Zeitschrift: Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft

Herausgeber: St. Gallische Naturwisenschaftliche Gesellschaft

Band: 44 (1902-1903)

Artikel: Beiträge zur Ökologie der Felsflora : Untersuchungen aus dem Curfirsten- und Sentisgebiet

Autor: Oettli, Max

Kapitel: Erster, synökologischer Teil

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-834958

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Erster, synökologischer Teil.

Allgemeines über die Felsenpflanzen des Gebietes.

I. Kapitel.

Die Formationen der Gefässflora des Kalksteins.

§ 1.

Übersicht.

Alle auf dem nackt zu Tage tretenden Kalkstein wachsenden Gefässpflanzen lassen sich, ihrer verschiedenen Ökologie gemäss und gemäss den fortschreitenden Stadien der Verwitterung des anstehenden Felsens, nach folgendem Schema gruppieren:

a) Pflanzen, die zwar auf Stein wachsen, aber in keinem nachweisbaren oder doch zu vermutenden gesetzmässigen Abhängigkeitsverhältnis zu ihm stehen;
z. B. die Schneefleckflora.

b) Pflanzen in nachweisbarer oder doch zu vermutender Abhängigkeit von den Eigenschaften des Steins als Substrat.

Sie besitzen als ökologische Gesamtgruppe folgende Standorte und entsprechende ökologische Untergruppen.

	Standort	Untergruppen
Vornehmlich durch mechanische Verwitterung und Zertrümmerung geschaffene Standorte	1. Mehr oder weniger kompakte Wände und Blöcke	*Felsenpflanzen*
	2. Ruhende Trümmer . . .	*Felsschuttpflanzen*
	3. Rutschende Trümmer . .	*Geröllpflanzen*
	4. Durch Wasser fortbewegte Trümmer	*Kiespflanzen*
	5. Sand	*Psammophyten*
	Die Flora der durch Gletschertransport modifizierten Anhäufungen von Gesteinstrümmern dürfte grösstenteils unter den Abschnitt a fallen.	
Vornehmlich durch chemische Verwitterung und Humusanhäufung modifizierter Fels	6. Karrenfelder	*Karrenfeldflora*
	7. Hieher gehört vermutlich auch die . . . . . mit Vaccinien, Cetrarien und Cladonien, die, im Gegensatz zum benachbarten Rätikon, in unserm Gebiete so spärlich auftritt, dass mir das Material zur sichern, sachgemässen Angliederung fehlt.	*Felsenhaide*

§ 2.

Definition des Begriffes „Felsenpflanze".

In der *Literatur* fand sich keine eigentliche Definition des Begriffes „Felsenpflanze". Es ist dies verständlich; die grossen pflanzengeographischen Werke sind der Charakteristik grosser Gruppen gewidmet und nicht den einzelnen Spezies. Warming sichtet nach ökologischen

Gesichtspunkten, die „Felsenpflanzen“ sind aber ein buntes Gemisch aus Hygrophyten, Mesophyten und Xerophyten; Drude charakterisiert nach Lebensformen; für ihn ist die Gruppe der „Felsenpflanzen“ ganz besonders wenig einheitlich, und es ist interessant, dass die zwei Termini: Lithophyten und Chasmophyten, gerade von Schimper herrühren; die Felsenpflanzen bilden eine rein edaphisch bedingte Formation. Nur Engler, der sich mit den Spezies befasst, zählt sie als Pflanzen auf, „welche vorzugsweise gedeihen, wenn ihr Rhizom oder ihre Wurzel in Felsritzen eingezwängt und von der Konkurrenz anderer Pflanzen ausgeschlossen ist“.

Wir definieren als Felsenpflanzen *alle diejenigen auf Felswänden oder Blöcken wachsenden Pflanzen, welche im Stande sind, als erste unter ihresgleichen den Fels dauernd zu besiedeln und in Verbreitung oder Bau eine mehr oder weniger ausgeprägte Abhängigkeit von dem Fels als Unterlage erkennen lassen.* — Dieser Begriff schliesst also sowohl den der Lithophyten als den der Chasmophyten in sich ein und sei mit dem Worte „*Petrophyten*“ bezeichnet. Es entspricht aber wenig dem Sachverhalte, die Chasmophyten (Spaltenpflanzen) den Lithophyten nebenzuordnen, vielmehr müssen den Lithophyten, d. h. den Pflanzen, die den völlig nackten Fels zu besiedeln vermögen, was in unserm Gebiete nur von Kryptogamen geschieht, solche Kryptogamen und Phanerogamen gegenübergestellt werden, welche den Fels nur da besiedeln, wo sich Detritus angesammelt hat, sei es in Spalten oder an der Felsoberfläche. Wir nennen sie *Chomophyten*[1]). Da die letzt-

[1]) Von τὸ χῶμα, das Angehäufte, namentlich angehäufte Erde, nach liebenswürdiger Mitteilung von Prof. A. Kägi.

genannten Möglichkeiten aber eine ganz verschiedene Ökologie bedingen, so empfiehlt es sich, sie auseinander zu halten, so dass wir also zu folgendem Schema gelangen:

Petrophyten = Felsenpflanzen

Lithophyten [1] bei uns nur Kryptogamen	Chomophyten	
	Oberflächenpflanzen Exochomophyten	Spaltenpflanzen Chasmophyten (= Chasmochomophyten)

In der vorliegenden Arbeit werden nur die Chomophyten Berücksichtigung finden und auch von diesen nur die Gefässpflanzen.

Eine Felsenpflanze (Chasmophyte) ist z. B. das stengelige Fingerkraut, Potentilla caulescens; denn ihre Keimpflanzen finden sich in den allermeisten Fällen an solchen Stellen einer Felsspalte, wo dieselbe keine andere Phanerogamen aufweist; und auch zwei Drittel der ausgewachsenen Exemplare wachsen vereinzelt oder haben nur ihresgleichen als Nachbarn. Zudem zeigt sich Potentilla caulescens, wie wir später sehen werden, ganz vorzüglich an ihre unnachgiebige Unterlage angepasst. *Andere häufige und typische Felsenpflanzen* unseres Gebietes sind demnach auch:

1. An den Wänden am nördlichen Walenseeufer, aber ausnahmslos auch viel höher (vide Anhang I. Teil II. Kap. § 2).

   Globularia cordifolia
   Asplenum trichomanes
   Asplenum ruta muraria
   Laserpitium siler (in den obern Regionen nicht mehr Felsenpflanze)
   Sedum album
   Sedum dasyphyllum
   Kernera saxatilis
   Leontodon incanus
   Sempervivum tectorum
   Campanula pusilla
   Dianthus inodorus.

[1]) Es scheint mir übrigens fraglich, ob man das Wort Lithophyten nicht besser für die ganze in § I unter b genannte Gruppe von Pflanzen aufbewahrt hätte.

2. Vorzugsweise an den Wänden der mittleren Region:

Primula auricula
Rhamnus pumila
Athamanta hirsuta, oft fast allein an völlig senkrechten Wänden; aber namentlich auch auf Felsschutt
Gypsophila repens
Saxifraga aizoides
Saxifraga aizoon
Heliosperma quadrifidum
Valeriana saxatilis
Juncus trifidus (circumpoläres Lichtblatt)
} in Nordexposition
Hieracium lacerum
Hieracium amplexicaule.

3. In der Gipfelregion:

Carex mucronata
Androsace helvetica
Saxifraga cæsia
Saxifraga oppositifolia
Saxifraga moschata
Petrocallis pyrenaica
Festuca rupicaprina
Festuca pumila
Agrostis alpina
Agrostis rupestris.

Andere siehe Anhang.

§ 3.

Felsbewohnende Pflanzen, die nicht unter den Begriff „Felsenpflanzen“ fallen.

Dicht vermengt mit den im vorigen Paragraphen als typische Felsenpflanzen aufgeführten Spezies wachsen aber eine ganze Anzahl Pflanzen, die wir trotz ihres Standortes nicht unter dem oben definierten Begriff zusammenfassen können, sondern folgenden Gesellschaften zuteilen:

a) der Schneefleckflora,
b) der Schutt- und Geröllflora,
c) der Karrenfeldflora.

Parnassia palustris zum Beispiel, die sich hie und da vereinzelt in Spalten findet, wird wohl niemand zu den Felsenpflanzen zählen wollen; denn ihr eigentlicher Standort ist der geschlossene Rasen feuchter, sumpfiger Wiesen, und ebenso wenig die grosse Kategorie aller jener Pflanzen, für welche sich nachweisen lässt, dass sie sich nur deshalb eingestellt haben, weil durch lokale Verhältnisse: Karrenbildung, Anhäufung von Steinsplittern, lange Schneebedeckung etc. die Eigenschaften des Felsens als Substrat verwischt und Bodenverhältnisse geschaffen worden sind, wie sie für andere Formationen charakteristisch sind. Um für das Folgende reinen Tisch zu gewinnen, soll also zunächst eine kurze Charakteristik der den Felsenpflanzen sich oft beimengenden Formationen gegeben werden.

a) Die Schneefleckflora.

Halten wir uns streng an das oben genannte Prinzip, so sind wir nach den Vorkommnissen in unserm Gebiete (und ich zweifle nicht, dass dieselben allgemeinen Gesetzen folgen) vor allem genötigt, eine ganze Reihe oft auf Felsen wachsende und den verschiedensten Formationen zugezählte Pflanzen zu einer besondern Gesellschaft zusammenzufassen, nämlich:

Hutchinsia alpina	Carex nigra
Arabis cœrulea	Polygonum viviparum
Ranunculus alpestris	Saxifraga aphylla
Poa minor	Saxifraga androsacea
Achillea atrata	Saxifraga stellaris

Für alle diese Spezies lässt sich nämlich erkennen, dass sie nur deshalb so häufig auf Felsen wachsen, weil der Fels in den von ihnen bewohnten obern [1]) Regionen den grössten Teil der Bodenfläche ausmacht. Im übrigen gedeihen sie aber ebenso gut auf Schlamm, oder dem Quarzsande der Neocomkarren, oder auf feinem Geröll, da der sie bedingende Faktor direkt nicht an Bodenverhältnisse geknüpft ist. Ihre Standorte auf dem Fels stimmen aber doch alle in einem Punkte überein: sie besitzen eine sehr lange liegenbleibende Schneedecke, so dass der Boden, auf dem sie gedeihen, nur drei bis höchstens vier Monate im Jahr der Einwirkung der Sonnenstrahlen offen steht. Wir können die genannten Spezies also unter dem Namen *Schneefleckflora* [2]) vereinigen.

---

[1]) Polygonum viviparum steigt tief hinab (1400 m).

[2]) Vergleiche: Engler, „Pflanzenformationen", pag. 44 und 46, besonders seinen Ausdruck „Hochalpine Schlickpflanzen".

Drude I schreibt: „Auch der Rand der Schneelager erzeugt seine

Zu ihrer *Charakteristik* sei folgendes erwähnt: Zunächst darf ihre causa efficiens wegen dieser Indifferenz gegen die Unterlage keineswegs ohne weiteres in der Verkürzung der Vegetationszeit gesucht werden; denn sämtliche Lokalitäten mit Schneefleckflora zeigen schliesslich doch auch eine übereinstimmende Bodeneigenschaft, nämlich jenen schlammigen, regenwurmlosen Schlick, der stets beim Abschmelzen grosser Schneemassen liegen bleibt, das eine Mal in Masse (tonnenweise) die Einsenkungen des Talgrundes ausfüllend, an andern Orten nur in die Spalten eindringend, oder wieder an andern die Zwischenräume zwischen den Geröllstücken oder den Quarzkörnern des oben erwähnten Sandes ausfüllend.

