

Zeitschrift: Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz = Matériaux pour la flore cryptogamique suisse = Contributi per lo studio della flora crittogama svizzera

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 9 (1939)

Heft: 3

Artikel: Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Gesteins in den Alpen, im Jura und im schweizerischen Mittelland

Autor: Jaag, Otto

Kapitel: Im Molassegebiet des schweizerischen Mittellandes

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-821074>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.05.2025

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

weiter, und es wäre verfehlt, die Auflösung des Gesteins auf die Tätigkeit der Algen zurückzuführen. Diese setzen sich in den Erosionslöchern und -gängen an, ohne am Abbau des Gesteins wesentlich beteiligt zu sein.

Die dem Licht ausgesetzte Außenfläche der Felswand zeigt dieselbe Vegetation, wie sie für die nicht beschatteten Flächen der « Teufelsküche » und des Felsentälchens beschrieben wurde: im trockensten Areal Flechten, deren endolithische, gelbe *Trentepohlia*-Gonidien auswachsen und der Felsoberfläche ihre Färbung verleihen. Aschgraue Bänder verkalkter Lager von *Gloeocapsa Kützingeriana*, st. *pleurocapsoides* bilden Krusten bis zu 1 cm Dicke auf dem Fels, und *Gl. sanguinea*, st. *perdurans* und st. *fam. lam., alpinus* bedecken zusammen mit *Scytonema myochrous*, st. *crustaceus* die spärlichen Rieselwasserstreifen (Mat. 173).

3. Kapitel

Im Molassegebiet des schweizerischen Mittellandes

Die Molasse, das Sedimentgestein des mittleren Tertiärs, umfaßt den gesamten Raum des schweizerischen Mittellandes zwischen Jura und Alpenrand und erstreckt sich vom Genfersee bis zum Bodensee. Sie ist hervorgegangen aus den immer mehr zerkleinerten, geschlammten und wieder abgesetzten Verwitterungsprodukten mächtiger Gebirgsmassen von verschiedenen Gesteinsarten, die durch Flüsse nordwärts verfrachtet, teils in marine, teils in Süßwasserbecken abgelagert und dort nachträglich verkittet wurden. Zeigt sich das Molassegestein am Alpenrand noch in Form grobkörniger Konglomerate, der sogenannten Nagelfluh, die beträchtliche Bergmassive, wie den Speer (1956 m), Rigi (1800 m), Napf (1408 m) usw. ausbildet, so nimmt die Korngröße nach N und NW zu fortschreitend ab und bildet dort zunächst grobkörnigen und noch weiter dem Jura zu den feinkörnigen Sandstein. Dieser bildet daher in der Mächtigkeit von weit mehr als 1000 m den Grundfels der zwischen 300 und 900 m ü. M. liegenden schweizerischen Hochebene.

Während die Sandsteine anderer Formationen, wie zum Beispiel des Buntsandsteins und des Keupers, sehr oft rote Farben zeigen, fehlt das Rot den Molassesandsteinen vollständig. Sie sind alle in frischem Zustande grau, in verschiedenen Nuancen variierend, in angewitterten Abänderungen dagegen mehr braungrau bis gelb. Je feiner das Korn bei den Sandsteinen der subalpinen Molasseregion ist, desto fester sind sie in der Regel und desto dünner geschichtet, je gröber das Korn, desto dickbankiger das Gestein und desto lockerer die Bindung (Gutzwiller). Kalkige Sandsteine, mit viel Kalk und kalkhaltigem Binde-

mittel, bei Zusatz von Säure stark brausend, wechseln ab mit «granitische Molasse», die aus viel Quarzkörnern und einem kieseligen, dolomitischen Bindemittel besteht und unter Säurewirkung nicht oder nur wenig aufschäumt. Der «Berner Sandstein» ist besonders feinkörnig, weich und gegenüber der Verwitterung wenig widerstandsfähig.

Vielfach ist die Molasse von Kiesen, Schottern und Moränenablagerungen aus der Gletscherzeit überdeckt. Im Hügelland erhebt sich der Sandstein in steilen Berglehnen hoch über die Landschaft hinaus, so am Uetliberg u. a. a. O., während anderwärts, so besonders eindrucksvoll im Freiburger und Berner Land, der Molassegrund selbst vielgestaltig durchtalt ist.

