erde unter <i>Cladonia pyxidata pocillum</i> | 6,8 (6,89) |
| Erde samt dem Thallus von <i>Cladonia pyxidata pocillum</i> | 6,5 |
| Blosse Erde unter <i>Cladonia symphyrcarpia</i> | 7,5 (7,10) |
| Erde samt Thallus von <i>Cladonia symphyrcarpia</i> knapp | 6 (5,75) |
| Blosse Erde unter <i>Peltigera rufescens</i> | 6,8 |
| Erde mit Thallus von <i>Peltigera rufescens</i> | 6,5 |
| Erde M Rasen von <i>Tortella tortuosa</i> | 7,2-7,4 |

Weil die Differenz des pH mit und ohne Thallus bei *C. symphyrcarpia* bedeutend grösser ist als bei *C. pocillum*, wäre anzunehmen, dass erstere Art mehr eigene Säuren enthielte.

Die Entwicklung auf der Kohlenmeilerfläche Praspöl verläuft sehr viel langsamer als auf den Dauerflächen in Val Tantermozza T 1 und T 2 und der Dauerfläche II Salin S 18b (vergleiche Seite 277 und Seite 298), besonders wenn man den Unterschied in der Höhenlage (1650 m statt 1980 und 1900 m) und bei Praspöl noch die lokalklimatisch geschützte Lage berücksichtigt im Vergleich zum steilen Längsprofil in der Val Tantermozza. Man kann sich denken, dass der Gehalt an Holzkohlenteilchen den Boden steriler machte. Vor allem aber ist es in Praspöl wohl deshalb, weil die Köhler den Meilerboden stark beschottert haben, als sie ihn errichteten. Deshalb sind auch im Anfang die Jungbäume so schlecht gediehen. Während die Tantermozzafläche T 1 von 1923 bis 1941, also in nur 18 Jahren, sich vom reinen Initialstadium des Cladonietum *symphyrcarpiae* zu einer von Phanerogamen gebildeten, geschlossenen Vegetationsdecke mit ansehnlichem Humuszuwachs entwickelt hat, sind Boden und Vegetation auf dem Praspöl Kohlenmeiler von 1922 bis 1956, also in vollen 34 Jahren, noch ganz im primären Initialzustand verblieben. BRAUN-BLANQUET (1931, Seite 42) betont auch, wie in der Kohlenmeilerfläche der grossen Dauerfläche der Eidgenössischen Forstlichen Ver-

suchsanstalt auf Stabelehod, damals als S 7 bezeichnet, «durch reichliche Anhäufung ausgelaugter **Kohlenreste**» der Boden verschlechtert wird, dass er sogar lokal das Aufkommen mehr **azidiphiler** Arten auf Dolomitschutt ermöglicht. Dort war der Anteil an Moosen und besonders Flechten zirka 40%, und ich erinnere mich noch sehr gut, wie bei der Aufnahme im Sommer 1930 in dieser Fläche von 16 m² die **Cladonien** im Aspekt sehr stark hervortraten, auch *Cladonia* decorticata habe ich damals dort, weil reichlich vertreten, gesammelt. Bei meinem letzten Besuch im Sommer 1956 waren dort von Flechten kaum noch Spuren zu finden, das ganze **Dauerquadrat** trug eine geschlossene, meist rasige Blütenpflanzendecke.

22. Dauerfläche auf Schutt (Z 3: 1941/55, Fig. 19, Bilder 76/79).

Zernez 3 wurde gewählt, um erstens einen Verpflanzungsversuch in ganz **andern** Verhältnissen zu **machen** als in Cluozza-Valletta (Seite 279 ff.), und zwar diesmal **um** die Anpassungsfähigkeit des **weitverbreiteten** *Stereocaulon alpinum* zu erproben. Mit diesem wurden zugleich auch verpflanzt: *Cladonia* ceriotea, *deformis* und *rangiferina*.

2. Zum Unterschied von allen bisherigen Dauerflächen mit Sukzessionen, die von Carbonatrohböden ausgehen, liegt hier ein Gemisch von Ca- und Si-Schutt vor. Die anstehenden Gneisse sind mit Moränen- und **Gehängeschutt** überdeckt, der nach den beigegebenen Ergebnissen **der** Bodenproben andere edaphische Bedingungen bietet als die bisherigen Beispiele auf Schutt.

3. Diese Dauerfläche ist in **tiefster** Höhenlage und im **Haupttal** gelegen, alle andern liegen in den Seitentälern, und schliesslich war der Standort dieser Fläche nahe von Z 1 und Z 2 (siehe Seiten 252 und 262) und zugleich leicht **auffindbar**.

Z 3 liegt an einem wenig begangenen Weg über dem Geleise der Hhätischen Bahn zwischen Zernez und Carolina, **zwischen** Bahnkilometer 115,9 und 116, nahe dem westlichen Portal des **Bahntunnels** unter Val Raschitsch, 1560 m ü.M. Die **Wegböschung**, die sich zirka 100 m in gerader Linie **und** etwa 10 m **über** dem Bahngleise hinzieht, muss im Jahre 1941 rund 30 Jahre alt gewesen sein (Bau der Bahnstrecke 1910). Die Böschung ist zirka 35° nach NW geneigt und trägt je nach Vorherrschen von Ca- oder Si-Schutt mehr *Cladonia symphyrcarpia* oder *C. cariosa*, *deformis*, *pleurota*, *cornuta*, *gracilis elongata* und andere **azidiphile** Flechten.

Unsere Probestfläche ist nur ein kleines Rechteck von 16–17 dm². Die **Boden-**analyse von 1951 ergab:

| Bodentiefe | pH | Glührückstand | | kolloidaler Humus |
|------------|------|---------------|----------|-------------------|
| 0–2,5 cm | 5,1 | 23% | kein Ca! | 4% |
| 3–5 cm | 4,88 | 18% | | 3% |

Es ist **auffällig**, dass in **grösserer** Tiefe das pH noch niedriger ist im Gegensatz zum Verhalten der Dauerflächenböden auf Karbonatrohböden,

Die Vegetation ist stark mosaikartig, so dass die Beschreibung der **Sukzessions-**vorgänge besser nach dem Beispiel der **Felsdauerflächen** von S-charl 1 und S-charl 2 (Seite 262 ff.) **gegeben** wird als mit Hilfe des floristischen Inventars. Zu diesem Zweck sind die Bilder 76 **bis** 79 in 15 Felder eingeteilt, die in natura wenig mehr als 1 dm² **messen** und deren **Numerierung** aus Figur 19 ersichtlich ist. Das Artenverzeichnis vom 7.8.1941 gilt annähernd **auch** für die weiteren Kontrollen vom 6.8.1945, 7.8.1951 und 9.8.1955.