Immerhin hat die Annahme, dass es die besondere Eigentümlichkeit des Nährbodens ist, welche auf Fels den Ersatz der Felsflora durch eine andere bedingt, nach meinen Beobachtungen doch weniger Wahrscheinlichkeit für sich, als die andere, dass die Verkürzung der Vegetationszeit direkte Ursache des Wechsels ist. Man kann zwar beobachten, dass in den grossen Schneefeldern der „Tierwies" sofort mit dem Auftreten von Regenwürmern und dementsprechender Umformung der Erde an Stelle der Schneefleckflora sich Spezies einstellen, die wir als die markantesten Felsenpflanzen kennen, so Globularia cordifolia und Primula auricula. Aber sehr wahrscheinlich treten eben Regenwürmer auch nur da auf, wo die schneefreie Zeit aus irgend einem Grunde länger als nur drei Monate dauert, und andrerseits findet man ebenso typische Felsenpflanzen, z. B. Potentilla caulescens, in den untern Regionen auf regenwurmlosem Schlamm. Sodann tritt auch ohne deutliche Veränderung des Nährbodens mitten in Schneekesseln drin, an allen erhöhten Stellen, die also voraussichtlich früher schneefrei werden, eine andere Gesellschaft auf, deren häufigste Vertreter Salix retusa, Saxifraga moschata und oppositifolia, sowie Silene acaulis sind.

---

eigenen Bestände, deren Charakter nur nach der Zeit seines Abschmelzens wechselt. In niederen Höhen erscheint der Crocus unmittelbar hinter dem Schnee, später begrünt sich die Grasnarbe; in grösseren Höhen besiedelt Soldanella alpina seine Ränder und hohe Nivalpflanzen erreichen hier oft ihre niedrigsten Standorte. Besonders umsäumen bis in die höchsten Höhen die weissen Ranunkeln die Schmelzlager mit ihrem lieblichen Kranze: der kleine R. alpestris und besonders R. glacialis mit seiner kräftigen Blume in braunrot behaartem Kelche."

Unsere „Schneefleckflora" speziell ist dadurch charakterisiert, dass sie, entsprechend ihren hohen Standorten nicht nur „Frühlingsflora", sondern Alleininhaberin ihres Ortes ist.

Schliesslich könnte man aber die Schneefleckflora auch nur als Feuchtigkeitspflanzen deuten. Ich fand auch tatsächlich die Standorte der Schneefleckflora stets feucht, welcher Umstand aber keineswegs beweiskräftig ist, da die ganze Untersuchungszeit für die Alpenpflanzen keine längere trockene Periode aufwies; ich bin im Gegenteil zu der Überzeugung gelangt, dass die Schneefleckflora jedenfalls nicht allein durch einen höhern Feuchtigkeitsgrad bedingt sein kann, und zwar aus folgenden Gründen: Erstens finden sich ihre Spezies mit Ausnahme von Saxifraga stellaris häufig an Stellen, die in trockenen Zeiten nach der Schneeschmelze jeder erneuten Wasserzufuhr entbehren müssen (z. B. an der Südwand des Sentisgipfels und den Gräten des Sentis und Altmanns überhaupt). Zweitens tritt in der Höhenregion der Schneefleckflora unter sonst gleichen Bedingungen an all den Stellen, die nicht nur während und kurz nach der Schneeschmelze, sondern dauernd von Schmelzwasser befeuchtet werden, ein besonderer Bestand auf, den Heer 1835 und Stebler und Schröter 1893 als Schneetälchenrasen bezeichnet haben Er ist im Gegensatze zur Schneefleckflora ein geschlossener Bestand; denn während letzterer die Moose vollständig abgehen und als Erstlingspflanzen ausnahmslos Hutchinsia alpina und Arabis cœrulea auftreten, übernehmen in den Schneetälchen die wunderbar sattgrünen Teppiche des Goldhaarmooses (Polytrichum) die Erstbesiedelung. Wie wenig die beiden Formationen miteinander gemein haben, ergibt sich übrigens am besten aus einem Vergleiche der Artenlisten [1]). An der „Rossegg" zwischen „Blauschnee" und „Öhrli" finden sich bei ca. 2200 m einerseits in den karrenähnlichen, von Schmelzwasser durchflossenen Vertiefungen des Neocoms zahlreiche Stellen mit üppigem Polytrichum-Rasen, und oft hart daneben, auf Geröll, an den kleinen Wänden oder auf gespaltenem Fels, wo das Schmelzwasser rasch versickert, Stellen mit Schneefleckflora von folgender Zusammensetzung:

Schneetälchen:	**Schneefleck:**
Polytrichum	Hutchinsia alpina
Gnaphalium supinum	Arabis cœrulea
Leontodon pyrenaicus	Achillea atrata
Plantago alpina	Poa minor
Salix herbacea	Saxifraga stellaris

[1]) Immerhin spricht nichts dagegen, die Schneefleckflora als eine „trockene" Parallelfazies der Schneetälchenrasen aufzufassen.

Schneetälchen:	**Schneefleck:**
Ligusticum mutellina	Saxifraga androsacea
Leucanthemum alpinum	Rumex nivalis
Taraxacum officinale	Ranunculus alpestris
Veronica alpina	Polygonum viviparum
Alchemilla glaberrima	
Gentiana brachyphylla	
selten:	
Ranunculus alpestris und	
Poa alpina	

Die Loslösung der Schneefleckflora von der übrigen Felsflora und ihre Zusammenfassung zu einer eigenen Formation begründeten wir durch ihre gesetzmässigen Beziehungen zu Faktoren, die mit dem Fels als solchem nichts zu schaffen haben. Dass dabei kein grosser Fehlgriff getan wurde, ergibt sich noch aus einem andern Umstande. Die Spezies, die nur wegen ihrer Standortsverhältnisse vereinigt wurden, stimmen auch sämtliche mit Ausnahme von Poa minor im Habitus ihrer Blätter unter sich überein und unterscheiden sich ebenso deutlich von den übrigen Felsenpflanzen. Sie tragen nämlich alle dickliche [1]) (nicht lederige), pralle, kahle, glänzende Blätter. Diese Übereinstimmung ergibt sich am deutlichsten durch Vergleich der Flora eines Schneefleckes (siehe obige Liste) mit einer benachbarten, früh schneefrei werdenden Wand mit folgenden Felsenpflanzen: Alchemilla Hoppeana, Gypsophila repens, Globularia cordifolia, Thymus serpyllum, Carex firma, Saxifraga moschata und Saxifraga aizoides, Helianthemum vulgare, Silene acaulis, Rhamnus pumila, Sedum atratum, Athamanta hirsuta.

b) Die Geröll- und Schuttpflanzen.

Das eben Bemerkte gewinnt an Wert durch Betrachtung der Verhältnisse bei einer andern Abteilung von Pflanzen, die sich auch der Felsflora beimengt, ohne zu ihr zu gehören: der Schutt- und Geröllflora.

Zur *Charakteristik der Geröllflora* kann ich eine Stelle aus Schröters (I) Monographie des St. Antönitales anführen, wobei ich bemerke, dass Schröter für den beweglichen, rutschenden Schutt, das Geröll, keinen eigenen Namen verwendet, sondern auch hier das Wort Schutt gebraucht.

---

[1]) Und darum mit Jungners „Schneeblättern" nicht vollständig übereinstimmend und eher „Keimblatttypus".

„Am eigenartigsten ist die Vegetation der beweglichen Schutthalden am Fuss der Kalkflühe. Beweglich ist nur die Schuttdecke; darunter liegt fester, aus den Verwitterungsprodukten des Schuttes hervorgegangener Boden, in welchem die Pflanzen wurzeln. In der Art und Weise, wie die Schuttpflanzen sich den Eigentümlichkeiten ihres Standortes anpassen, lassen sich deutlich zwei prinzipiell verschiedene Typen unterscheiden, der ausläufertreibende und der horstbildende.

Die *ausläufertreibenden Schuttpflanzen* senden von ihrer Wurzel aus zahlreiche, lange Triebe durch die Schuttdecke hinauf, welche da und dort sich ans Licht emporarbeiten, um Blätter und Blüten zu bilden. Wenn sie vom beweglichen Schutt zugedeckt werden, verlängern sie sich (sie „vergeilen") und dringen wieder zum Lichte durch. Wo sie mit dem erdigen Boden in Kontakt kommen, bilden sie Wurzeln und können dann ein selbständiges Leben führen. So kann von einem Samen aus ein weitverzweigtes, den Schutt durchspinnendes Individuum entstehen, das durch passiven Widerstand, durch ein Sich-Ducken und nachheriges schlaues Durchkriechen den Angriffen seines ständig mit Verschüttung drohenden Standortes entgeht.

Der zweite Typus der Schuttpflanzen, die *horstbildenden,* breiten einen zusammenhängenden Teppich über den Schutt, welcher von einer einzigen, das Ganze verankernden Pfahlwurzel ausgeht. Alle Triebe sind hier in einem Busch zusammengedrängt, der gewöhnlich durch die Bewegung des Schuttes talabwärts gedrängt, an der straffgespannten Pfahlwurzel gleichsam aufgehängt erscheint. Oft ist der letztere auf weite Strecken oberirdisch und läuft wie ein Seil über den Schutt. Die Pflanze setzt dem beweglichen Schutt einen tapfern, aktiven Widerstand entgegen; er staut sich an ihrem Horst, sie bringt ihn zum Stillstand, es bildet sich hinter ihr ein schwächeres Gefälle, während der Horst selbst nach vorn gedrückt wird: so bilden sich Treppenstufen, natürliche Gefällsbrüche, deren Vorderfläche durch den an der Pfahlwurzel aufgehängten Horst, deren Oberfläche durch den dahinter aufgestauten Schutt gebildet wird. Es ist ein Beginn der Festigung des Schuttes, welche dann von der Treppenstufe aus weiter fortschreitet.

Am schönsten zeigen diese Erscheinung die *Zwergsträucher mit Spalierwuchs,* d. h. mit in einer Ebene ausgebreiteten Ästchen und Zweigchen. Da hängt oft an einer daumendicken und mehrere Meter langen Pfahlwurzel ein förmlicher Schirm aus dicht sich drängendem Gezweig, der einen ausgezeichneten Schuttfang bildet

und hinter sich eine lange Zunge von Schutt gestaut hat. Namentlich die stumpfblättrige Weide (Salix retusa) zeigt das sehr schön. Auch die Silberwurz (Dryas octopetala) bildet mächtige grüne Inseln im Schutt; ich nahm eine solche als Demonstrationsstück mit, die 2 m in die Länge und 1 m in die Breite mass; in den feinen Ästen hatte sich schon beträchtlicher Humus gebildet und Horste von Carex sempervirens begannen sich anzusiedeln."

In unserm Gebiete unterscheidet sich die Flora der Geröllhalden deutlich, je nachdem die Aperzeit[1]) der Halde eine lange oder eine kurze ist. Im ersteren Falle, d. h. wenn die Schneebedeckung eine kurzdauernde ist, sind als Charakterpflanzen zu nennen:

Silene venosa	Sesleria cœrulea
Linaria alpina	Teucrium chamædrys
Vincetoxicum officinale (nur in den untern Regionen)	Dryas octapetala (namentlich bei Nordexposition).

Auf Geröllhalden mit langer Schneebedeckung aber finden sich die Genannten nicht mehr, dafür ausnahmslos

Thlaspi rotundifolium
Aronicum scorpioides
Oxyria digyna,

von denen wieder zwei den besprochenen Blattbau aufweisen. Auf Fels erscheinen von den aufgezählten Spezies namentlich Sesleria cœrulea, Teucrium chamædrys, seltener Vincetoxicum, Thlaspi rotundifolium und Dryas.

Von der Geröllflora trennen wir, wie bereits angedeutet, die *Schuttflora*. Schutt ist ein ruhendes Gemenge von feineren und gröberen, mit wenig Humus durchsetzten, festen Verwitterungsprodukten des Felsens. Er findet sich überall da, wo in höheren Regionen auf annähernd horizontalen Flächen, primär oder angeschwemmt, die Verwitterungsprodukte liegen bleiben, ohne dass sie von einer geschlossenen Vegetationsdecke überzogen werden könnten, ferner unter den beweglichen Steinen der Geröllhalden, meist oben an den Halden zutage tretend.