Zwischen senkrecht abfallenden, bis weit über 100 m hohen Wänden, fließen dort die Flüsse in breitem, seichtem Bett dahin.

Gegenstand unserer Untersuchungen im Molassegebiet waren hauptsächlich die Gegend des Zusammenflusses von Sense und Schwarzwasser im Kanton Bern, sodann das Tal der Limmat bei Wettingen, der Uetliberg, das Küssnachter Tobel und verschiedene Stellen am Rhein zwischen Rheinfall und Eglisau.

26. Die Molasseeinschnitte der Sense und des Schwarzwassers

Westlich und östlich von Schwarzenburg ist die marine Molasse (Burdigalien), welche in gewaltiger Mächtigkeit den Felsgrund des fruchtbaren Berner Mittellandes bildet, von zwei über 100 m tiefen Rinnen durchschnitten. Durch ein mehr oder weniger 100 m breites Erosionstal führt die Sense ihr Wasser zwischen hochragenden, bald senkrechten, bald geneigten Felswänden und mehreren, nach oben zurücktretenden, übereinander gelagerten Stufen und Bänken in NE-Richtung. Streckenweise folgt die schmale Rinne des Fließchens, dessen Wasserführung großen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist, der Mitte des ebenen Talbodens; auf anderen Strecken aber durchquert es denselben in zahlreichen Windungen, bald die rechte, bald die linke Talseite berührend, um kurz darauf sein Wasser in mehrere, das ganze Talbett durchfurchende Arme zu verteilen. Ähnliche Verhältnisse zeigt das Schwarzwasser, das seinen Lauf in NW-Richtung nimmt, um sich unterhalb der Schwarzwasserbrücke mit der Sense zu vereinigen.

Eine Wanderung durch diese Flußtäler von Schwarzenburg bis zu deren Vereinigung, ein landschaftliches Erlebnis von großer Eindrücklichkeit, lehrt, daß diese Molasse-Sandsteinwände ein reiches Pflanzenleben bergen, das in der bunten Färbung der Gesteinsoberfläche zum Ausdruck kommt und von weither sichtbar ist; sie lehrt aber auch, daß es nur wenige, sich immer und immer wiederholende Typen, Artengruppierungen sind, welche diese Vegetation ausmachen. Sie sind in

derselben Weise, wie wir dies für das Kalk- und Silikatgestein nachwiesen, bedingt durch die lokalen ökologischen Verhältnisse, insbesondere den Benetzungsgrad, die Intensität der Belichtung und die Beschaffenheit der Felsoberfläche. Dabei sind am auffallendsten: Rieselwasserstreifen, Sickerwasserstellen, zurücktretende Wände unter überhängendem Fels, Grotten und Höhlen, Quellwasseraustritte und das Felsbett des Flusses.

a) *Rieselwasserstreifen*

Auf den breiten Flächen der Steilwände über den Ufern der Sense heben sich Rieselwasserstreifen, also Stellen, wo andauernd oder doch während langer Perioden Wasser (pH 7,16) in geringer Menge aus dem an der oberen Kante anstehenden Waldboden abtropft, durch die hellere, rötliche Farbe ihrer Vegetation vom dunkleren Gestein ab (Taf. 17 a). Es sind wenige Elemente, welche diesen, von weitem und überall an Orten der entsprechenden Benetzungsstufe sichtbaren Bewuchs ausmachen (Mat. 451): *Rivularia Biasoletiana*, *Sacconema rupestris*, *Schizothrix rupicola*, *Scytonema myochrous*, *Tolypothrix* sp., *Mougeotia* sp., und zwischen deren halbkugeligen, stets verkalkten Polstern sind Lager von *Gloeotheca fusco-lutea*, *Chroococcus turgidus*, *Cosmarium pseudopyramidatum* fa. *maior*, *Gloeocapsa sanguinea* st. col., *alpinus* und viele Kiesialgen eingestreut. *Gloeocapsen* treten stark zurück; die Benetzung ist für sie zu hoch, zu gleichmäßig; für *Chamaesiphon*en dürfte die Strömung zu gering und für *Desmonema* und seine Begleiter der Kalkgehalt zu hoch sein.