reichliche Anhäufung
sogar lokal das Auf-
Dort war der Anteil
ch noch sehr gut, wie
Cladonien im Aspekt
s dort, weil reichlich
1956 waren dort von
ag eine geschlossene,

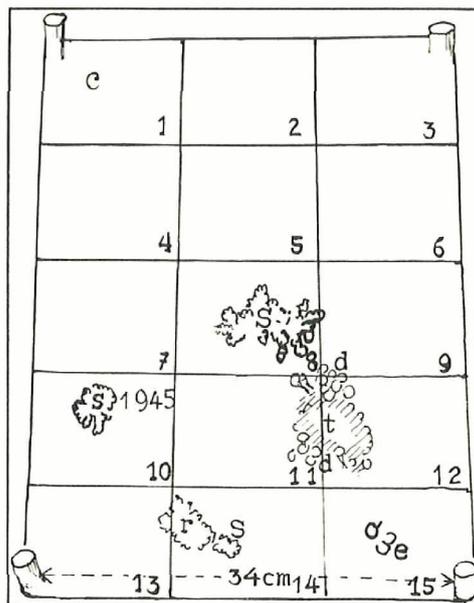
Autochthone Vegetation:

Vaccinium vitis idaea
Deschampsia flexuosa
Agrostis sp.
Campanula barbata
Leontodon hispidus
Polytrichum piliferum
- juniperinum

Cladonia cornuta (c)
- fimbriata
- furcata (f)
- cenotea (t)
- rangiferina (r)
- deformis (d)

Peltigera aphthosa
- rufescens
- erumpens (e)
Psoroma hypnorum
Pannaria pezizoides
Biatora aeruginosa
Pleurozium Schreberi

1941 wurden eingepflanzt: *Stereocaulon alpinum* (S), *Cladonia cenotea* (t), *deformis* (d) und *rangiferina* (r).



Figur 19: Z 3, 1941/1945, Bilder 76 und 77

Zustand 1945 (Bild 77): Die Vegetation hat unter der Dürre der letzten **trockenen** Sommer deutlich gelitten. Das eingepflanzte *Stereocaulon* ist auf der **Einpflanzungsstelle** in F 8 weggefallen, hat aber an den **neuen** Wuchsorten, wohin es verfrachtet worden ist, in F 10, 11 und 14 sich sehr gut gehalten und insgesamt an Zahl und Länge der Podetien zugenommen. Um dies besser sichtbar zu machen, wurden **vor** der photographischen Aufnahme im Feld 11/14 sieben 3-5 cm lange Zweige von *Vaccinium* zurückgeschnitten. Dagegen wurde **auf** der Grenze 11/12 dem natürlichen Konkurrenzkampf zwischen *Stereocaulon* und *Vaccinium* der Lauf gelassen. *Cladonia cornuta* wurde in F 1 durch die **darüber** liegenden Halme und Blätter von *Deschampsia flexuosa* niedergedrückt und degradiert, in F 2 hat sie sich gut entwickelt. Zwischen den **beiden cornuta-Rasen** hat *Clad. pyxidata* neue Apothezien gebildet, von denen 1941 noch keine Spur zu sehen war. Zudem sind einige Podetien mit **1 bis 1,5 cm Höhe** neu entstanden, ebenso in F 2 von *Clad. coccifera* fünf neue Podetien von 5-8 mm Höhe. *Clad. cenotea* im **Ordinatenkreuz 8/9/11/12** scheint durch die Verpflanzung am meisten

7 dm². Die Boden*

er Humus

%
%

im Gegensatz zum

ng der Sukzessions-

arl 1 und S-charl 2

s. Zu diesem Zweck

ig mehr als 1 dm²

tenverzeichnis vom

1945, 7.8.1951 und

gelitten zu haben. *Clad. rangiferina* ist abwärts nach F 14 verfrachtet worden, von *Clad. deformis* liegen noch einige niedergedrückte Podetien an der Verpflanzungsstelle. *Clad. furcata* in F 5/6/8/9 zeigt wenig Zunahme, es ist eine kümmerliche *f. palamaea*.

Peltigera aphthosa in F 3/6 ist infolge der Trockenheit an diesem offenen Standort eher zurückgegangen, einige Loben sind ganz abgestorben. Möglicherweise ist hier eine sekundäre Schädigung eingetreten, weil auch die *Vaccinium*triebe zum Teil abgestorben sind. In der Ecke links unten von F 9, wo *Stereocaulon alpinum* kahlen Boden zurückliess, hat *Psoroma hypnorum* seit 1945 fünf neue Apothezien von 2–3 mm Breite gebildet. In F 10 wurde wahrscheinlich *Pannaria* pezizoides 1941 übersehen, sie ist dort zwischen zwei fruchtenden Thalli von *Psoroma* vorhanden.

Zustand 1951, genau 10 Jahre nach der Einpflanzung (Bild 78): *Stereocaulon alpinum* hat sich merkwürdigerweise in F 8/9, wo sie 1941 eingepflanzt worden war, wieder eingestellt, das heisst, vielleicht aus dort verbliebenen, kleinen Bruchstücken wieder entwickelt. Dagegen sind seine Podetien, die 1945 in F 11/14 sich gut entwickelt hatten, jetzt von *Vaccinium*zweigen fast ganz verdeckt, ebenso in Feld 10.

Clad. cornuta ist weiter zurückgegangen, immerhin haben sich einige Podetien wieder aufgerichtet (in F 1), aber *Vaccinium vitis idaea* bricht überall durch den *cornuta*-Rasen, und auch der Stein am Rand links von F 1, der 1941/45 noch sichtbar war, ist jetzt ganz von *Vaccinium* überdeckt. Oberhalb F 2 sind *Cl. deformis* und *pleurota* gut gewachsen, in F 2 ist *Cl. cornuta*, die an dieser Stelle 1945 so gut gedieh, fast ganz abgestorben, an ihrer Stelie wachsen einige *rangiferina*-Podetien, die seit 1945 zirka 3 cm gewachsen sind, also jährlich $\frac{1}{2}$ cm. Von *Cl. cenotea* haben an der Pflanzstelle von 1941 doch noch einige Podetien ausgehalten, teils tragen sie neuerdings sogar kümmerliche Apothezien, insgesamt ist das Transplantat der 3 *Cladonia*arten doch am Absterben, von *Cl. deformis* ist wirklich nichts mehr vorhanden. Dagegen sind die autochthonen Podetien von *deformis* und *pleurota* am Rande rechts von F 12/15 noch in gesundem Wachstum befindlich. *Polytrichum piliferum* hat zur Hauptsache *P. juniperinum* Platz gemacht.