Die Schuttflora ist meist deutlich verschieden von der Geröllflora und zerfällt gemäss der verschieden lang dauernden Aperzeit in zwei Komponenten. Bei kürzerer, zwei bis drei Monate dauernder, sind als Leitpflanzen zu nennen:

Galium helveticum
Cerastium latifolium,

[1]) d. h. die Zeit von der Schneeschmelze bis zum Einschneien.

bei langer, auf trockenem Schutt:

Helianthemum alpestre
Helianthemum vulgare
Satureia alpina
Anthericus ramosus } (in der Kulturregion)
Hippocrepis comosa }
Oxytropis montana (in der Bergregion),

auf nassem Schutt mit mergeliger Unterlage:

Tussilago farfara und
Adenostyles alpina und albifrons.

Gerade gewisse Komponenten der Flora des trockenen Schuttes sind beinahe beständige Begleiter besonnter Felswände und müssen deshalb noch einlässlicher erwähnt werden. Es ist leicht einzusehen, dass sich die bei der Verwitterung entstehenden Trümmer nicht nur unten an den Wänden ansammeln, sondern auch auf jedem Vorsprunge der Wand selbst; nur werden gröbere Steine über dieselbe hinwegsetzen, wie sie auch über den obersten Teil der Geröllhalde selbst hinwegsetzen. Es finden sich also überall auf den Vorsprüngen der Wände gleichsam die obersten Teile der Geröllhalden und auch eine dementsprechende Flora, nämlich: Hippocrepis comosa, Satureia alpina, Satureia acinos, Satureia calamintha var. nepetoides, Helianthemum vulgare, Helianthemum alpestre, Allium sphærocephalum, Geranium sanguineum, Vincetoxicum officinale, Thalictrum minus, Anthericus ramosus, Origanum vulgare, Thesium alpinum, Reseda lutea; sodann von eigentlichen Felsenpflanzen: Sesleria cœrulea, Teucrium chamædrys, Teucrium montanum, Galium mollugo, Galium mollugo var. Gerardi, Galium rubrum, und solchen, die wenigstens oft auf Fels: Festuca ovina, Stupa pennata, Stachys recta, Digitalis ambigua, Silene nutans, Artemisia absinthium, wozu in der alpinen Region noch Oxytropis montana kommt.

Über die Ökologie der Schuttflora kann ich gar nichts anführen. Sie zeigt aber an so vielen Orten in die Augen springende Differenzen in der Artenliste, dass sich eine ökologische Spezialuntersuchung bei ihr wohl ebenso sehr lohnen dürfte, wie bei der Felsflora.

c) Die Karrenfeldpflanzen.

Noch eine dritte auf dem Fels wachsende Artengruppe möchte ich, und zwar als *Karrenfeldpflanzen,* von den eigentlichen Felsenpflanzen getrennt wissen — wieder nicht etwa deshalb, weil ich im Stande wäre, für dieselbe eine besondere Art des Haushaltens

nachzuweisen, sondern einfach gestützt auf die Beobachtung, dass mit einer gewissen Felsbeschaffenheit, den Karrenbildungen, ein Bestandtypus auftritt, der sich in ähnlicher Zusammensetzung nirgends mehr sonst auf dem Fels, wohl aber in den nach Kerner als Karfluren bezeichneten Standorten wiederfindet, d. h. in kleinen, trümmerreichen, humuserfüllten Felstälchen. Die Zuteilung der Karrenfeldflora zur Vegetation der Karfluren wird auch dadurch gerechtfertigt, dass makroskopisch wenigstens die Ähnlichkeit in den ökologischen Bedingungen zwischen Kar und Karrenfeld ganz bedeutend ist, während zugleich auch die Verschiedenheit in den Lebensbedingungen auf einem Karrenfeld und einer gewöhnlichen Felswand in die Augen springt[1]). Es ist deduktiv abzuleiten, dass die Karrenfelder neben der durch die geographische Lage bedingten Schneefleck- und Schneetälchenflora an besonnten und stärker geneigten Partien noch zweierlei Bestände tragen müssen: echte Felsflora auf den Wasserscheiden, Erhöhungen, Vorsprüngen, Rücken und Kämmen aller Art, und eine andere in den mit Humus angefüllten Löchern und Furchen, sofern dieselben nicht Schneeflecken sind. Die Notwendigkeit der Übereinstimmung dieser letztern, allein Karrenflora zu nennenden Bestände, weil eben sie allein die Karrenfelder vor anderm Fels floristisch auszeichnen, mit Kerners Karfluren leuchtet ein.

Eine Charakterpflanze der Karrenfeldflora ist Aconitum napellus; denn diese Lägerpflanze, die sonst nirgends

---

[1]) Die Karren entstehen auf reinem Kalkfels da, wo derselbe lange von Schnee bedeckt bleibt. Die drei grossen Schneekessel des Sentis: Grossschnee, Blauschnee und Tierwies, zeigen denn auch grossartige Karrenbildungen.

Den *Vorgang der Karrenbildung,* wie bekannt eine Lösung des kohlensauren Kalkes durch kohlensäurehaltiges Wasser [$Ca\,CO_3 + H_2\,CO_3 =$ lösliches $Ca\,(HCO_3)_2$] kann man sich leicht vorstellen, wenn man annimmt, statt der schwachen Kohlensäure wirke starke Salzsäure auf den Fels ein. Genau wie letztere stets da am kräftigsten lösen würde, wo sie sich in kleinen Vertiefungen oder Spalten ansammelte, sei es, um liegen zu bleiben, sei es, um in der Richtung des grössten Gefälles abzufliessen, genau so erzeugt das Jahrtausende lang wirkende Wasser durch messerscharfe Leisten und Kämme getrennte Rinnen und Löcher, ein ganzes Labyrinth von Hohlräumen, Spalten und Schluchten, von allen möglichen Dimensionen: wenige Centimeter bis mehrere Mann tief, manchmal mit der Schuhsohle zu überbrücken, oft so breit, dass ein tüchtiger Springer nicht mehr darüber setzen könnte.

Heim (Jahrbuch des Schweiz. Alpenklubs 1877/78) schreibt:

Karren finden wir nur da, wo das Gestein als solches löslich ist und wo die chemische Auflösung des Gesteins vor jeder mechanischen Verwitterung weit im Vorsprunge ist.

auf dem Fels zu finden ist, tut wohl am besten dar, wie gründlich verschieden die Ökologie dieser Abteilung auf Fels wachsender Pflanzen von der eigentlichen Felsflora sein muss. Den Standort ebenfalls kennzeichnend, dürften sein:

neben Aconitum Napellus:
Aspidium rigidum
Adenostyles alpina
Allium victorialis
Imperatoria ostruthium
Chærophyllum Villarsii
Heracleum sphondylium
Lilium martagon
Mulgedium alpinum.

Und umgekehrt könnte wohl eine genaue Untersuchung der Lebensbedingungen dieser niemals gedüngten Karrenlöcher einiges Licht werfen auf den eigentlichen Effekt der Überdüngung.

Es ist aber noch eines *andern Bewachsungsmodus*' der Karren Erwähnung zu tun. Am Gamserruck (Curfirsten) finden sich nämlich Karren, deren Furchen, ohne ausgefüllt zu sein, oben direkt mit einem dichten Felsheideteppich (Vaccinium uliginosum, Rhododendron hirsutum etc.) überdeckt werden, und zwar so lückenlos, dass man ihn, ohne allzu oft einzubrechen, als Weg benützen kann.

II. Kapitel.

Die Felsenpflanzen als Formation.

§ 1.

Die allgemeinen Lebensbedingungen der Felsenpflanzen.

Im vorigen Paragraphen wurde versucht, eine Übersicht über diejenigen felsbewohnenden Pflanzengruppen zu geben, welche nicht zur eigentlichen Felsflora zu zählen sind. Wir konnten diese Trennung vornehmen, ohne etwas von der Ökologie des Ausgeschiedenen noch des zurückbleibenden Restes, eben der eigentlichen Felsenpflanzen zu wissen, indem wir uns einfach auf die Beobachtung stützten, dass gewisse Stellen der Felswände

gleich besiedelt sein können, wie ganz andere Standorte und dann auch in ihrer Beschaffenheit von der übrigen Felswand abweichen und mit den betreffenden Standorten übereinstimmen. Von dem spezifischen Charakter der Felswand selbst haben wir aber noch nichts erfahren. Es ist also, wenn wir von der negativen zur positiven Bestimmung der Felsenpflanzen übergehen wollen, unsere erste Aufgabe, soweit dies heute möglich ist, und soweit es meine Untersuchungen gestatten, die *Lebensbedingungen zu erforschen, welche der Fels den ihn besiedelnden Gefässpflanzen bietet.*

A.

Die standortschaffenden Faktoren.

1. Oberflächengestaltung und Spaltenbildung.

Beginnen wir bei den *Malm- und Schrattenkalken.* Sie können auf grossen Strecken eine beinahe vollständig intakte und glatte, höchstens etwas unebene Oberfläche aufweisen (z. B. Tierwies). In keinem Falle aber fehlen Spalten gänzlich. Schratten- und Malmkalk sind geschichtet und das Charakteristische der Schichtung sind eben *Schichtfugen,* d. h. ursprünglich die beinahe ebenen Grenzflächen zwischen verschiedenem Felsmaterial, später aber meist ähnliche Gebilde darstellend, wie sie beim Aufeinanderlegen flacher Körper zwischen denselben entstehen. Man erklärt sie als Folge eines Unterbruches oder Wechsels in der Ablagerung. Bei Quinten sind die Schichtfugen durch mergelige, zwischen die meterhohen Malmbänke eingelagerte Lamellen vertreten; seltener ist durch das Auswaschen des Mergels ein entsprechender Hohlraum entstanden. Die Schichtflächen des Schratten-

kalkes dagegen sind meist mehr oder weniger spaltenlos aneinander gelagert. Sie entlassen aber oft einen feinen, gelblichen Schlamm und zeichnen sich stets durch scheinbar unbegrenzte Ausdehnung aus, ein Umstand, der in seinem Effekte als Feuchtigkeitsreservoir noch durch die häufige Leitung fliessenden Wassers zwischen den Schichtfugen unterstützt wird.

Ähnliche Beschaffenheit zeigt auch eine zweite Kategorie von Spalten: die *Verwerfungsklüfte,* nur mit dem Unterschiede, dass ihre Begrenzung nicht von kompaktem Materiale, sondern von zerriebenem, geknetetem, blättrigem oder gepulvertem Fels bewerkstelligt wird.