b) *Bergfeuchte Felsflächen*

Außerhalb der oben genannten Riesel- und Sickerwasserstreifen, an Felslehnen, welche durch die aus dem Innern des mehr oder weniger porösen Sandsteins in geringsten Mengen austretende Bergfeuchtigkeit (pH 7,21) während längerer Perioden mäßig benetzt sind, zeigt sich das Gestein im farbigen Schmucke einer zusammenhängenden Algendecke, welche nur unterbrochen ist an Stellen, wo die oberflächlichen Schichten des Sandsteins abblättern. Diese Vegetation ist ziemlich reichhaltig; sie setzt sich zusammen aus (Mat. 452):

Nostoc microscopium

Gloeotheca fusco-lutea

Gloeotheca rupestris

Gloeotheca confluens

Gloeocapsa sanguinea, st. col., *alpinus*, fam. lam.

» » st. col., *alpinus*, *perdurans*

» » st. col., *alpinus*, *nannocytosus*

» » st. *pallidus*, fam. lam.

Gloeocapsa Kützingiana, st. *rupestris*

Gloeocapsa compacta

Chroococcus turgidus

Scytonema myochrous

Scytonema myochrous, st. *crustaceus*

Stigonema mesenthericum

Cylindrocystis Brebissonii

An feuchteren, oft nur wenige Quadratzentimeter großen Sickerwasserstellen kommen Kieselalgen, oft in reinen Beständen, wie z. B. *Meridion circulare* vor. Nach der trockeneren Seite hin mehrten sich dagegen *Trentepohlia aurea* und *Moosprotonemata*. Eine Reihe der oben genannten Algen werden von Pilzhyphen befallen und zum Teil abgetötet, während an beschatteten, luftfeuchten Stellen weiter fortgeschrittene sorediöse Flechtenanfänge, und im Gebiete höchster Trockenheit und ausgiebiger Belichtung schließlich gutausgebildete, fruchtende Flechten sich ausbreiten.

c) Grotten und Höhlen

Als Folge der mechanischen Erosion, welche der Fluß bei hohem Wasserstand auf das Gestein ausübt, oder durch Rutschungen, deren Schuttmassen vom Fluß weggeführt werden, sind die Steilwände zu beiden Seiten des Flußbettes vielfach tief unterhöhlt. Es entstehen auf diese Weise unter überhängendem Fels Grotten und Höhlen von mehreren Metern Tiefe, aus deren Gewölben das Sickerwasser ununterbrochen abtropft.

Die inneren Wände solcher Sandsteingrotten erscheinen in einem bunten Farbenspiel, hervorgerufen durch die reiche Vegetation von Algen, Moosen und Flechten, die sie mit einer, in vielen Nuancen schillernden Tapete auskleidet (Mat. 453—460).

Quadratdezimetergroße, grünbraune, samtene Polster von *Scytonema myochrous* bedecken den Stein, der durch eine geringe Menge nachgeschobenen Wassers (pH 7,05) andauernd feucht gehalten wird. Auf und zwischen solchen Polstern, besonders reichlich aber auf Moosrasen, welche sich über Schichtfugen und Ritzen im Sandstein ausbreiten, sind ungezählte bis stecknadelkopfgroße, goldgelb leuchtende Kugeln von *Nostoc microscopicum* ausgebreitet. Dunkle Flecken sind gebildet aus fast reiner *Gloeocapsa sanguinea*, st. *alpinus*, blaugrüne von *Chroococcus turgidus*, *Chr. helveticus* und *Chr. turicensis*, und durch alle diese Bestände hindurch zieht sich, oft in ausgebreiteten Ansammlungen, *Gloeotheca fusco-lutea*. Diese Blaualge bildet an der Oberfläche der Vegetationsschicht tiefgelb gefärbte und gleichzeitig geschichtete Hüllen