Peltigera aphthosa ist in den Feldern 3/6 wenig gewachsen, allerdings mehr, als in Bild 88 erkennbar ist, weil sie durch die Blätter der *Campanula barbata* und *Vacc. vit. idaea* teils verdeckt ist, in Feld 6 ist ein Lappen deutlich sichtbar, er ist in 6 Jahren 3 cm gewachsen. *P. aphthosa*, in F 8/9/11/12 noch kaum erkennbar, nimmt jetzt ein Oval von 9×13 cm ein, was ungefähr einem jährlichen marginalen Wachstum von maximal 1 cm entspricht. Sie hat jetzt *Psoroma hypnorum* überwachsen und vernichtet, ebenso kleine Anfänge von *Peltigera erumpens*. *P. rufescens*, die 1945 in F 13 noch ganz fehlte, ist jetzt in F 13/14 zwischen den *Vaccinium*zweigen sichtbar, aber nur in den ersten Anfängen.

Zustand 1955, Bild 79: Auf den ersten Blick fällt die starke Zunahme von *Vaccinium* auf. Trotzdem hat sich von den 4 im Jahre 1941 eingepflanzten Arten *Stereocaulon alpinum* in den gar nicht standortgemässen Bedingungen während der 14 Jahre des Versuches am besten gehalten. Es ist zwar seit 1951 wieder etwas gewandert. Deutlich erkennbar ist das grösste der Podetien unten auf der Grenze F 9/12, seit 1951 zirka 1,5 cm gewachsen, also jährlich 3 mm, falls es wirklich das gleiche Podetium ist, das 1951 an dieser Stelle wuchs. Auch in F 10 hat es sich seit 1945 behauptet, das längste Podetium ist 4 cm lang, das in F 9 5 cm. Vergleicht man das Verhalten von *Stereocaulon* im Vergleich zu dem der 3 verschwundenen *Cladonia*en, so erkennt man aus unserem Versuch die grosse Anpassungsfähigkeit des *Stereocaulon*, das sowohl in den Schneetälchen der alpinen Höhenstufe seine Existenz zu fristen vermag und auf den im Sommer hitzedurchglühten Sandern der Alluvionen in der Südschweiz, zum Beispiel Maggiadelta bei Locarno, in Massen reichlich fruchtet, ebenso wie in den

et worden, von *Clad.*
 Verpflanzungsstelle.
 merliche *f. palamaea*.
 em offenen Standort
 herweise ist hier eine
 zum Teil abgestorben
 ahlen Boden zurück
 von 2–3 mm Breite
 hersehen, sie ist dort

Bild 78): *Stereocaulon*
 pflanzt worden war,
 leinen Bruchstücken
 4 sich gut entwickelt
 . Feld 10.
 ich einige Podetien
 : überall durch den
 14/45 noch sichtbar
 nd *Cl. deformis* und
 15 so gut gedieh, fast
 letien, die seit 1945
 n an der Pflanzstelle
 ie neuerdings sogar
*Cladonia*arten doch am
 . Dagegen sind die
 ts von F 12/15 noch
 Hauptsache *P. juni-*

erdings mehr, als in
arbata und *Vacc. vit.*
 ; er ist in 6 Jahren
 ar, nimmt jetzt ein
 den Wachstum von
 erwachsen und ver-
 ts, die 1945 in F 13
 eigen sichtbar, aber

starke Zunahme von
 ngepflanzten Arten
 ungen während der
 vierer etwas gewan-
 Grenze F 9/12, seit
 as gleiche Podetium
 1945 behauptet, das
 das Verhalten von
 so erkennt man aus
ocaulon, das sowohl
 ten vermag und auf
 r Südschweiz, zum
 ebenso wie in den

Glazialalluvionen der Alpentäler. Beim Ausharren des *Stereocaulon* kommt es offenbar nicht in erster Linie auf die Haftfähigkeit an, diese wäre zum Teil bei den 3 verpflanzten *Cladonien* sicher besser. Man weiss ja, wie leicht sich die *Stereocaulonrasen* vom Substrat abheben lassen im Vergleich zu den *Cladonien*. Da *Clad. cenotea* und *deformis* ja in erster Linie charakteristische Konstanten des *Cladonieturn cenoteae* sind, morsches Holz als Substrat bevorzugen, waren sie ja hier nicht an ihrem eigentlichen Standort, eher hätte man *Clad. rangiferina* Chancen geben müssen. *Clad. cenotea* war ja auch an ihren spontanen Standorten schon 1945 stark degradiert. Auch die andern *Cladonien* gingen 1955 stark zurück, in F 12 sind zum Beispiel *C. deformis* und *pleurota* (autochthon!) ganz verschwunden, nur noch *C. fimbriata* mit nur 1 cm hohen, gebräunten Podetien ist geblieben. Dagegen haben 1955 die *Peltigeren* zugenommen, in F 3/6 ist allerdings *P. aphthosa* schwach geblieben, in den Feldern 8/9/11/12 kämpft sie mit *P. polydactyla* und *rufescens* um den Platz, ihr grösster Thallus ist in der Mitte abgestorben, die äussersten Lappen haben einen Durchmesser von 17 cm. In den Feldern 11/14 rückt ein grosser Thallus von *P. rufescens* in der Richtung nach rechts vor, und in F 15 ist seit 1951 ein Thallus von *P. erumpens* mit 2 Lappen und 2×2 cm Ausdehnung entstanden. Der Gesamthallus von *P. rufescens* in den Feldern 10/11/13/14 misst 19×15 cm, doch war seine Wachstumsleistung nicht messbar. *Psoroma hypnorum* (O) ist an seinen früheren Wuchsorten verdeckt worden, in den Feldern 10/13 und 15 neu entstanden, in Feld 15 dicht neben der *P. erumpens*, hier eine Kruste von 3×3 cm bildend mit mehreren Apothezien, zwei davon mit 5 mm Breite, was ein bemerkenswertes Wachstum eines Apotheziums bedeutet. *Pannaria pezizoides* in F 8 ist 2,5×2 cm gross und in F 12 2×1 cm, reichlich fruchtend! Vitalität 3! Ausser der grossen Plastizität von *Stereocaulon alpinum* ergeben sich aus Z 3 wertvolle Einzelheiten, so die rasche Entwicklung der beiden *Pannariaceen* *Psoroma* und *Pannaria* und ihrer Apothezien. *Peltigera aphthosa* und *rufescens* zeigen wie anderwärts ein relativ rasches Wachsen und Absterben. Insgesamt zeigt Z 3 eine etwas unentschiedene und mosaikartige Entwicklungstendenz, was wohl zum Teil dem anthropogenen Standort zuzuschreiben ist.