Der eigentliche spalten- und damit standortschaffende Faktor ist aber viel weniger in der Schichtung und Verwerfung, als vielmehr in den viel zahlreicheren *andern Ablosungsfugen* der Gesteine zu suchen (Clivage, Kontraktionsspalten, Querklüfte), welche alle durch die Verwitterung geöffnet werden; denn Malm- und Schrattenkalk gehören mit Ausnahme der unbedeutenden mergeligen Zwischenlagerungen zu den roches dysgéogènes, oligopéliques. — Über die Öffnungsbreite dieser zahllosen, die Felswände durchsetzenden Sprünge, Risse und Spalten lassen sich keine allgemeinen Angaben machen. Oft hat sich eine turmhohe Wand so weit vom Massive losgelöst, dass durch den Zwischenraum ein bequem zu begehender Weg führt. Für uns kommen aber nur solche Spalten in Betracht, die weniger als ca. 5 cm klaffen, denn breitere werden entweder ausgewaschen und tragen dann keine Flora oder sie sind, sofern der Detritus haften bleibt, mit Wiesenpflanzen bestanden. Auch über die Minimalbreite einer eben noch von Wurzeln durchzogenen Spalte lässt sich nichts aussagen, da sie sich der

Messung entzieht. Sie liegt jedenfalls unter 0,1 mm. — Die Abschuppung einer verwitternden Wand geschieht meist in zur Oberfläche parallelen Lamellen, gleichgültig, welches auch das Streichen der Schichten sei. Letzteres übt höchstens einen das Gesamtbild modifizierenden Einfluss aus. Nur an relativ jungen Einkerbungen, Rutschungen, Gräten und noch einigen sonstigen Stellen starren einem die Schmalseiten der abgelösten Stücke entgegen. Die seitliche Abgrenzung der Lamellen erfolgt oft mehr oder weniger deutlich in ebenen Flächen, scharfkantig, und annähernd senkrecht zur Oberfläche. Der besondere Habitus der Spaltungsstücke (brockig, plattig), sowie auch die Art der Ablösung ist dabei für eine und dieselbe Wand ziemlich konstant. Entweder schreitet nämlich die Loslösung jeder einzelnen Platte an der ganzen Wand von unten nach oben, oder an der ganzen Wand von oben nach unten fort. Stürzen nun einzelne, schon völlig hohl liegende Teile durch Querbruch ab, so erhalten wir ein Wandprofil, das im ersten Falle dem eines steilen Daches mit flachen Ziegeln, im andern dem eines verkehrt geziegelten Daches oder einer Treppe mit übermässig hohen und meist schief gestellten Stufen ähnlich ist, d. h. die Wand zeigt Vorsprünge, welche durch eine Steilspalte vom Massiv teilweise getrennt sind und ihre horizontalen Querbruchflächen entweder nach oben oder nach unten kehren. Teilweise fehlen aber die Querbruchflächen. Die losgetrennten Stücke sind dann schuppig und bilden keine Stufen. — Das Angeführte ist selbstverständlich ein Schema, das in der Natur meist in unendlicher Komplikation verwirklicht ist, indem sich namentlich beinahe regelmässig nicht nur je eine, sondern, von aussen nach innen fortschreitend, gleichzeitig eine ganze Reihe von übereinander-

liegenden Platten, Schuppen oder Brocken loslösen. — Daneben tritt aber beim Schrattenkalk noch ein ganz anderer Wandtypus auf, bei dem die einzelnen sich loslösenden Stücke nicht Platten oder Schuppen sind, sondern unregelmässige, splitterige Stücke, in den verschiedenen Dimensionen ca. 1—20 cm messend. Solche Wände zeigen keinerlei Stufung, um so weniger, als sie überhaupt, soweit man das Gestein aufbrechen kann, in Splitter zerfallen und keine geschichteten Partien aufweisen.

Das *Neocom* verhält sich in seinen wandbildenden Horizonten ähnlich dem zuerst geschilderten Typus des Malm- und Schrattenkalkes. Nur ist die Regelmässigkeit in den Bruchrichtungen weniger deutlich ausgeprägt. Doch ist der Unterschied, vor allem bei den kalkreichen Horizonten nicht so markant, dass man im Stande wäre, nach einer unkolorierten Zeichnung eine Wand immer als Neocom oder Schratten zu bezeichnen; ja bei einzelnen Horizonten des Neocoms kann nicht einmal die petrographische Untersuchung an Ort und Stelle, sondern erst die paläontologische Erforschung sicheren Aufschluss über die Zugehörigkeit eines Felsens geben. — Im übrigen kann das Neocom auch ausgesprochen eugeogen auftreten, z. B. bei der Rossegg mit seinem in schlammigen Boden eingestreuten groben Quarzsande ein prächtiges Beispiel für eine roche pélopsammique liefernd.

Auch beim wandbildenden *Gault* sind die Bruchflächen bei weitem nicht so regelmässig angeordnet wie beim Schrattenkalk.

Eine ganz besondere, von allen andern Wänden verschiedene Oberflächenbeschaffenheit weist der *Seewerkalk* auf. Er ist im Gegensatze zu dem dichten, grobschichtigen Schrattenkalke knollig und dünnplattig. Die geringere

Anzahl von breiten Ablösungsfugen des Schrattenkalkes wird bei ihm, entsprechend seiner feinen Schichtung, ersetzt durch eine Unzahl feiner Risse, die zu fein sind, um feuchtigkeitspeichernden Detritus zu beherbergen. Es ist also typisch, dass die messerscharfen Rippen und entsprechenden Sättel, oder die zahllosen Vorsprünge und Gesimse, welche die Verwitterung je nach der Vertikal- oder Horizontalstellung der Schichten erzeugt, beim Seewerkalk nicht mit breiteren Spaltensystemen in Beziehung stehen.

2. Der Detritus.

a) Allgemeines.

Der nackte Fels ist bei uns für keine Gefässpflanze bewohnbar. Über 40° geneigte spaltenlose und glatte Felsflächen sind scheinbar völlig unbesiedelt. Beim Anschlagen mit dem Hammer entsteht aber allenthalben, auch auf dem allerkahlsten Fels, ausser in den Schneelöchern der Karren ein lebhaft chlorophyllgrüner Fleck, der darauf schliessen lässt, dass das, was wir Felsoberfläche nennen, nicht Gestein ist, sondern ein feiner Kryptogamenüberzug. Gefässpflanzen aber treten erst da auf, wo sich auf dem Fels oder in seinen Spalten irgendwelcher *Detritus* angesammelt hat. In den meisten Fällen ist ja der Fels weder glatt noch kompakt, so dass Staub, hergewehter Sand, Pflanzenteile, von oben herabgeschwemmte oder herabgestürzte Erde, an Ort und Stelle entstandene Verwitterungs-Rückstände und -Überreste und Fäzes von Tieren reichlich Gelegenheit haben, sich irgendwo zu fangen und anzuhäufen.

Nach Drude I müssten unsere Felsen als Pflanzenstandorte eingereiht werden in die Klasse der „weissen,

harten Kalkgesteine mit zähem, hellgrauem und magerem pelitischem Detritus; Kalkgehalt weit über 5 % und meistens die grössere Hälfte bildend"; denn die meisten Schichtfugen, Verwerfungs- und Absonderungsspalten sind mit derartigem, allerdings meist ockergelb statt grau gefärbtem Auslaugungsrückstand angefüllt. Aber als Pflanzenstandorte sind unsere Felsen, selbst abgesehen von Gault und Neocom, dadurch keineswegs charakterisiert. Es ist eben nicht zutreffend, wenn Drude (pag. 373) das Auftreten von Regenwürmern in den Felsenspalten ausschliesst [1]). Sie kommen in Menge vor und dementsprechend trifft man wohl ebenso viele Spalten (vielleicht auch mehr), die mit *reinem, schwarzem, mineralstoffarmem Humus* gefüllt sind, als mit obengenanntem zähem Tonschlamme. Die meisten Spalten enthalten aber Gemische aus Humus einerseits und mechanischen und chemischen Verwitterungsprodukten des Felsens andrerseits.

Belege.

Ich liess durch die schweizerische agrikulturchemische Anstalt in Zürich vier **Bodenproben** auf ihren Humusgehalt hin analysieren und zwar:

1. Eine Inhaltsprobe (gelber Tonschlamm) aus einer neu aufgebrochenen Querkluft im Steinbruch bei Quinten, in ca. 15 m senkrechter und 4 m horizontaler Entfernung von der ehemaligen Felsoberfläche entnommen. Breite der Spalte ca. 10 cm, Ausdehnung scheinbar unbegrenzt.
2. Sämtlichen einem Potentilla caulescens-Exemplare zur Verfügung stehenden Detritus.

[1]) Bestätigen kann ich jedoch ein starkes Zurücktreten saprophytischer Pilze, trotz des reichen Humusgehaltes.

Die Trockensubstanz der Potentilla betrug (Ende April 1903) . . . . . 28,99 gr

Davon entfielen:

auf 22 vorjährige Sprosse	6,11	„
„ 39 grüne Sprosse	10,41	„
„ den Wurzelstock	8,71	„
„ die Würzelchen	5,24	„
	28,99	gr

Es wurde getrennt untersucht:

2a. Sämtlicher Spaltendetritus. (Die Spalten erschienen makroskopisch von Tieren unbewohnt und grossenteils unmessbar fein. Das Exemplar wuchs isoliert an einer nur spärlich bewachsenen, relativ kompakten Wand.)

2b. Der unter dem Blätterdache und zwischen den Sprossen an der Oberfläche angesammelte Humus.

3. Den Detritus aus einer von Ameisen bewohnten Spalte. Breite 1—2 mm. Die Spaltenpartie, der die Probe entnommen wurde, neigte sich etwas gegen aussen und wies im Gegensatze zu angrenzenden Spalten keine Pflanzenwurzeln auf.

4. Den Detritus aus einer von Regenwürmern bewohnten Spalte. Breite wechselnd bis ca. 4 cm. Umgebung der Wand Sträucher tragend.

Sämtliche Proben wurden mit einem Teelöffel gewonnen, bei Proben 2a, 3 und 4 von der Oberfläche weg bis zu ca. 1—2 dm Tiefe.

Die nachfolgenden Zahlen dürften genügen, um zu zeigen, welch ansehnliche Humusmengen oft in den Felsspalten geborgen sein können. Die Belege sind typisch, Nr. 1 und 4 häufige Extreme.

Bodenanalysen.

№	Probe	Gesamt-Gewicht gr	Darin über 2 mm grosse, vom Aufbrechen der Spalten herrührende Steinsplitter gr	Darin Feinerde unter 2 mm lufttrocken gr	Wassergehalt %	Trockensubstanz der Feinerde gr	Humusgehalt der Feinerde lufttrocken %	Humusgehalt berechnet auf das Trockengewicht der Feinerde %
1	Tonschlamm	481,14	—	—	0,64	—	1,11	1,117
2	2a. Spaltendetritus . . .	17,86	3,689 [1])	14,182	2,18	13,87	9,85	10,06
	2b. Oberflächenhumus . .	8,48	—	8,48	10,13	7,62	38,24	42,55 [3])
3	Detritus aus einer Spalte mit Ameisen	15,07	8,04	7,03	7,44	6,50	23,96	25,88 [3])
4	Humus aus einer von Regenwürmern bewohnten Spalte	249,80	26,40 [2])	223,40	8,39	204,65	30,92	33,75 [3])

[1]) Ausserdem 0,055 gr Schneckenschalen.
[2]) Inbegriffen zwei Schneckenschalen.
[3]) Also sicher der üblichen Definition gemäss das Prädikat „humös“ verdienend.

b) Die Mitwirkung von Pflanzen und Tieren bei der Detritusbildung.

Die Hauptrolle bei der Bildung des Detritus spielt, wie erwähnt, das von den Botanikern bisher nicht genug berücksichtigte Auftreten der **Regenwürmer**[1]) in den Felsspalten. Jeder Wurm bedeutet eine ganz beträchtliche Vermehrung des Humuskapitals im Felsinnern. Alle möglichen verwesenden Pflanzenteile, Beeren, abgefallene Blätter, Samen etc. etc., die meist rasch vom Winde verweht würden und auch sowieso nicht wesentlich zur Vermehrung des Humusgehaltes im Felsen beitragen könnten, da eine oberflächlich gefüllte Spalte keine neue Auflagerung mehr erträgt, werden von den Regenwürmern als Nahrung und zur Auskleidung ihrer Röhren in die Spalten hineingezogen (siehe Darwin). Die Nahrung befördert der Wurm aber nicht, wie man vermuten möchte, nach der Verdauung wieder nach aussen, sondern er setzt seine Fäkalien, so lange noch irgend ein ihm zugänglicher Hohlraum besteht, im Felsinnern ab. Daher kommt es, dass die so kompakt erscheinenden Felswände sich oft als förmliche Humusbehälter erweisen. Mehrere centimeterbreite Spalten sind oft in ihrer ganzen sichtbaren Ausdehnung ausschliesslich mit Regenwurmexkrementen gefüllt. Innere Hohlräume von $^1/_2$ m^3 und mehr Inhalt erweisen sich häufig als vollständig vollgepfropft von den kleinen Kügelchen aus zerfallenem Regenwurmkot. Bis hinauf zu den sturmgepeitschten Gräten — Gräten, nicht nur Felswänden — der Sentisspitze findet man sie oft als einzigen Spalteninhalt grosser Felskomplexe. — Nicht immer ist der Regenwurmkot schwarz, gerade z. B. in

[1]) z. B. Lumbricus rubellus Hoffm.

Seewerbänken des Sentisgewölbes fand ich ihn hellbräunlichgrau. Die Würmer selbst fängt man nicht sehr oft. Man kann ihnen nicht schnell genug nachgraben; zahlreiche kleine Exemplare erbeutet man aber in dem oberflächlichen Humus der Polsterpflanzen (die von mir gesammelten waren noch nicht geschlechtsreif und daher nicht zu bestimmen).