aus, während diese in tieferen Lagen, dem Licht entrückt, völlig farblos und homogen bleiben. *Gloeotheca fusco-lutea* darf als die Charakterpflanze des Molassesandsteins angesehen werden. Überall und in jedem Material dieses Substrates tritt diese Alge auf. Wohl wurde sie gelegentlich auch auf Kalk beobachtet; doch zeigt sie dort nie eine so ausgesprochene Prädominanz wie in der Molasse. Auch *Gloeotheca confluens* erreicht da und dort eine reiche Entfaltung. Natürlich können an dauernd feuchten Standorten Kieselalgen nicht fehlen. Durch Gallertstiele halten sich *Gomphonema*, *Cymbella*, *Nitzschia* u. a. am Substrat fest, und manche Arten, wie zum Beispiel *Rhopalodia parallela* var. *contorta* kommen gelegentlich zu Massenentwicklung. *Cosmarium pseudopyramidatum* ist vielfach beigemischt, und manchmal trifft man in solchen Beständen *Merismopedia punctata* und *Scytonema myochrous*, st. *crustaceus*. Trockenere Stellen sind von *Trentepohlia aurea* gelb gefärbt und in Vertiefungen lichtarmer, ebenfalls stets trockener Stellen siedeln sich in großer Zahl lepröse Lager von Flechten an. An ihrem Grunde sind solche Grotten vielfach mit Lebermoosen ausgekleidet.

d) Quellwasseraustritt

Oberhalb der Eisenbahnbrücke, auf der linken Talseite, breitet sich unter dem abfließenden Wasser (pH 7,20) einer Quelle, die aus der Molasse austritt, eine Tuffbank von vielen Kubikmetern Mächtigkeit aus. Sie vergrößert sich andauernd unter der kalkfällenden Wirkung von Moosen und Algen (Mat. 461). Unter diesen letzteren sind es vor allem *Scytonema myochrous*, *Sc. mirabile*, *Stigonema minutum*, st. *mamillosus*, *Schizothrix Heufleri*, *Sch. rupicola* und *Sacconema rupestris*, welche weitläufige Polster und Rasen ausbilden, in ihren basalen Teilen verkalken und absterben, mit ihren Luftfäden aber weiterwachsen und den biogen niedergeschlagenen Kalk mit einer braunen Decke überziehen; *Plectonema* sp. bildet rötliche Lager. Auf und zwischen den Rasen dieser *Hormogonales* breiten sich reichlich *Chroococcales* aus, insbesondere *Gloeotheca fusco-lutea*, *Chroococcus turgidus*, *Gloeotheca rupestris* und *Gloeocapsa sanguinea* in violetter Färbung. Dazu gesellen sich *Cylindrocystis Brebissonii*, *Nostoc microscopicum*, *Cosmarium subquadratum* und viele Kieselalgen. Diese Algengesellschaft erweist sich als interessant, namentlich in ihrer Abhängigkeit von den ökologischen Verhältnissen des Standortes.

Gloeocapsa sanguinea zum Beispiel zeigt sich in einer ganzen Reihe verschiedener Entwicklungszustände: In außerordentlich weithülliger Form (st. *Ralfsianus*) im Gebiete der höchsten Feuchtigkeit, mit immer engeren Hüllen dagegen nach dem Rande der Tuffbank zu, wo das Wasser spärlicher fließt. Auf kleineren Erhebungen, die vom Quell-

wasser nicht mehr getroffen werden, zeigen sich dickwandige Dauercellen (st. *perdurans*). Sodann beobachten wir alle Übergänge von Lagern mit tief dunkelvioletter Färbung zu solchen, deren Hüllen farblos sind, und dies immer, entsprechend dem Belichtungsgrad, dem die einzelnen Lager ausgesetzt sind. So finden wir an Entwicklungszuständen auf engem Raum nebeneinander: st. *Ralfsianus*, st. *fam. lam.*, st. *perdurans* und alle diese Stadien überdies in zwei Reihen, dem st. *coloratus* und dem st. *pallidus*.