23. Dauerfläche auf Schutt (S 48: 1939/55, Bild 80).

Anhangsweise sei diese Fläche erwähnt, obschon sie in erster Linie zu den Dauerflächen der grossen Serie der phanerogamischen Grossvegetation gehört. Es ist die Fläche S 48 in *Schera-Lavinar* bei 2080 m ü.M., wo 1917 eine grosse Lawine den Wald niederlegte und seither *Pinus mugo* die Bewaldung wieder einleitet (siehe W. LÜDI, 1954).

Mit B. STÜSSI habe ich 1939 am 31. Juli dieses Meterquadrat erstmals aufgenommen, weil es einer der wenigen Fundorte der im Unterengadin seltenen *Cladonia bellidiflora* ist. Die flechtenreiche Zwergstrauchheide gedeiht hier auf einem extrem kalkarmen Verrucanoschutt in 15° Neigung gegen WNW. Am 8.8.1955 habe ich die Dauerfläche mit H. U. STAUFFER besucht, um die Entwicklung der *C. bellidiflora* zu kontrollieren. Dabei habe ich sie noch in der Umgebung konstatieren können, was mir früher nicht möglich war. Nach unseren Beobachtungen hat sich S 48 seit der floristischen und photographischen Aufnahme durch B. STÜSSI am 11.8.1950 wenig geändert (siehe Tabelle 22). Unsere Schätzungen stimmen mit den seinigen ziemlich überein.

Die wichtigsten Änderungen betreffen das Zunehmen der Zwergsträucher, besonders von *Empetrum*, die Zunahme von *Clad. pleurota* auf Kosten der *bellidiflora* und die Zunahme von *Dicranum*, was mit der zunehmenden Beschattung durch die Zwergsträucher zusammenhängt, damit parallel auch die Zunahme der beiden *Cladinen* *rangiferina* und *sylvatica*, welche auf die fortschreitende Verheidung hindeuten.

Tabelle 22
Floristisches Inventar von S 48

| 1939 | | 1950/55 | | |
|---------|-----------|---------|----------|--------------------------|
| D% | Vit. | D% | Vit. | |
| -1 | 2 | 1 | 2 | Pinus mugo |
| 20 | -2 | 20 | 2 | Vaccinium Myrtillus |
| 5 | 2 | 3-4 | 2 | - vitis idaea |
| 1 | 2 | 3 | 2 | - uliginosum |
| 8 | 3 | 20 | 3 | Empetrum hermaphroditum |
| 1-2 | 2 | 2- | 3 | Erica carnea |
| 35 | 8 cm hoch | 50 | 10-15 cm | hohe Zwergstrauchschicht |
| -1 | 1 | 1 | 2-3 | Deschampsia flexuosa |
| + | -3 | - | | Anthoxanthum odoratum |
| + | 2 | - | | Calamagrostis varia |
| -1 | -3 | 1 | 1 | Melampyrum pratense |
| 1 | 2 | 1 | 2 | Homogyne alpina |
| - | - | + | 1 | Antennaria dioeca |
| -1 | 2 | -1 | 1 | Leontodon helveticus |
| 1 Stück | | - | | Hieracium murorum |
| 15 | 2-3 | 20 | 2 | Dicranum scoparium |
| 2 | 2 | 4 | 3 | Cladonia rangiferina |
| 3 | 3 | 6 | 3 | - sylvatica |
| 10 | 2 | 8 | 2 | - gracilis elongata |
| 1 | 1 | -1 | 2 | - pyxidata pocillum |
| 15 | -3 | 7 | -2 | - bellidiflora |
| P 5 | -3 | 12 | 3 | - pleurota |
| 8 | 2 | 6 | 2 | Cetraria islandica |
| 60 | | 60 | | Flechten-Moosschicht |

Ein Vergleich dieser Fläche mit denen in Val Cluozza drängt sich auf, weil diese in gleicher Höhe und ähnlicher Exposition liegen. Am meisten Ähnlichkeit in der Zusammensetzung der flechtenreichen Zwergstrauchschicht zeigt die Fläche Cluozza 10, obschon dort eine reine Ca-Unterlage vorhanden ist. Empetrum fehlt zwar, und die Vaccinien Myrtillus und uliginosum vertauschen ihr Deckungsverhältnis, Clad. alpestris fehlt ganz, wohl wegen der offenen Lage auf La Schera. Grösser ist der Unterschied gegenüber den 8 Flächen in Cluozza Valletta und Cluozza 9/9a, wo Clad. alpestris eine dominierende Rolle spielt wegen der durch die Topographie bedingten, längeren Schneebedeckung. Der Gesamtaspekt der Flechten-Zwergstrauchschicht aber ist doch recht ähnlich und dokumentiert wiederum die Tatsache, dass es eine nur geringe Überdeckung des Kalkkarbonatschuttes braucht, um der azidiphilen Flechten-Zwergstrauchschicht die Existenz auf dem basischen Grund zu ermöglichen.

**Zusammenstellung der gemessenen und errechneten jährlichen Wachstumsgrößen
in Millimetern**

Die beiden folgenden Tabellen 23 und 24 sind geordnet nach den Lebensformen der Flechten (FREY, 1922, Seiten 109/110). In der 3. Kolonne sind die abgekürzten Bezeichnungen der Versuchsflechten angegeben, damit man dort die speziellen Standortbedingungen noch nachsehen kann, falls die folgenden Kolonnen nicht die gewünschten Angaben enthalten. Die dort verwendeten Abkürzungen sind wie folgt zu verstehen:

| | |
|---|-------------------------------|
| Fs = Fels, in unserem Fall Silikatfels | Fk = Feuchtigkeitsgrad |
| HR = Holz, Rinde | — = trocken |
| Hu = Humusauflage | w = wenig Feuchtigkeit |
| + = Zutreffen oder | m = mässig feucht |
| — = Fehlen des betreffenden Standorts | f = ziemlich feucht |
| Sch = Ca- oder Si-Schutt | ff = sehr feucht, nass |

Die Aufteilung in zwei Tabellen ist so verstanden, dass die Lebensformen, welche zu den Krusten und Blattflechten gehören, ein mehr oder weniger ausgesprochen **plagiotropes** Wachstum aufweisen. Die *Cladonia*-, *Cladina*- und *Cetraria*-Form sind durch ein mehr oder weniger vertikales Längenwachstum ausgezeichnet. Bei den Cladonien handelt es sich um das Wachstum der Podetien in die Höhe (vergleiche FREY, 1933 a, Seiten 1–9: «Was ist das **Podetium?**»), während der Cladoniathallus selber ein meist deutlich plagiotropes Wachstum besitzt.