Auch *Ameisen* dürften übrigens durch ihren Nestbau an der Füllung gewisser Spalten mit Humus ihren Anteil haben, jedenfalls aber ist ihre Wirksamkeit bedeutend geringer als die der Regenwürmer, um so mehr, als die Nester erst dann besiedelnden Pflanzen zur freien Konkurrenz offen stehen, wenn sie nicht mehr bewohnt sind. Zu diesem Schlusse führte mich folgende Beobachtung: Die bewohnten Nester sieht man sehr häufig von förmlichen Reinkulturen irgend einer Spezies bestanden, z. B. von Thymus serpyllum, Sedum album, Galium mollugo, Festuca ovina, und zwar oft benachbarte Nester derselben Ameisenart von ganz verschiedenen Pflanzenspezies.

Auch *anderes Getier* findet sich oft in grosser Menge in den Spalten, vor allem Kellerasseln, Schalenasseln, Lithobius, Podura und Clausilien[1]).

[1]) Ich kann mich in dieser Angabe übrigens auch auf einen ganz kompetenten Beobachter berufen: das *Rotkelchen.* Dieses Vögelchen scheint sehr genau zu wissen, welche Fülle an kleinem Getier die Spalten bergen. Im April 1903 brach ich, während alles tief mit Schnee bedeckt war, an einer Wand bei Quinten einige Spalten auf. Dabei hatte ich immer seine Gesellschaft. Es suchte mit grossem Eifer den aus den Spalten herausfallenden Detritus ab und liess sich dabei durch nichts stören; es hüpfte mir zwischen den Beinen hindurch und schien sich gar nicht darum zu kümmern, dass beständig Erdkrümchen seinen Rücken trafen. Auch der Lärm der schweren Hammerschläge vermochte es nicht zu verscheuchen; nur wenn Steine niederpolterten, unterbrach es

Selbstverständlich bilden aber auch einen Hauptfaktor bei der Detritusbildung die *Leichen der Felsenpflanzen* selbst, wobei namentlich die Kryptogamen, z. B. Nostocaceen, vor allem aber die Moose eine wesentliche Rolle spielen. Von den Phanerogamen kommen die oberirdischen Teile, die meist bis in das nächste Gebüsch verweht werden, viel weniger in Betracht als die Wurzeln.

Diesen Umständen gegenüber fällt *Drudes Zuteilung* der Felsen zu den „humusarmen Mineralböden" dahin. Sie können diese Qualifikation stellenweise, wo der organische Detritus stark mit Steinsplittern und Tonschlamm durchsetzt ist, rechtfertigen; aber andernorts verdienen sie ebenso gut die Bezeichnung mineralstoffarme, rein humöse Böden, denn dass kein Verhältnis aufgestellt werden darf zwischen dem Humus in den Spalten und dem spaltenbildenden Fels, ist ja selbstverständlich. Der Ausdruck „humusarmer Mineralboden" kann sich natürlich nur auf den Spalteninhalt beziehen.

3. Die Wasserversorgung.

In unserem Klima genügt die Anführung der im vorigen Abschnitte mitgeteilten Tatsachen allein schon, um die Existenzmöglichkeit nicht nur einer Moos-, sondern auch einer Gefässflora nachzuweisen. Wir werden in Sedum album eine Spezies kennen lernen, deren Wasserbedarf so reguliert werden kann, dass die einmalige Durchtränkung von oberflächlich angesammeltem Detritus, wie sie sich bei jedem Regenfall vollzieht, schon genügt, um

---

seine Arbeit und hüpfte unter den nächsten vorspringenden Block. Dies begegnete mir an drei Orten, wahrscheinlich auch mit drei verschiedenen Rotkelchen.

die Pflanze nachfolgende Zeiten der Dürre ohne jede weitere Wasserzufuhr aushalten zu lassen.

Meist liegt aber die *Versorgung der Felsenpflanzen mit Wasser* weit günstiger, als im erwähnten Falle. Man braucht nur zu bedenken, dass da, wo sich der Detritus in Spalten ansammelt, die Schnelligkeit, mit der er sein einmal aufgesaugtes Wasser durch Verdunstung verliert, — abgesehen von der erhöhten Erwärmung des Felsens — wegen der geringern Durchlüftungsmöglichkeit theoretisch kleiner sein muss, als bei Wiesen oder Ackerland von derselben Tiefe. Tatsächlich kann ich, trotzdem ich zahllose Spalten aufbrach (selbstverständlich auch bei trockenem Wetter), keinen einzigen Fall anführen, wo die Erdschichte in den Spalten nicht schon in einer Tiefe von weniger als einem Dezimeter durchfeuchtet gewesen wäre. Dabei ist es selbstverständlich, dass entsprechend der Tiefe und Breite der Spalten die Verhältnisse verschieden sind. Breite, wenig tiefgehende trocknen rasch aus; schmale, tiefe gar nicht. Immerhin sei folgende Beobachtung angeführt: Bei der „Wasserauen" fand ich, dass in einer Höhe von einem Meter über dem Boden aus einer schmalen Spalte eines völlig isolierten, ca. 3—4 m hohen, 2—3 m breiten und 4 m langen Blockes vier Stunden nach dem letzten, gar nicht besonders starken Regenfall noch so reichlich Wasser floss, dass es in grossen Tropfen herabfiel, obwohl es sich vor dem Abtropfen noch über eine ca. 35 cm^2 grosse Fläche verteilte. Leider brach in dem Momente der Beobachtung die heisse Sonne durch, so dass die Tropfenbildung sistierte und also keine quantitative Angabe gemacht werden kann.

Als entsprechenden Ausdruck dieser Umstände finden wir denn an völlig isolierten Felsblöcken ohne

jede innere Wasserzufuhr (Potentilla caulescens erscheint z. B. am Fusse der Felswände schon auf 20 m^3 grossen Blöcken) extreme Xerophyten neben Pflanzen, die jedes erhöhten Schutzes vor Austrocknung entbehren. Letztere nur in Spalten, z. B. Potentilla caulescens (vide II. T. I. Kap.), die Xerophyten namentlich denjenigen Detritus besiedelnd, der sich irgendwo an einer spaltenlosen Stelle der Felsoberfläche angesammelt hat, so z. B. Sedum album, Festuca ovina, Saxifraga aizoon, aber auch in Spalten, wie z. B. Sedum dasyphyllum, Carex mucronata etc.

Bisher wurde aber nur die von der jeweiligen Humusschicht direkt als Hydrometeore erhaltene und aufgesaugte Wassermenge in Betracht gezogen, ohne des, sei es aussen, sei es im Felsinnern, enthaltenen *Überflusses* zu gedenken, der noch lange nach einem Regenfalle Oberfläche und Spalten nass halten kann. Sobald wir aber auch das fliessende Wasser berücksichtigen, ergeben sich bedeutende Unterschiede zwischen den einzelnen Formationen des Jura und der Kreide. Die reinen Malm- und Schrattenkalke geben bei ihrer chemischen Verwitterung, d. h. Lösung durch das kohlensäurehaltige Wasser keinen oder nur einen ganz geringfügigen unlöslichen Rückstand. Das Lösungsprodukt ist $Ca(HCO_3)_2$ = doppelkohlensaurer Kalk, der mit dem abfliessenden Wasser fortgeführt wird. Die mergeligen Aptschichten, sowie die kiesel- und phosphorsäurereichen Horizonte des Neocoms und Gaults dagegen hinterlassen viel unlösliche Rückstände, welche die Spalten ausfüllen und den Fels mehr oder weniger undurchlässig machen. Auf Neocom und Gault treten daher Quellen zutage und oberflächlich gelegene Spalten werden noch lange nach dem Regenfall ergiebig durch-

feuchtet. Nicht so bei Malm und Schrattenkalk. Bei diesen bedeutet jede einmal entstandene Ritze, jeder einmal entstandene Sprung im Felsen einen bleibenden, kaum mehr verstopfbaren Weg für das Wasser, das denn auch rasch durchsickert und mitten im Berg drin seinen Weg nehmen kann, ohne oberflächliche Spalten zu erreichen. Malm und Schratten sind daher, wie bekannt, oberflächlich trockener als Neocom und Gault.

Es sind aber *nur graduelle Unterschiede,* mit denen wir es zu tun haben, und man darf nicht von ferne daran denken, etwa die Lebensbedingungen an den Neocom- und Gaultwänden in prinzipiellen Gegensatz zu denen an den Malm- und Schrattenwänden zu stellen. Erstens kann nämlich bei den Neocom- und Gaultschichten infolge Zerklüftung und innerer Wasserableitung die oberflächliche Bespülung auch fehlen. Zweitens wissen wir schon aus dem Vorkommen von Potentilla caulescens auf völlig isolierten Blöcken, dass auf Malm und Schrattenkalk auch ohne innere Wasserzufuhr Mesophyten gedeihen können, und dazu kommt erst noch drittens, dass gelegentlich auch Malm- und Schrattenwände durch Quellwasser oberflächlich bespült werden können, wodurch dann selbstverständlich eine erhöhte Häufigkeit der Mesophyten bewirkt wird. Dazu ein Beispiel:

Beim Gasthaus zum „Äscher“ erlaubt es das aufgestellte Teleskop, die annähernd 100 m hohen, etwas überhängenden Schrattenwände in ihrer ganzen Höhe floristisch zu untersuchen. Die Wände sind von dem Kryptogamenüberzug hellblaugrau gefärbt — oder ockergelb, wo an Abbruchstellen eine mit Calzit inkrustierte, noch nicht bewachsene innere Fugenfläche zum Vorschein kommt. Der bläuliche und ockerfarbene Grund ist mit schwarzen

Flecken gezeichnet, von denen gleichfarbige Streifen mannigfach anastomosierend senkrecht nach unten verlaufen. Das sind die sogenannten *Tintenstriche,* Algenkolonien (Stigonema-Arten nach Warming) an Stellen, die noch lange nach einem Regenfall von Wasser triefen [1]). Ein Wasseraustritt findet aber, wie erklärlich, nur etwa in den untern zwei Dritteln der Wandhöhe statt, — bloss soweit hinauf reichen wenigstens die Tintenstriche, — aber auch nur soweit hinauf gehen die Potentillen, obwohl im kahlen obersten Drittel der Wand die Spaltung des Felsens gegenüber der bewachsenen untern Partie in nichts geändert ist, soweit sich dies wenigstens teleskopisch erkennen lässt.

Es ist aber nicht ohne weiteres festzustellen, welche Wirkung des erwähnten Quellwasserzuschusses die erhöhte Häufigkeit, in diesem Falle der Potentilla, an anderen

[1]) Mit welcher Sicherheit diese *Tintenstriche* einen Wasserverlauf kennzeichnen können, ersieht man da, wo einem oberflächlich rauhen Fels nur wenig Wasser entquillt und, sich in viele kleine Äste und Äderchen teilend und wieder vereinigend, an der Wand jene Figur erzeugt, die auch für einen Flusslauf in der Ebene charakteristisch ist. Dieser ganze komplizierte Verlauf des Wassers mit oft kaum centimeterbreiten Strässchen wird dann getreulich, ohne Auslassung oder Übertreibung von den Algen als schwarzes Dessin auf den hellen Grund fixiert.

Aber die Tintenstriche sind dennoch nicht immer ein zuverlässiges Kriterium. Sie lassen uns sofort im Stiche, sobald wir sie dazu benützen wollen, genauere Unterschiede in der Besiedelung, infolge innerer, äusserer oder fehlender Bespülung, zu ergründen. Wo Tintenstriche auftreten, sind wir zwar der Gegenwart fliessenden Wassers ziemlich sicher (nicht ganz, da wir nicht wissen, wie viele Jahre nach endgültigem Versiegen des Wassers die Schwarzfärbung noch anhält); wo sie fehlen, kann man meist auf das Fehlen innerer Wasserläufe schliessen, doch macht auch hier die zur Oberfläche parallele Zerklüftung das Kriterium gelegentlich unbrauchbar.