In derselben Weise wie bei *Gloeocapsa sanguinea* der Grad der Benetzung und der Belichtung des Standortes in der verschiedenen Weite und Färbung der Hüllen zum Ausdruck kommt, tritt diese Erscheinung auch bei *Scytonema* zutage. Je mehr die Lager dem Licht ausgesetzt sind, um so intensiver ist die Färbung, um so deutlicher auch die Schichtung der Scheiden, und je feuchter der Standort, desto weiter, dicker sind sie. So gelangen wir bei der Bestimmung der an nassen Stellen gewachsenen Fäden unversehens zu *Scytonema mirabile*. Wir betrachten diese Übereinstimmung von Benetzungsgrad und Scheidendicke als neue Stütze für die Auffassung, daß *Scytonema mirabile* eine Standortsmodifikation von *Scytonema myochrous* darstellt.

In derselben Richtung weist das gleichzeitige Vorkommen von *Stigonema minutum* und *St. mamillosum*. Diese letztere, durch Größe und Breite der Fäden charakterisierte Art, zeichnet sich im Bereiche der höchsten Feuchtigkeit überdies aus durch eine über 20 μ weite hyaline Gallertschicht, welche den aus vielen eng aneinanderliegenden Reihen gebildeten Zellfaden umschließt.

Etwas Ähnliches ist für *Stigonema* in der Literatur nicht erwähnt, und wir sähen uns genötigt, eine neue Art zu beschreiben, wüßten wir nicht, daß diese Erweiterung der Gallertscheide dem hohen Feuchtigkeitsgrad des Standortes zuzuschreiben ist.

Sacconema rupestris: Diese Blaualge ist neu für Mitteleuropa. Unser Material stimmt freilich nicht in allen Teilen mit der Diagnose überein. In unseren Fäden sind die Zellen zwei- bis dreimal länger als breit, während sie so lang oder kürzer als breit sein sollten. Wir wissen jedoch, daß der Zelllänge kein hoher diagnostischer Wert beigemessen werden darf. Die Zellen unseres Materials sind nicht « leicht eingeschnürt », wie es die Diagnose fordert. Doch, wenn man die Ungenauigkeit, mit der so viele andere Blaualgen beschrieben wurden, bedenkt und weiß, wie verhältnismäßig selten Beschreibungen mit dem lebenden Material vollkommen übereinstimmen, so wird man die genannten Unstimmigkeiten als wenig bedeutend einschätzen, um so mehr, als sich alle wesentlichen Merkmale mit der Diagnose in vollkommener Über-

einstimmung befinden, und namentlich die vom Autor gegebene Zeichnung unserm Material in allen Teilen entspricht. So sind wir keineswegs im Zweifel, dieselbe Alge vor uns zu haben, welche B o r z i beschrieb. Doch stellt sich uns auf Grund unserer Erfahrungen an andern Gattungen nun die Frage, ob *Sacconema* wirklich der Rang einer eigenen Gattung zukomme, oder ob nicht einfach eine *Rivularia* vorliege, die, als Folge der hohen Feuchtigkeit des Standortes, vielleicht in Verbindung mit noch andern Standortsfaktoren, sehr weite Hüllen ausgebildet habe. Wenn es auch schwer fallen würde, den strikten Beweis hierfür zu erbringen, so halten wir es doch für angebracht, mit allem Nachdruck darauf hinzuweisen, daß es sich in *Sacconema* um eine ökologische Form einer an sehr feuchtem Standort gewachsenen *Rivularia* handeln kann. Die in der Literatur aufgeführten Fundortsangaben sind geeignet, diese Auffassung zu stützen: feuchte Felsen in Italien; in einem See in Amerika. Die der Gattung *Rivularia* eigene Gallertmasse, die das ganze Lager einhüllt, läßt sich auch für *Sacconema* deutlich nachweisen, wenn man nur den Thallus durch HCl entkalkt und nachher mit Methylenblau, Baumwollblau, Methylviolett usw. nachfärbt.

Schizothrix rupicola ist neu für Europa; bisher wurde diese Art nur in Amerika und, wie bei uns, auf Sandstein beobachtet. Die Alge ist mit *Sacconema* vergesellschaftet und bildet, wie diese, viele Zentimeter (vielleicht sogar Dezimeter) dicke Kalkkrusten, in denen nur die peripherischen Trichomteile lebend sind; in den tieferen Thalluspartien sind die Zellen bis zur Unkenntlichkeit geschrumpft, und es bedarf der Durchsicht eines großen Materials, bis man alle für die Identifizierung notwendigen Merkmale beieinander hat. Interessanterweise heißt es u. a. in der Diagnose: « Scheiden farblos und ungeschichtet oder braun und geschichtet. » Wir sehen in dieser Angabe unsere Auffassung unterstützt, wonach die Deutlichkeit der Schichtung mit der Färbung der Scheiden und somit auch mit der Intensität der Belichtung parallel geht und darum als systematisches Merkmal nur mit größter Vorsicht verwendet werden darf. Auch *Schizothrix rupicola* zeigt in unserm Material überaus dicke Scheiden.