BESCHEL (1958) erwähnt (Seite 105), dass schon ARNOLD in seiner **Lichenenflora** von München (1891–1900) das Wachstum **epiphytischer** Flechten mit Hilfe der **Jahresringzählungen durchgeführt** hätte. Ich habe zwar nach solchen Angaben bei ARNOLD vergeblich gesucht, aber es ist verwunderlich, dass solche Messungen nicht schon auf breiterer Basis versucht worden sind. Vor Jahren habe ich solche Zählungen vereinzelt versucht, so zum **Beispiel** an einer dichten mit einem *Parmelietum furfuraceae-physodis* bewachsenen Larix auf Alp La Schera bei 2100 m an NW-Hang. Ich mass damals nur die auf den äussersten **Zweigspitzen** bis zum 10. Jahresring rückwärts auftretenden *Parmelia exasperatula*-Thalli. Bei 2 Jahresring starken Zweigen waren durchschnittlich die ersten **gut** sichtbaren **Jungthalli** zu finden, und es ergab sich im Durchschnitt ein marginaler **Zuwachs** von nur **0,5–1 mm** (FREY, 1952, Seite 428). Es ist zu wünschen, dass solche Messungen **planmässig durchgeführt** werden, und ich möchte in diesem Zusammenhang noch einmal auf die Seite 250 oben gemachten Überlegungen hinweisen.

Tabelle 23
plagiotropes Wachstum

| Lebens-Form | Art | V-fl. | Wachstum | Fs | HR | Hu | Expos. | Fk |
|-----------------|--------------------------------------|--------------|-----------------------|----|----|----|----------|--------|
| Pertusaria - F | Haematomma ventosum | Sc 2 | 0,1 -0,3 | + | - | - | WNW | - |
| | Icmadophila ericetorum | CV 1 | 2 -9 | - | + | + | NW | m |
| Testudinea - F | Rhizocarpon disporum | Sc 2 | 0,03 -0,135 | + | - | - | WNW | - |
| | - geographicum | Sc 1 | 0,25 -0,6 | + | - | - | ESE | - |
| | Lecidea cyanea | Sc 1 | 0,25 | + | - | - | ESE | - |
| | Psoroma hypnorum | Z 3 | Ap/4j: 2-3 | - | - | + | NW | w |
| Placodium - F | Lecanora (Pl.) alphoplaca | Z 2 | 0,675-1,4 | + | - | - | NW | m |
| | ¹⁾ | | 0,07 -0,2 | | | | | f |
| | Parmeliopsis ambigua - hyperopta | Z 1 CV6 3 | 1,2 -4 | - | + | - | NW NW | - m |
| Hypogymnia - F | Parmelia encausta | Sc 1 | 1 -1,67 ²⁾ | + | - | - | ESE | - |
| | Ap. 0,15-0,45; 5-6/1 cm ² | | 0,67 -1,2 | | | | | |
| | keine Ap.! | Sc 2 | 0,58 -0,75 | + | - | - | WNW | - |
| | Parmelia physodes | Z 1 | 0,2 | - | + | - | NW | - |
| | -- | Sc 4 | 1,15 -4 | - | + | - | SE | - |
| Parmelia - F | Parmelia disjuncta | Sc 1 | 0,2 | + | - | - | ESE | - |
| | - pubescens | Sc 1 | 0,5 -1 | + | - | - | ESE | - |
| | | Sc 2 | 0,7 -1,25 | + | - | - | WNW | - |
| | - omphalodes | Sc 3 | 2 | + | - | - | E | m |
| | - saxatilis 1934/42 | Sc 4 | 0,5 | - | + | - | SE | - |
| | - saxatilis 1942/47 | Sc 4 | 1,7 | | | | | |
| | - saxatilis | Z 1 | 3,5 -4 | - | + | - | NW | - |
| | Cetraria hepatizon | Sc 1 | 2 | + | - | - | ESE | - |
| | - pinastri | CV6 2 | -3 | - | + | - | NW | m |
| Umbilicaria - F | Umbilicaria cylindrica | Sc 1 | 0,01 -0,04 | + | - | - | ESE | - |
| | -- Knospen | Sc 1 | 0,2 | | | | | |
| | | Sc 2 | 0,023-0,23 | + | - | - | WNW | - |
| | - Nylanderiana (Gotthard) | | 0,25 | + | - | - | S | - |
| Peltigera - F | Peltigera canina | Z 1 | 3 -7 | - | + | - | NW | m |
| | - apthosa | Z 1 | 3 | - | + | + | NW | - |
| | -- | Z 3 | 5 -10 | - | - | + | NW | w |
| | - erumpens | Z 3 | 2,5 -4 | - | - | + | NW | w |
| | - rufescens | P 1 | 25 -27! | - | - | + | flach | - |

¹⁾ In der oberen Zeile das Wachstum bei einigermaßen günstigen Lebensbedingungen, in der unteren Zeile bei zunehmender Beschattung und zu starker Durchfeuchtung (f).

²⁾ In der oberen Zeile das Wachstum auf nackter Felsfläche und vorwiegend waagrechter Richtung, in der unteren Zeile über Krustenflechten hinweg und zum Teil in senkrechter Richtung. In der zweiten Kolonne ist für P. encausta das Wachstum vorhandener Apothezien und die Neubildung von Apothezien pro cm² angegeben.

Siehe auch die Angaben über Apothezienbildung und -wachstum auf Seiten 23, 25, 27, 28, 29, 60 und 62!