Orten anderer Mesophyten, bedingt. Man ist immer viel zu leicht geneigt, nur mit den Umständen, die zur Zeit der Beobachtung gegeben sind, zu rechnen. Ebenso kritisch wie die Hundstage gestaltet sich für die Felsenpflanzen der Winter und der Vorfrühling. Voraussichtlich ist zur Zeit andauernder Kälte der nicht schneebedeckte Fels genau entsprechend dem hartgetretenen Boden der Ebene bis zu über 120 cm Tiefe vollständig eingefroren [1]), die *Frostgefahr* an Südhängen also eine maximale an all den Orten, wo nicht Quellwasser vorhanden. Gerade die zitierte Stelle beim Äscher und die dahinter gelegene „Wilde Kirche" (eine Höhle, in welcher das Tropfwasser für das Gasthaus aufgefangen wird) liefern nach der Aussage Dörigs auf dem Äscher den Beleg für die Möglichkeit, dass solche im Sommer tropfende Stellen auch im kältesten Winter nie ganz austrocknen. Im Sommer kann Potentilla caulescens auf Quellwasserzuschuss verzichten, das wird bewiesen durch ihr Vorkommen auf isolierten Blöcken; mir scheint aber nichts gegen die Erklärung zu sprechen, dass es die Wasserzufuhr zur Frostzeit ist, welche die erhöhte Üppigkeit der Potentilla im erwähnten Falle und eine entsprechende Veränderung anderwärts bedingt.

Nochmals sei ausdrücklich bemerkt: die *Schichtlage* ist bei klüftigen Kalksteinen in den allerwenigsten Fällen massgebend für den Verlauf des ins Felsinnere eingedrungenen Wassers. Es kommt vor, dass an Wänden mit annähernd horizontaler Schichtung eine wenige Dezi-

[1]) Obwohl sich meine Untersuchungen auf die Monate Februar bis und mit November erstrecken, fand ich selbst nie vereiste Spalten, was aber, da nicht zur strengsten Frostzeit untersucht wurde, gar nichts beweist.

meter oder Meter dicke Oberflächenpartie durch eine senkrechte Kluft als Platte von dem Massiv getrennt und von jedem Wassersukkurs von innen abgeschnitten wird. Desgleichen beobachtet man nicht weniger oft, dass überhängende Wände mit gegen den Berg einfallenden Schichten reichlich Wasser entlassen.

Als das *Wesentliche an der Wasserversorgung* der Felsflora ist also anzuführen, dass die jeweilige Durchtränkung und kapillare Festhaltung der in den Spalten angesammelten Erde durch den Regen allein selbst für die Lebensführung von Mesophyten, wie Potentilla caulescens, genügt, dass aber die Flora des Neocoms und Gaults in der Regel, die der reinen Kalke nicht selten noch bedeutenden Quellwasserzuschuss erhält. Der Fels ist also jedenfalls kein ausschliesslich trockener Standort.

B.

Die Besonderheiten der Felswände als Pflanzenstandort[1]).

Sie ergeben sich grossenteils aus zwei Eigenschaften des Felsens: 1. seiner Kompaktheit und 2. seiner Steilheit. (In unserem Gebiete treten selten um weniger als 30° geneigte Felsen zutage; Ausnahmen bilden die Schneekessel, Karrenfelder, hochalpinen Gipfel und Gräte.)

1. *Die relative Kompaktheit* bedingt:

a) Das Vorhandensein unbesiedelter Stellen (Fels), indem nur schuttbedeckte Vorsprünge und	Damit im Zusammenhang: Besonderheiten im Kampfe um den Lichtgenuss. Zahllose Rosettenpflanzen[2]): Sem.

[1]) Ein Abschnitt, der befriedigend nur von einem Monographen geleistet werden könnte.

[2]) Denn an zahllosen Orten ist Beschattung durch Nachbarn ausgeschlossen, da keine solchen vorhanden sein können.

grössere Spalten Phanerogamen tragen können.	pervivum tectorum. Spalierpflanzen: Rhamnus pumila. Hängende Sprosse: Saxifraga oppositifolia. Fehlen der Annuellen auf dem Fels (einzige Ausnahme Sedum atratum)[1].
b) eine gesonderte Wasserbilanz für jeden einzelnen Standort. (Neben einer sehr feuchten Spalte kann sich eine solche mit ganz trockenem Detritus befinden.)	Damit im Zusammenhang: Das Auftreten von Xerophyten neben Mesophyten[2].
c) eine Einschränkung des Dickenwachstums der Wurzeln.	Zum Teil damit im Zusammenhang: Das Zurücktreten ausgewachsener Bäume mit allen Folgeerscheinungen (breite Spalten tragen oft gut entwickelte Bäume).
d) das stellenweis massenhafte Auftreten von Regenwürmern entsprechend ihrer erhöhten Häufigkeit unter gepflasterten und festgetretenen Plätzen. (Vielleicht wegen Fehlen des Maulwurfs?)	Zum Beispiel zum Teil damit im Zusammenhang: Das Auftreten von humusfangenden Pflanzen (siehe später).

[1]) Ich denke mir wegen der grossen Schwierigkeit, ein geeignetes Substrat zur Keimung zu finden.

[2]) Man denke sich z. B. eine Wiese, die nebeneinander Stipa pennata und Caltha palustris trüge!

2. *Die Steilheit* bedingt:

a) Häufiges Entblössen der Wurzeln u. Brachlegen des Detritus α) durch Wegführen und β) durch Wiederabsetzen des Detritus durch Wind und Wasser; γ) durch Abbruch eines Felsenstückes und δ) durch Zerreissen einer Siedelung infolge Steinschlags od. Viehtrittes.	Im Zusammenhang damit: Siehe im weitern Text (II. Teil) die Abschnitte: Globularia, Thymus und Sedum.
b) Mechanische Schädigung vorstehender, oberirdischer Pflanzenteile durch Steinschlag und Lawinen [1]).	Im Zusammenhang damit: Das stellenweise Zurücktreten von Pflanzen mit mehrjährigen oberirdischen Sprossen, oder Spalierwuchs bei den vorhandenen (Rhamnus pumila), (Primula auricula mit kontraktilen Wurzeln).

[1]) Letztere ist lange nicht so bedeutend, wie man nach den sonstigen verheerenden Wirkungen einer Lawine wohl denken möchte. Der Lawinenschnee am Fusse der Felswände ist allerdings beim Abschmelzen stets mit Pflanzenteilen bedeckt, aber weder die Wand selbst, noch diese Opfer bringen den Eindruck hervor, dass eine Lawine ein katastrophales Unglück für die mitgenommene Pflanzenwelt sei.

Genauer lässt sich die Wirkung an Wiesen ermessen; dort bedeutet sie eine Kurzschur und zwar der irgendwo aufgerissenen und mitgeschleiften (nicht fallenden!) Erde wegen. Diese wird zu lauter ca. 30 cm langen Walzen gerollt, an denen sich alles

c) Steigerung klimatischer Einflüsse, z. B.
- α) der Windwirkung;
- β) der Erwärmung bei Südexposition[1]) und
- γ) der Beschattung bei Nordexposition;
- δ) der Frostwirkung wegen mangelnder Schneedecke.

Im Zusammenhang damit: Siehe die Abschnitte über den Schneeschützling Erinus alpinus und die Polsterpflanze Androsace helvetica (vide II. Teil III. Kap.).

d) Sehr oft Sonderung von Vieh und Wild, d. h.:
- α) Schutz vor Viehfrass;
- β) Schutz vor dem Getretenwerden;
- γ) mangelnde Düngung.

Ich wiederhole

3. *Wassermangel*

ist kein Charakteristikum der Felswände. Wenn Warming (I) sagt: „Dass das Wasser zu den Pflanzen einen schwierigen Zutritt hat, ist klar: Das Regenwasser läuft schnell ab und geht verloren“, so bezeichnet er damit ein ziemlich seltenes Verhalten, das zutrifft: 1. für die horizontal verlaufenden Spalten an Wänden mit dachziegeliger Abwitterung, 2. für annähernd senkrecht verlaufende Spalten an senkrechten oder überhängenden Wänden. In allen andern Fällen aber muss das den Wänden entlang fliessende Wasser dem steilsten Gefälle folgend in den Spalten ver-

vorstehende Kraut aufwickelt, so dass sie zuletzt wie in Spulen verwandelt aussehen.

[1]) Siehe I. Teil II. Kap. § 1 C.

schwinden. Ja noch mehr: die allermeisten Spalten werden bei Regen vermutlich intensiver durchfeuchtet als Wiesboden, weil ihnen das Wasser von einem gewissen „Sammelgebiet“ zur Verfügung steht. (Dass man nur selten am Fusse der Felswände Spuren intensiver Schwemmwirkung findet, beweist allerdings nicht, dass das der Wand entlang fliessende Wasser in Spalten versickere, da nur geröllführendes Wasser erhebliche Erosionswirkungen hervorbringen kann. Stellen, an denen zeitweise ein Quellbächlein zu Tale fährt, können bei Versiegen desselben beinahe nur an der Besiedelung [Tintenstriche, Molinia cœrulea, üppige Gypsophila repens etc. etc.] von andern unterschieden werden.)

Die Standorte der Felswände unseres Gebietes sind allerdings vorzugsweise trocken; aber aus demselben Grunde, wie die meisten andern trockenen Standorte des Gebietes, nicht wegen mangelnder Zufuhr von Wasser, sondern wegen der Unmöglichkeit, dasselbe zu speichern. Sobald aber der in den Spalten vorhandene Detritus eine gewisse Menge erreicht, kann auch das Wasser gespeichert werden und der Standort ist, vielleicht umgeben von lauter trockenen, kein trockener mehr (vergl. die Anmerkung über die Blockflora I. Teil II. Kap. § 1, 3). Dass dem Fels oberflächlich aufliegende, selbst bedeutende Detritusmengen „trocken“ sind, braucht hier nicht ausgeführt zu werden.

Ebenfalls nicht zu den Charakteristika der Felsformation gehört das Fehlen der

4. *Konkurrenz.*

Man nennt die Felsflora gelegentlich eine offene Formation, wie man gewisse Fazies der Sandflora als offene bezeichnet. Es hätte meiner Ansicht nach keinen Sinn, darüber zu diskutieren, ob die Felsflora eine offene

sei oder nicht. Sicher ist ja, dass die Pflanzendecke lückenhaft ist, woraus sich gewisse Eigentümlichkeiten für den Bau der Felsenpflanzen ergeben; wie will ich aber beweisen, dass alle Orte des Felsens, die besiedelt werden könnten, auch wirklich besiedelt sind? Die Hauptsache ist der Konkurrenzkampf; sein Bestehen aber ergab sich für mich aus den ersten Beobachtungen *bei Quinten,* welche zeigten, dass die jüngeren Exemplare der Felsenpflanzen eigentlich allenthalben am Fels und in jeder Vergesellschaftung zu finden sind, während das von alten Stöcken nicht gesagt werden kann. Junge Potentilla caulescens-Exemplare neben Sedum album sind etwas gewöhnliches. Es würde aber, glaube ich, auch dem Laien bald auffallen, üppiges Sedum neben üppigen Potentillen zu finden, während es wieder eine regelmässige Erscheinung ist, dass unter alten Potentillen oder im Sesleriarasen tote Sedumästchen liegen, oder dass an brüchigen Stellen Potentillaexemplare von Globulariateppichen förmlich überzogen und erdrückt werden.