Was die Richtigkeit unserer Überlegungen in hohem Maße stützen dürfte, ist die Tatsache, daß unter den Blaualgen unserer dauernd benetzten Tuffbank nicht nur die eine oder andere Art mit außerordentlich weiten Hüllen vertreten ist, sondern daß sämtliche Arten diese Erscheinung in derselben Weise zeigen: *Gloeocapsa sanguinea*, *Scytonema myochrous*, *Stigonema mamillosum*, *Gloeotheca fusco-lutea* und (wenn auch in geringerem Maße) sogar *Chroococcus turgidus*. Wir sind also wohl berechtigt, die Weite der Hüllen und Scheiden in erster Linie auf den hohen Benetzungsgrad des Standortes zurückzuführen.

e) *Das Flußbett*

Zu beiden Seiten der breiten, seichten Rinne, welche die Sense in den anstehenden Molassefels hineingefressen hat, breiten sich auf einer Meereshöhe von 650 Metern weite Schotterfelder aus, welche zur Zeit der Schneeschmelze tief unter Wasser stehen, bei geringerer Wasserführung aber nur wenige Zentimeter tief überflutet werden. Dort breitet sich vom Winter bis zum Frühjahr ein brauner Teppich von fädigen und büscheligen, gallertigen Lagern von *Hydrurus foetidus* aus (Mat. 462). Diese stets festsitzende und koloniebildende Chrysomnade bewohnt das ganze Jahr hindurch die kalten Gebirgsbäche und steigt mit Eintreten des Winters in die Flüsse der Ebene hinunter, um mit dem Ansteigen der Wassertemperatur zu Beginn des Sommers wieder vollkommen zu verschwinden. Dieser Flagellat bedeckt im Tal der Sense noch zu Anfang Mai den Felsgrund, die Gerölle und alle Gegenstände, die im Wasser liegen.

Ist diese Massenentwicklung wieder verschwunden, so folgt nach einer Reihe sonniger Tage eine solche von Kieselalgen, wobei meist nur ganz wenige Arten aus den Gattungen *Diatoma*, *Cymbella*, *Gomphonema* u. a. zu gewaltiger Entfaltung gelangen.

Erst wenn auch diese meist kurzlebige Gesellschaft vom Wasser wiederum weggespült worden ist, kommen die eigentlichen Dauerbesiedler des Flußbettes zum Vorschein (Mat. 463). Es sind vor allem kalkfällende Blaualgen wie *Rivularia Biasoletti*, *Chamaesiphon polydromaticus*, *Pleurocapsa aurantiaca*, *Phormidium favosum* und bis kirschgroße, im Wasser gelbgrün schillernde, dicht nebeneinander gestellte, kugelige Lager von *Nostoc sphaericum*.

27. Bei Wettingen (390 m ü. M.)

Südwestlich des Klosters Wettingen, jenseits des Hängesteges bei Damsau, also auf der linken Seite der Limmat, steht in E-Exposition über der Limmat die untere Süßwassermolasse in Wänden von einigen Metern Höhe an. Nach Regengüssen (105 cm jährliche Niederschlagsmenge) fließt auf dem darüber anstehenden Waldboden Wasser über die Felswand, und überdies tropft an der unteren Kante der unterhöhlten Molassebank an zahlreichen Stellen Sickerwasser von je ungefähr 1 Tropfen je Sekunde ab. Der Sandstein ist weich, z. T. mergelig und deshalb einer raschen mechanischen Erosion unterworfen. Stellenweise aber sind kleine Bänke von härterem Gestein eingelagert, welche der Abtragung größeren Widerstand entgegensetzen. Der Molassefels ist kalkreich; das Tropfwasser zeigt pH-Werte von 7,30—7,35. Die Sammelstellen sind von Wald und Strauchwerk teilweise beschattet. Beleuchtung : Stufe I.