Tabelle 24
± orthotropes Wachstum

| IR | Hu | Expos. | Fk | Lebens-Form | Art | V-fl. | Wachstum | HR | Hu | Sch | Expos. | Fk | |
|----|----|-----------|--------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------|-----|----|-----|--------|----|----|
| + | + | WNW NW | — m | Cladonia - F | Cladonia <i>coccifera</i> | Z 3 | 1,6-2 | — | + | Si | NW | w | |
| — | — | — | — | | — v. <i>pleurota</i> | CV 3 | 0,5-1 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | — | WNW | — | | — <i>deformis</i> | CV 3 | 2 -2,5 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | — | ESE | — | | — | CV 1 | 2 -4 | + | + | Ca | NW | f | |
| — | — | ESE | — | | — | T1ab | 3 | + | w | — | NW | f | |
| — | + | NW | w | | — <i>bacilliformis</i> | T1ab | 2 | + | — | — | NW | m | |
| — | — | — | — | | — <i>fimbriata minor</i> | CV 3 | bis 1 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | — | NW | m | | — v. <i>radiata</i> | Se 4 | 1 -2 | + | — | — | SE | — | |
| — | — | — | f | | — | Sc 5 | 1,5-2 | + | — | — | SE | — | |
| + | — | NW | — | | — <i>pyxidata</i> | Z 3 | 2 -3,5 | — | + | Si | NW | w | |
| + | — | NW | m | | — v. <i>chlorophaea</i> | CV 3 | 0,1 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | — | — | — | | — <i>cornuta</i> | CV 3 | 0,5-1 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | — | ESE | — | | — <i>gracilis elongata</i> | CV 2 | 0,7 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | — | — | — | | — | T1ab | 2 | + | w | — | NW | m | |
| — | — | WNW | — | | — <i>cenotea</i> | CV 3 | 0,1 | — | + | Ca | NW | m | |
| + | — | NW | — | | — <i>generell</i> | Z 1 | 0,2-0,3 | + | — | — | NW | — | |
| + | — | SE | — | | — <i>generell</i> | Cl 11 | bis 1 | + | w | — | W | — | |
| — | — | ESE | — | | Cladina - F | Cladonia <i>uncialis</i> | CV 4 | 2,7 | — | + | Ca | NW | ff |
| — | — | ESE | — | | | — | CV 6 | 2,5 | — | + | Ca | NW | m |
| — | — | WNW | — | | | — | CV 8 | 2,8 | — | + | Ca | NW | m |
| — | — | E | m | — <i>amaurocraea</i> | | Cl 9a | 2 -3 | — | + | Ca | N | f | |
| + | — | SE | — | — <i>alpestris</i> | | CV 1 | 3 | — | + | — | NW | m | |
| + | — | — | — | — | | CV 2 | 2 -8 | — | w | Ca | NW | m | |
| + | — | NW | — | — | | CV 6 | 3 -5 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | — | IESE | — | — | | CV 8 | ±5 | — | + | Ca | NW | m | |
| + | — | NW | m | — <i>rangiferina</i> | | CV 6 | 5 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | — | — | — | — | | CV 8 | 4 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | — | IESE | — | — | | Z 3 | 5 | — | + | Si | NW | w | |
| — | — | WNW | — | — | | Cl 11 | 2 | + | w | — | W | — | |
| — | — | S | — | — <i>sylvatica</i> | | CV 1 | 3 | + | + | — | NW | f | |
| — | — | — | — | — | | CV 3 | 7,5 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | — | NW | m | — | | e v 7 | 2 -3 | — | w | Ca | NW | m | |
| — | + | NW | w | — | | CV 8 | 5 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | + | NW | w | — | | Z 3 | 3 | — | + | Si | NW | w | |
| — | + | flach | — | Stereocaulon <i>alpinum</i> | Z 3 | 3 | — | + | Si | NW | w | | |
| — | + | flach | — | Cetraria - F | Cetraria <i>islandica</i> | CV 8 | 25 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | + | flach | — | | — | CV 6 | 2,5 | — | + | Ca | NW | m | |
| — | + | flach | — | Usnea-Form | Usnea sp. | Sc. 4 | 3 ¹⁾ | + | — | — | SE | — | |

Lebensbedingungen, in
Richtung (f).
wiegend waagrecht
in senkrechter Rich-
tung Apothezien und die

Seiten 23, 25, 27, 28,

¹⁾ Entsprechend dem Standort ein relativ geringes Wachstum!

Zusammenfassung

Im Schweizerischen Nationalpark und seiner nächsten Umgebung wurde auf 33 Versuchsflächen von meist $\frac{1}{4}$ -1 m² Grösse die Entwicklung der Flechtenvegetation floristisch und photogrammetrisch kontrolliert. Die Flächen lagen zur Hauptsache in der subalpinen Höhenstufe zwischen 1550 und 2240 m ü.M., eine alpin-subnivale Fläche wurde bei 2650 m ü.M. beobachtet. Die am längsten untersuchten Flächen unterstanden der Kontrolle 33 und 34 Jahre, die durchschnittliche Beobachtungsdauer lag zwischen 18 und 19 Jahren.

Einleitend werden Ratschläge für die photographische Aufnahmetechnik und die Auswertung der Aufnahmen gegeben, ferner die neuesten Arbeiten über die Wachstumsphysiologie der Flechten besprochen, wobei der Verfasser hervorhebt, dass ausser der Photosynthese durch die Flechtenalgen auch die saprophytische Nahrungsaufnahme durch den Flechtenpilz nicht übersehen werden darf.

Die Flechtenentwicklung auf Holz und Rinde wird auf 5 sehr verschiedenen Standorten verfolgt. Besonders auffällig ist das extrem langsame Wachstum der Cladoniapodetien. Die beiden in bezug auf Feuchtigkeitsverhältnisse entgegengesetzt beschaffenen Standorte Zernez I und Tavrü Ia/b zeigen, wie sehr bei der Vermorschung und Besiedelung durch Flechten und Moose der Faktor Feuchtigkeit das Tempo der Entwicklung bestimmt. Nebenbei ergeben sich auch erstaunlich geringe Wachstumsgrössen von *Pinus Cembra*, *P. mugo* und anderen Holzpflanzen, auch auf den Fels- und Schuttstandorten.

Auf 5 verschiedenen Silikatfelsstandorten bieten sich zahlreiche Möglichkeiten, die Wachstumsgeschwindigkeit und die Apothezienbildung zu messen und die Konkurrenzverhältnisse der Lebensformen, der Arten und Individuen derselben Art festzustellen. Auffällig ist dabei das stationäre Verhalten vieler Krustenflechten auf voll besiedelten Flächen. Dieses stationäre Verhalten ist im relativ trockenen Klima des Unterengadins deshalb so ausgeprägt, weil die rascher wüchsigen *Pertusarien* und andern Arten der *Pertusaria*-Lebensform, die durchschnittlich zu ihrem Gedeihen eine relativ höhere Luftfeuchtigkeit verlangen, fast ganz fehlen. Regenerationsversuche, zum Beispiel an *Parmelia encausta*, ergeben eine ziemlich rasche Regenerationsfähigkeit. Die Dauerfläche S-charl 6 ist ein Beispiel der ganzen Sukzessionsserie, vom Initialstadium der epipetren Flechten-Moosvegetation auf Silikatfels bis zur Bildung des Humusbodens, wie ihn *Pinus Cembra* und *mugo* zum guten Gedeihen benötigen.