Immerhin ist trotz ähnlicher Vorkommnisse *in den obern Regionen* unser Wissen von der Konkurrenz noch gänzlich ungenügend. Dort oben sind es namentlich die Moospölsterchen, die als Keimbett benützt werden. Zahllose Pölsterchen sind aber unbesetzt. Dadurch ist zwar ein Konkurrenzkampf für die festsitzenden Pflanzen nicht ausgeschlossen, aber die Frage, ob in jedem Falle die an die besondern Umstände bestangepasste in dauernden Besitz des Pölsterchens gelangt, oder irgend eine andere Spezies, bleibt eine offene, d. h. die Wahrscheinlichkeit, dass in zahllosen Fällen die Besiedelung nach dem Gesetze des beatus possidens erfolgt, ist keineswegs von der Hand zu weisen. Doch kann es sich dabei nur darum

handeln, wie gross der Prozentsatz der durch Zufall errungenen Siedelungen ist; denn unter den vielleicht Jahrtausende gleichbleibenden Verhältnissen kann der Zufall sich nicht so stark geltend machen, dass er die Wirkungen der einer innern Notwendigkeit entsprechenden Entwicklung überträfe. (Siehe auch II. Teil II. Kap.)

Gleichfalls nicht zu den ausschliesslichen Besonderheiten der Felsflora gehört es, dass der

5. *Einfluss der chemischen Beschaffenheit des Felsens,* sofern überhaupt eine direkte Einwirkung besteht, deutlicher zum Ausdruck kommen muss, als z. B. bei Wiesenpflanzen, welche nicht in so engem Kontakt mit dem bodenbildenden Gesteine stehen. Immerhin gab ich mir viele Mühe, Differenzen zwischen der Flora des Gault mit seinem hohen Phosphor- und Kieselsäuregehalt, der Kieselkalke des Neocoms und der reinen Malm- und Schrattenkalke aufzufinden und fand tatsächlich auch solche; so z. B. stellte es sich heraus, dass bei Quinten Erinus alpinus stets nur auf Gault und Neocom zu treffen ist, aber dem Malm- und Schrattenkalke vollständig fehlt, d. h., und das macht den Befund nur noch interessanter, mit Ausnahme einiger Stellen gerade unter einem Gaultbande und auf Malm am Seespiegel. Weiter oben ist aber Erinus überaus häufig auf Malm und Schratten, und seine Lokalisation auf Gault und Neocom bei Quinten muss also, und kann auch, aus den physikalischen Eigenschaften, die diese geologischen Formationen hier auszeichnen, erklärt werden (vide II. Teil III. Kapitel). — Sodann eine Beobachtung vom Nordufer des Fählensees: Dort wechseln unter völlig gleichen topographischen Verhältnissen Gault- und Schrattenwände mehrfach miteinander ab, und die Kontrolle der Artenlisten nebst ihrer

Verifikation an Ort und Stelle ergeben, dass die häufigsten Spezies der Schrattenwände: Carex mucronata und Gypsophila repens, den Gaultwänden vollständig fehlen. — Ich führe diese Tatsache einzig wegen ihrer verblüffenden Prägnanz an, wage aber, da sie erst am letzten Beobachtungstage erkannt wurde und also nicht mehr an andern Stellen bewusst bestätigt werden konnte, nicht den leisesten Versuch einer Generalisierung, obwohl ich aus dem ganzen übrigen Gebiete keine C. mucronata auf Gault kenne, was aber wieder gar nichts heisst; denn dieses nördliche Fählenseeufer ist eine der wenigen Stellen, wo er wirkliche Felsflora trägt (ich möchte daher speziell auf sie aufmerksam machen); im übrigen ist der eugeogene Gault, von dem man in unserem Gebiete am ehesten Aufschluss über Bodenstetigkeitsfragen erwarten sollte, entweder nackt oder mit ausgesprochenen Weidepflanzen besiedelt. Es macht den Eindruck, als ob seine Oberfläche so rasch in kleinen Teilen abwittere, dass Felsenpflanzen an ihm einerseits keinen Halt finden, andrerseits aber da, wo sich der durch die Verwitterung gebildete Grus ansammelt, weichen müssen, weil sein Reichtum an Nährsalzen und die beständige Durchfeuchtung (vide I. Teil II. Kap. § 1) auch anspruchsvolleren und üppigeren Wiesenpflanzen eine sichere Existenz gewährt[1]). So trägt z. B. der Gaultfels ob dem Wildseeli bei 2200 m in Südexposition: Phyteuma orbiculare, Leucanthemum vulgare, Knautia pratensis, Silene venosa, Heracleum sphondylium, Alchemilla vulgaris, Campanula pusilla, Poa nemoralis, Alsine verna, Festuca ovina, Saxifraga moschata und

[1]) Das scheinen auch die Gründe zu sein, weshalb die Molassefelsen des schweizerischen Mittellandes vielleicht mit Ausnahme der Nagelfluh keine eigene „Felsflora“ tragen.

rotundifolia, Trifolium Thalii. Und ähnlich liegen die Verhältnisse anderwärts.

Es mag daher folgendermassen *zusammengefasst* werden: Ich konnte für die geologisch und chemisch verschiedenen Horizonte des Gebietes nicht mit Sicherheit spezifische Besiedler und damit einen floristisch tiefgreifend modifizierenden Einfluss nachweisen, wohl aber Häufigkeitsunterschiede in ihrer Besiedelung, die sich oft ungezwungen aus dem physikalisch verschiedenen Verhalten der Wände verstehen lassen, wie z. B. das spärliche Auftreten tiefwurzeliger Pflanzen an gewissen Neocomwänden, die grössere Häufigkeit mesophytischer Gewächse ebendaselbst etc. etc. (vide Anhang).

C.

Daten zur Charakteristik des Gebietes.

1. Lage.

Zwischen 6° 50′ und 7° 10′ ö. L.
und 47° 8′ und 47° 17′ n. B.

also in der nördlichen Kalkalpenzone.

Höhe über Meer 423 m (Spiegel des Walensees)
bis 2504 m (Sentisspitze).

2. Petrographie.

Alpine Ausbildung des

Doggers (bei Walenstadt; fällt aber ausser Betracht)
Malms
Neocoms
Urgons (Schrattenkalks)
Gaults und
Seewerkalkes.

3. Klimatologie.

Zur Charakteristik des Klimas unseres Gebietes mögen die nebenstehenden Berechnungen dienen[1]). Da keine genügenden Beobachtungen vom Südfusse der Curfirsten vorhanden sind, müssen die Angaben der etwa 10 km abseits liegenden und weit weniger vor Nordwind geschützten meteorologischen Station Sargans zum Vergleiche herbeigezogen worden.

Absolute Zahlen.

Nach sämtlichen bis jetzt vorliegenden Zahlen werden folgende Maximal- resp. Minimalwerte erreicht:

	Sargans	Wildhaus[2])	Sentis
Luft-Temperatur . . .	— 21,8	— 20,0 ?	— 26,4
	+ 34,8	+ 27,6	+ 17,1
Relative Feuchtigkeit . .	1 %	1 %	5 %
Monatliches Niederschlags-minimum	8 mm	13 mm?	9 mm

Die Notierung von *Maximaltemperaturen der Felsoberfläche* musste ich mir leider entgehen lassen, da ich während der heissen Zeit des Jahres durch Examina an die Stadt gebunden war. Immerhin soll eine Angabe von Arbeitern im Steinbruch bei Quinten (unserm spätern Musterstandort mit Südexposition) mitgeteilt werden. Danach sollen regelmässig im Sommer die eisernen Werkzeuge so sehr erhitzt werden, dass an eine Benützung

[1]) Nach den Angaben in den jährlichen „Berichten über die Tätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft" zusammengestellt.

[2]) Nur unter Benützung der im Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft publizierten Zahlen, während mir für dieselbe Rubrik der nebenstehenden Tabelle das Material der meteorologischen Zentrale, durch die Freundlichkeit von Herrn Direktor Billwiller, zur Verfügung stand.

Durchschnittliche Monats- und Jahresergebnisse während der 10 Jahre 1891—1900.

	Meteorologische Station								
	Sargans 507 Meter ü. M.			**Wildhaus** 1115 Meter ü. M.			**Sentis** 2504 Meter ü. M.		
	Mittel	Minim.	Maxim.	Mittel	Minim.	Maxim.	Mittel	Minim.	Maxim.
Januar	— 1,8	— 13,5	9,0	— 2,8	— 14,6	8,9	— 9,2	— 20,7	— 0,5
Februar	0,9	— 9,3	11,9	— 0,9	— 12,0	10,0	— 7,8	— 17,7	+ 0,4
März	4,5	— 6,2	17,5	1,2	— 9,0	12,5	— 7,6	— 18,1	0,2
April	9,0	0,3	22,5	5,0	— 3,5	17,0	— 4,3	— 12,7	3,3
Mai	12,4	2,7	26,4	8,5	— 0,7	20,7	— 1,3	— 10,5	5,1
Juni	16,2	8,4	29,3	12,7	4,8	24,1	2,9	— 4,5	11,8
Juli	17,6	9,5	30,9	14,6	6,3	26,9	4,8	— 2,8	14,3
August	17,2	9,0	29,1	14,2	7,0	24,6	4,9	— 2,6	12,9
September	14,4	5,8	25,9	12,7	3,3	23,0	3,2	— 5,0	11,6
Oktober	9,8	— 0,3	22,9	7,3	— 1,8	18,6	— 0,7	— 10,8	6,2
November	4,7	— 4,1	16,6	3,3	— 6,2	14,5	— 3,3	— 12,1	3,7
Dezember	— 0,1	— 9,8	9,8	— 0,9	— 10,7	8,6	— 7,1	— 16,7	— 2,1
Jahr	7,8			6,2			— 2,1		
Jährl. Niederschlagsmenge	1285,2 mm			1488,5 mm			2407 mm		
Neblige Tage im Jahr	23			36			226		
helle Tage im Jahr	77			74			62		
trübe Tage im Jahr	114			122			147		

derselben ohne vorheriges Eintauchen in das kalte Seewasser nicht zu denken ist. (Einem Versuche in der Küche entsprechend, dürfte danach ihre Temperatur sicher über 60° betragen.)

Dagegen führte Gradmann am Kocherberg bei Forchtenberg (Württemberg) an einem Muschelkalkabhang mit südlicher Exposition ca. 240 Meter ü. M., Standort von Pulsatilla vulgaris, Bupleurum falcatum, Peucedanum cervicaria, Aster amellus; Boden: grauer, mergeliger Lehm, folgende *Messungen der Bodentemperaturen* aus:

20. Sept. 1895: Bodenwärme hart an der Oberfläche, so dass die Thermometerkugel 5 mm hoch mit Erde bedeckt war: 48,5° C. (gleichzeitige Luftwärme 20,1°).

25. Sept. 1895: Bodenwärme 49,8° C.

10. Juli 1896 (wärmster Tag des Jahres): Bodenwärme 52,4° C. (Luftwärme 27,2°; Bodenwärme im nahen Buchenwald 21,7°).

19. August 1898: Bodenwärme 56,5° C.

Was die *übrigen Daten* anbelangt, so könnte Wertvolles nur durch ständige Beobachtung im Winter, Spätherbst und Vorfrühling erhalten werden. Denn Aufnahmen über schneefreie und schneebedeckte Standorte, über kleine Lawinenwege, Schnelligkeit der Temperaturumschläge, Windwirkung (namentlich auch das Fegen und Schleifen der Felsoberfläche mit verwehten Eiskristallen) erreichen einzeln jedenfalls schon die Bedeutung der Messung von Maximaltemperaturen [1]).

[1]) Es lassen sich überhaupt eine ganze Reihe schöner winterlicher Felsuntersuchungen denken, z. B. auch Eispressung in Spalten Wirkung hängenden und beim Tauen losreissenden Eises.

Gelegenheit zur Beobachtung wäre im Sentisgasthause event. der meteorologischen Station auf der Sentisspitze gegeben. Ich durfte mir den Genuss eines solchen Winters nicht gestatten.

§ 2.

Die Gliederung der Formation.