23 Versuchsflächen auf Schuttboden, wovon 21 auf Ca-Schutt, zeigen, wie rasch die Entwicklung vom basiphilen Initialstadium des *Cladonietum symphy-carpiae* zu den azidiphilen *Cladinagesellschaften* führen kann. Eine nur 1-3 cm dicke Mörauflage genügt oft, um das extrem azidiphile *Cladonietum alpestris* vom Carbonatrohdboden zu isolieren (CV 2-8), was durch zahlreiche pH-Bestimmungen bewiesen wird. Diese Entwicklung spielt sich vor allem in extremen Nordlagen mit langer Schneebedeckung ab, wo die phanerogamische Vegetation nur mit Mühe aufkommen kann.

In günstigeren Lagen, so in Tantermozza I und Stabelechod II Salin 18b, führt die Entwicklung ziemlich direkt vom *Cladonietum symphy-carpiae* zum *Mugeto-Ericetum*. Dagegen spielt sich eine besonders langsame Entwicklung ab auf den ehemaligen Kohlenmeilerstellen, wo die Köhler seinerzeit durch Beschotterung des Bodens ungünstige Vorbedingungen geschaffen haben, und wo zudem durch Anreicherung des Bodens an Holzkohle die Ansiedlung gewisser Arten gehemmt wurde, so in der am längsten beobachteten Dauerfläche Praspöl 1922/56. Hier ging dem *Cladonia symphy-carpia*-Initialstadium ein *Peltigera-rufescens*-Stadium voraus mit relativ raschem Entwicklungstempo.

Transplantationen von Strauchflechtenrasen, Eu-Cladonienthalli und Peltigeren belehren über die **Anpassungsfähigkeit** und **Konkurrenzfähigkeit** der Arten unter sich und geben Ratschläge für **weitere** solche Versuche.

Einige der untersuchten Dauerflächen, so Zernez 1, S 6 F 1 und S 18b/c im Gebiet von Il Fuorn, vor allem der Praspöl-Kohlenmeiler, **können** der Weiterbeobachtung **empfohlen** werden.

Die **wichtigsten** Ergebnisse der Wachstumsmessungen sind in zwei Tabellen **dargestellt**, im übrigen **wird** auf die Zusammenfassungen am Schluss der einzelnen Abschnitte verwiesen.

Summary

In the Swiss National Park and its immediate surroundings floristic and photographic investigations on the development of lichen vegetation were made over 33 experimental surfaces of $\frac{1}{4}$ –1 m². Most of the surfaces were situated in the subalpine height between 1550 and 2240 m above sea level, one alpine-subnival surface was observed at 2650 m. The longest observations were made over 33–34 years, the average **being** between 18 and 19 years.

At the **beginning** advice is **given** on the photographic technic and the evaluation of **notes** and photographs. The author discussed the latest works over **growth-physiology** and pointed out that besides the photosynthesis by the **lichen-algae** the saprophytic nutrition by the **lichen-fungus** is not to be overlooked.

The growth on wood and bark, studied on 5 surfaces, demonstrated that the **moisture** is the most important factor for the decaying of wood and the development of **lichen-moss-vegetation** (Compare Zernez 1 and Tavrü 1 ab). Extremely slow **growth** is observed by podetia of Cladonia, also of young trees of *P. Cembra* und *P. mugo* (Z 1). On 5 stations on **siliceous rock** the **growth** of many lichen species and the development of the apothecia could be measured. The competition between the different life-forms and the individuals of the same species in different conditions are confirmed. It is **striking how** crustaceous lichens on completely **overgrown** surfaces remain stationary. **This is** evident because in the **dry** climate of the Engadin the Pertusaria – life – form (FREY, 1922) is rare. The surface S-charl 6 is an example of a successional series from the initial-stage of an **epipetrical** vegetation to a humus **soil**, in which grow e. g. *Pinus Cembra* et *P. mugo*.

23 surfaces on rubble, of which 21 on chalk, **show** how the development from the **basiphil** initial-stage of *Cladonietum symphyrcarpiae* conduct to the **azidophil** *Cladina*-associations. Often a layer of decayed *Cladonias*, **only** 2–3 mm thick, **suffices** to **isolate** the extremely **azidophil** *Cladonietum alpestris* from the raw carbonate-soil (CV 2–8), as e. g. in extrem north exposition, **where** the **snow** **remains** a long time and the phanerogamic vegetation grows **badly**. In better stations as in T 1 and II **Salin 18b** the development goes **directly** from the *Cladonietum symphyrcarpiae* to the *Mugeto-Ericetum*. In **comparison with this** the development on the coalholes is extremely slow, because the **charcoalburners** have **generally made** a layer of broken **stones** (p. 301/08). Transplantations of cushions of lichens **were** made for **studying** the competition of lichen **species** (see CV 2–8).

As the foregoing **results** were obtained in an area with subcontinental alpine climate, characterised by little precipitations and dry **air**, it may be expected that in a more humid alpine climate as e. g. in the Grimsel- or Gotthard-district, the **growth** of lichens **would** be quicker.