Wäre unser Untersuchungsgebiet einheitlicher, so könnten wir nun sofort nach den lokalen Ursachen forschen, welche es ermöglichen, dass bei einem und demselben Klima, derselben Lage und Exposition, chemisch demselben Substrate, sogar derselben Wandneigung, eng neben einander und von einander vollständig unabhängig eine ganze Anzahl verschiedener Spezies gedeihen, statt nur einer einzigen. Bei dem doch heterogenen Charakter des Gebietes (423—2405 m Meereshöhe, verschiedene Exposition etc.) ist es aber möglich, dass auch Wände von genau derselben Beschaffenheit infolge irgend einer, sagen wir einmal klimatischen Verschiedenheit, so verschiedene Bestände tragen, dass sie kaum eine gemeinschaftliche Spezies aufzuweisen haben. Beispielsweise finden sich bei Bogarten an derselben Wand, bei derselben Schichtung hart nebeneinander:

bei Nordost-Exposition	bei Südost-Exposition
Carex firma	Potentilla caulescens
Silene acaulis	Globularia cordifolia
Heliosperma quadrifidum	Carex mucronata
Primula auricula	Athamanta hirsuta
Salix caprea	Erica carnea
Gypsophila repens (sehr selten)	Gypsophila repens
	Sesleria cœrulea
	Carex firma.

Siehe auch Beleg Nr. 7 und 8, 12, 16, 17 und 18, 19 und 20, 23, 24 und 25, 26 und 27, 28 und 29.

Die Abhängigkeit der Pflanzen vom Klima kann aber in so vielen Fällen nur durch die sogen. „spezifische Konstitution des Protoplasmas“, d. h. gar nicht erklärt werden, dass wir trachten müssen, im Folgenden dieser

Unbekannten aus dem Wege zu gehen. Das können wir, indem wir versuchen, *alle Bestände nach gewissen, sich gegenseitig mehr oder weniger ausschliessenden Typen zu ordnen* — nur zu dem praktischen Zwecke, innerhalb Vergleichbarem vergleichen zu können; denn eine befriedigende Gliederung der Felsflora dürfte erst dann möglich sein, wenn wir eine viel ausgedehntere Kenntnis von den Wurzelorten besitzen, als sie diese Arbeit zu liefern vermag.

Man wird diese Resignation nicht recht verstehen, indem man denkt, es möchte leicht sein, mit dem Wechsel eines Faktors, z. B. der Exposition, auch den dadurch bedingten Wechsel im Bestand festzustellen. Aber gerade das ist nicht der Fall. Man sehe nur das eine Beispiel:

Als überhaupt in ihrer Variation auf die Artenliste verändernd einwirkend lernte ich folgende Faktoren kennen [1]):

Klima
speziell Wind, Frost und Hitze
Exposition
Lichtmenge
Bewässerung
Art und Stärke der Abwitterung
Häufigkeit und Form der Spalten
Neigung
Höhe
Alter
Nachbarschaft
} der Wände
Düngung
Abätzung,

[1]) Selbstverständlich soll damit nicht gesagt sein, dass auch die Art der Einwirkung bekannt ist. — Die Belege finden sich im II. Teil.

denen selbstverständlich noch eine unbestimmte Zahl noch nicht bekannter Faktoren beizufügen sind. Befunde an Ort und Stelle haben ergeben, dass eine ganze Anzahl dieser Faktoren bei geringer Intensitätsänderung im Stande sind, die Artenliste einer Wand nicht nur in direkter Wirkung, sondern auch in Gegenden mit diesbezüglichem Übergangsklima, indirekt zu ändern, zum Beispiel durch Begünstigung oder Verhütung einer langen Schneebedeckung. Als solche sind zu nennen:

die Neigung der Wand
die Exposition
die Windwirkung
die Oberflächenbeschaffenheit (glatt oder gestuft)
alle möglichen sonstigen Details, welche das Abrutschen des Schnees verhindern oder befördern können und also z. B. das Auftreten oder Fehlen von Rhod. hirsutum, Bespülung, Gemswege oder Passagen anderer Tiere, die Bewachsung selbst,
die Nachbarschaft (liegen oberhalb Lawinenabrutschgebiete oder nicht? etc.).

In ähnlicher Weise kann andernorts eine Anzahl der eben genannten Faktoren indirekt die Flora verändern durch Beeinflussung der Feuchtigkeitsverhältnisse, so dass wir also einerseits auf verschiedene Einwirkungen hin dieselbe Reaktion erhalten können, andrerseits auf dieselbe Einwirkung hin verschiedene Reaktionen. Daraus dürften sich zur Genüge die Schwierigkeiten erhellen, die des Formationsökologen harren.

Solange wir nicht die Wurzelorte einer Anzahl Spezies so genau kennen, dass wir sie als Kriterien bei der Be-

stimmung von Lokalverhältnissen verwenden können, sind wir notwendigerweise auf oberflächliche Einteilungen angewiesen[1]). So gebe ich auch das Unten-

[1]) Als Gegenstück zu dieser Vertrauenslosigkeit erlaube man mir einen andern persönlichen Eindruck anzuführen. So unangenehm es ist, aus grösstenteils unerklärten Spezialfällen Allgemeinheiten abzuleiten (Bestandestypen, Formationen), um so erfreulicher sind wieder andere Erscheinungen. Wenn nämlich ein floristischer Botaniker, der nicht eine Formation, sondern gleich Wiese, Wald und Feld und Weinberg und Sumpf und See behandelt, das Vorkommen einer Spezies z. B. als sporadisch bezeichnet, so kann ein Formationsmonographe in zahlreichen Fällen sofort sagen: Nein, nicht sporadisch kommt die Spezies vor, sondern überall unter den und den Verhältnissen, und der sehr berechtigte Ausdruck „sporadisch" erscheint ihm oft sinnlos; wird er doch gerade so gebraucht, als bedeutete er: „Nur an einzelnen aller möglichen Standorte." Ein derartig sporadisches Auftreten darf man aber nur für neu einwandernde oder lokal aussterbende Pflanzen voraussetzen, in allen übrigen Fällen hat man bei scheinbar unregelmässiger Verbreitung einer Spezies nach den entsprechenden „sporadisch" auftretenden Komplexen von Lebensbedingungen zu suchen und man wird dabei auch, sofern man sich nur auf wenige Spezies beschränkt, von Erfolg gekrönt. Nicht dass dieser Erfolg sich stets in einfach auszudrückenden Gesetzen kundgibt (soweit glaube ich in dieser Arbeit nur bei Sedum album, Androsace helvetica und Erinus alpinus gelangt zu sein); in den meisten Fällen besteht er einzig darin, dass man keine Lokalitäten mehr findet, an denen einem das Auftreten oder umgekehrt das Fehlen der betr. Spezies überraschten. Ich weiss, der Wissenschaft ist mit solch vagen Eindrücken nicht gedient. Die Tatsache aber, dass eine soweit gehende Vertrautheit und Sicherheit auftreten kann, dass sich, sagen wir, nicht in Worte kleidbare Begriffe bilden können, erscheint mir immerhin mitteilenswert. Sie zeigt meiner Ansicht nach, dass hier ein überaus dankbares Arbeitsfeld gegeben ist, während andrerseits die völlige Unsicherheit, die sich bei jedem Versuche, „Formationen" oder „Bestandestypen" zu schaffen, einstellte, mir darauf hinzudeuten scheint, dass Vergesellschaftung bei der Felsflora überhaupt nicht die Rolle spielt, wie anderwärts, was auch aus der Isolierung der einzelnen Spezies leicht zu verstehen wäre.

stehende nicht seines Wertes halber, sondern nur darum, weil es wegen des Folgenden nicht übergangen werden kann [1]).

Wir unterscheiden zunächst zwei Bestandtypen.

1. Bestandestypus.

Die Felsflurbestände der Südabhänge bis ca. 2100 m und der trockenen Nordabhänge [2]) bis zu ca. 1500 m Meereshöhe, d. h. die Bestände mit Globularia cordifolia.

2. Bestandestypus.

Die Felsflurbestände der zeitweise stark bewässerten Nordabhänge und ähnlich beschaffenen Südwände von ca. 2000 m an aufwärts, d. h. die Bestände mit Carex firma.

1. Bestandtypus: Die Bestände mit Globularia cordifolia.

Ungefähr die Verbreitung der Globularia zeigen in unserem Gebiete nachfolgende Spezies:

Potentilla caulescens
Kernera saxatilis
Erica carnea.

Nur in Südexposition finden sich:

Laserpitium siler	Sedum album
Carex humilis	Sedum dasyphyllum
Carex mucronata	Erinus alpinus
Teucrium chamædrys	Leontodon incanus
Veronica fruticulosa	Gymnadenia odoratissima
Rhamnus pumila?	Euphorbia cyparissias
Sempervivum tectorum	Thymus serpyllum.

[1]) Selbstverständlich werden auch nur die häufigeren Spezies berücksichtigt werden können, umsomehr, als ausschliesslich eigene Beobachtungen zur Verarbeitung gelangen.

[2]) Wir unterscheiden nur Süd- und Nordexposition, weil bei dem Kettencharakter der Curfirsten und des Sentis, Ost- und Westexposition kaum in Betracht kommen.

In Süd- und Nordexposition, die nördliche Höhengrenze (1500 m) aber um ein Bedeutendes überschreitend, dafür meist dem nördlichen Walenseeufer [1]) fehlend:

Primula auricula
Athamanta hirsuta
Gypsophila repens
Saxifraga aizoon
Sesleria cœrulea (häufig am Walensee).

Das nördliche Walenseeufer zeichnet sich aus durch das Auftreten von

Coronilla emerus
Asplenium fontanum im Schatten
Satureia calamintha var. nepetoides
Galium rubrum
Galium mollugo var. Gerardi
Prunus mahaleb

und das Fehlen von

Athamanta hirsuta	Saxifraga aizoon
Primula auricula	Rhamnus pumila
Thymus serpyllum	Gypsophila repens.

Am Steilabsturz der Curfirsten sind die *Höhengrenzen* im Vergleich mit den Südexpositionen des Sentis bedeutend nach oben verschoben. Die tonangebende Spezies der Gipfelwände: Carex mucronata, fand ich dort erst von 1350 m (Achselkamm) an aufwärts, während sie im Sentisgebiet bei der Wasserauen (ca. 950 m) noch in Menge auftritt. Ferner geht die in den untern Regionen C. mucronata ersetzende C. humilis bis an die 2000 m hoch liegenden Gipfelwände der Curfirsten, während sie am Sentis in dieser Höhe nirgends mehr zu treffen ist.

---

[1]) d. h. den in den See eintauchenden Wandkomplexen, ohne Rücksicht auf ihre Höhe, wobei allerdings 600 Meter ü. M. nicht überschritten werden.

2. Die Bestände mit Carex firma[1]).

Sie umfassen, nach Ausschluss der vermutlich der Schneefleckflora zuzuzählenden Spezies, folgende Arten:

Carex firma	Festuca pumila
Silene excapa	Erigeron uniflorus
Alsine sedoides	Saxifraga cæsia
Carex sempervirens	Arabis hirsuta
Carex ferruginea	Draba tomentosa
Salix retusa	Saxifraga oppositifolia
Dryas octopetala	Heliosperma quadrifidum
Saxifraga moschata	Poa alpina
Alsine verna	Saxifraga androsacea
Petrocallis pyrenaica	Valeriana saxatilis
Sedum atratum	

ferner die schon bei den vorhergehenden Beständen genannten

Saxifraga aizoon
Sesleria cœrulea
Primula auricula
Athamanta hirsuta.

Diesen zwei Hauptgruppen sind noch mindestens zwei andere untermengt:

3. Die Bestände der Androsace helvetica

mit der einzigen Spezies Androsace helvetica[2]) (vide II. Teil III. Kap.).

---

[1]) Trotz vieler Notizen ist es mir nicht möglich, diese Liste näher zu gliedern, obwohl es für mich feststeht, dass sie einer ganzen Reihe von ökologischen Untergruppen entspricht. Die Bestände finden sich eben in der kompliziert gebauten Gipfelregion, die leider zu wenig hoch liegt und noch zu viele Elemente tieferer Regionen als Einsprengsel enthält, um ein Ausklingen der Flora nach bestimmten Gesetzen erkennen zu lassen.

[2]) Vielleicht auch die wegen ihrer Kleinheit leicht zu übersehende Draba tomentosa.

4. Die Schneeschützlinge (vide II. Teil).

Erinus alpinus (nur in Südexposition)
Alchemilla Hoppeana
Arabis alpina
Rhododendron hirsutum?