Literaturverzeichnis

- ARNOLD, F. (1891–1900): Zur **Lichenenflora** von München. Ber. Bayer. Bot. Ges. 1891–1900.
- BESCHEL, R. (1950): Stadtflechten und ihr Wachstum. Diss. Univ. **Innsbruck**.
- (1954): Eine Flechte als **Niederschlagsmesser**. Wetter und Leben, 6 56/60.
- (1957): **Lichenometrie im Gletschervorfeld**. Jahrb. Verein zum Schutz der **Alpenpflanzen und -tiere**, München.
- (1957 b): A **project to use lichens as indicators of climate** and time. "Arctic", Journ. Arctic Inst. North. America 10, 60.
- (1958): Flechtenvereine der Städte, **Stadtflechten** und ihr Wachstum. Ber. **Naturw.-Medizin**, Verein **Innsbruck** 52, 158 S.
- BRAUN-BLANQUET, J.** und Mitarbeiter (1931): **Vegetationsentwicklung** im Schweiz. Nationalpark. Chur 1931.
- **PALLMANN H.** und **BACH, R.** (1954): **Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen** im Schweizer Nationalpark und seinen Nachbargebieten. **II. Vegetation und Böden** der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (**Vaccinio Piceetalia**). Ergebnisse der **wiss. Unters.** des Schweizer. **Nat.-parks** 4, Nr. 28, 200 S., 21 Tab., 17 Abb.
- BUTIN, H.** (1954): Physiologisch-ökologische Untersuchungen über den Wasserhaushalt und die Photosynthese bei Flechten. **Biolog. Zentralbl.** 73, 9/10, 459/502.
- COOPER, W. S.** (1928): Seventeen **Years of successional change** upon **Isle Royale**, Lake Superior. Ecology 9, Nr. 1–5.
- (1931): A **third expedition to Glacier Bay Alaska**. *ibid.* 12, Nr. 1, 61/95.
- FAEGRI, K.** (1933): **Über die Längenvariationen** einiger Gletscher des Jostedalbrae und die dadurch bedingten **Pflanzensukzessionen**. **Bergens Mus. Arbok** 1933 **Naturvid. rekke** 7 (255 S., 47 Abb.).
- FINK, B.** (1917): The rate of growth in Lichens. *Mycologia* 9, 3, 138/158.
- FREY, E.** (1922): Die **Vegetationsverhältnisse** der **Grimselgegend**. **Mitt. Naturf. Ges. Bern** 1921, 6, 198 S., 1 Karte.
- (1923): Die Berücksichtigung der **Lichenen** in der soziologischen Pflanzengeographie. **Verh. Naturf. Ges. Basel** 35, 1. Teil.
- (1929): **Beiträge** zur Biologie, Morphologie und Systematik der **Umbilicariaceen**. *Hedwigia* 69, 219/52.
- (1933 a): Cladoniaceae – **Umbilicariaceae**. **Rabenh. Kryptog. Flora** 9, 4. Abt., 1. Hälfte.
- (1933 b): Die **Flechtengesellschaften** der Alpen. Ber. Geobot. Institut **Rübel, Zürich** 1933, 36/51.
- (1936): **Vorarbeiten zu einer Monographie** der **Umbilicariaceen**. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 45, 198/230.
- (1937): Die Flechtenvegetation des Aletschreservates. **Bull. Murith. soc. valais. se. nat.** 54, 55/93.
- (1952): Die **Flechtenflora und -vegetation** des Nationalparks im **Unterengadin**. **I. Teil: Die diskokarpen Blatt- und Strauchflechten**. Ergebnisse d. **wiss. Unters. Schweiz. Nationalparks** 3 (Neue F.), Nr. 27, 361/503.
- HALE, M.E. jr.** (1956): First report on **lichen growth rate and succession** at **Aton Forest** Connecticut. **The Bryologist** 57, 3, 244/7.
- KLEMENT, O.** (1955): **Prodromus** der mitteleuropäischen Flechtengesellschaften. **Feddes Repert. Beih.** 135, 194 S.
- LANGE, O.L.** (1953): **Hitze- und Trockenresistenz** der Flechten in Beziehung zu ihrer **Verbreitung**. **Flora Allg. Bot. Zeitung** 140, 39/97.
- LINKOLA, K.** (1918): Messungen über den jährlichen Zuwachs einiger **Parmelia-** und **Parmeliopsis-** Arten. **Meddel. Soc. Fauna et Flora Fennica** 44, 153/8.
- LÜDI, W.** (1930): Die Methoden der **Sukzessionsforschung** in der Pflanzensoziologie. **Handbuch d. biolog. Untersuchungsmeth.** Abt. 11, Teil 5, 527/728.
- (1954): Die Neubildung des **Waldes** im **Lavinar** der **Alp La Schera** im Schweiz. **Nat.-park**. Ergebnisse **wiss. Unters. Schweiz. Nationalparks** 4 (Neue F.) Nr. 30.

- (1945): Besiedlung und **Vegetationsentwicklung** auf den jungen Seitenmoränen des Grossen Aletschgletschers. Ber. Geobot. Inst. Rübel, Zürich 1944, 35/112 + 8 Abb.
- MEYLAN, CH. (1940): Les **Musciniées** du **Parc National Suisse**. *ibid.* 1 (Neue F.), Nr. 7, 77 S.
- NYLANDER, W. (1868): Circa **evolutionem sporarum germinantium**. *Flora* 1868, 355.
- RYDZAK, J. (1956): A method of **studying growth** in lichens. *Annal. Univers. Marie Curie-Sklod. Lublin* sect. C 10, 4, 87/91.
- SANDSTEDT, H. (1930): Schedae zu **Cladoniae** exsiccatae. Im Selbstverlag.
- TOBLER, F. (1925): Biologie der Flechten. Bornträger, **Berlin**.
- VOIGTLÄNDER-TETZNER, W. (1932): Beobachtungen über die Dauer des Wachstums der **Cladonien**. *Hedwigia* 72.

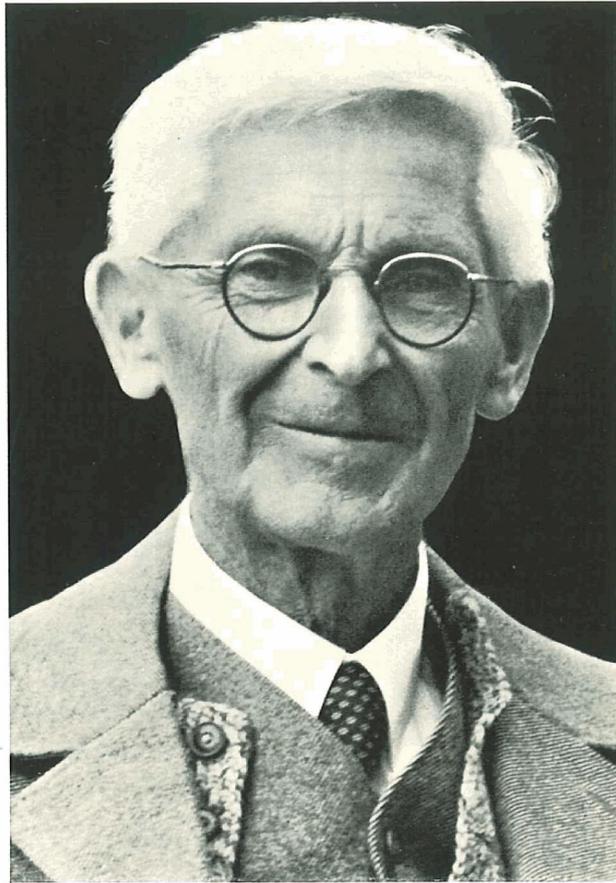
Nachtrag zum **Literaturverzeichnis** in Teil I (1952):

LETTAU, G. (1918/19): Schweizer Flechten I/11. *Hedwigia* 60, 841/128 und 267/312.

Bemerkungen zu den 80 Bildern (Lichtdruck AG, Zürich)

Die einzeln beigelegten Bildserien ermöglichen die vergleichsweise Betrachtung **während** der Lektüre des Textes.

In allen Bildern ist, soweit nötig, 1 dm als Bildmasstab eingezeichnet.



JULES FAVRE
1882-1959