Die Vegetation dieses Sandsteins (Mat. 464) verrät sich schon auf weite Entfernung hin durch ihre Färbung. Ausgedehnte, zusammenhängende, goldgelbe Polster von *Trentepohlia aurea* bedecken die harten Stellen im Fels, während ringsherum der weichere, mergelige Sandstein rasch abwittert und vegetationsfrei bleibt. Die Polster unserer Alge setzen sich zusammen aus torulösen Fäden, die sich auf und zwischen den Gesteinspartikelchen anklammern, während sich die mehr oder weniger geraden Luftfäden vom Substrat erheben. Unter diesen Polstern erscheint der Stein grün gefärbt, und man ist versucht, dort nach Algen aus der Verwandtschaft von *Gongrosira* zu suchen. Es sind aber Fäden von *Trentepohlia*, welche grün erscheinen, weil, infolge des Lichtmangels der tieferen Lage, das Hämatochrom viel spärlicher gebildet und das Chlorophyll deshalb weniger verdeckt wird. Zieht man *Trentepohlia aurea* in Reinkultur auf künstlichen Nährböden, so zeigen die Lager zunächst durchwegs eine reine grüne Farbe. Auf kohlehydratfreien Substraten behalten sie diese andauernd bei, während in glukose- bzw. maltosehaltigen Medien die alternden Kolonien schließlich ihre grüne durch eine goldgelbe Farbe ersetzen. Diese Umfärbung dürfte, wie R. Chodat annimmt, auf einem ungünstigen Gleichgewicht zwischen dem Kohlenstoff- und dem Stickstoffgehalt des Nährbodens beruhen. Am natürlichen Standort kann durch die intensivere Assimilation der besonnten Luftfäden ein ähnlicher Zustand eintreten und eine vermehrte Hämatochrombildung herbeiführen.

Zwischen den *Trentepohlia*-Rasen sind die Fäden dunkelgrüner Lager von *Plectonema gracillimum* eingeflochten. An etwas trockeneren Stellen zeigt die Molassewand eine hellbraune Färbung. Hier (Mat. 465) entwickelt sich in reicher Entfaltung *Urococcus insignis*, eine Alge, die in alten Algenwerken gut dargestellt, aber offenbar nicht in die neuere Bestimmungsliteratur übernommen wurde. Diese Alge scheidet an ihrem basalen Pol farblose Gallerte aus, wodurch sich geschichtete Gallertstiele ausbilden, durch welche die Zellen immer mehr vom Substrat abgehoben werden. Mit der Zellteilung verzweigt sich die Gallerte, und so gewinnt das Lager allmählich ein geweihartiges Aussehen. Zuerst sind die Zellen grün, aber mit dem Alter färben sie sich, ähnlich wie *Trentepohlia*, nach Rot um. Im grünen Zustande läßt sich die Alge mit *Hormotila mucigena* identifizieren, während sie rot gefärbt den guten Abbildungen von M. C. Cooke für *Urococcus insignis* entspricht.

Alsdann liegen dunkle Stellen, oft bis über Quadratdezimeter groß, wie Tintenkleckse auf dem Sandstein. Besonders an jüngeren (vor nicht zu langer Zeit freigelegten Stellen) ist dieser dunkle Überzug immer zu erkennen. Zunächst aussehend wie auf den Stein ausgeschüttetes Pulver, werden diese Stellen immer dunkler und lassen kaum eine Spur des

Substrates frei. Dies sind Entwicklungsherde fädiger Blaualgen, von denen uns in der Kultur auf Quarzsand aufgingen (Mat. 466) : *Plectonema thallosum* nov. sp., *Phormidium longicolle* nov. sp., die beide noch zu beschreiben sind, sodann die ganze Sippe jener in situ kaum bestimmbaren kugeligen, zylindrischen und ovalen Grünalgen, wie vor allem *Chlorella ūichina*, *Stichococcus bacillaris*, *Coccomyxa thallosa*, *Protococcus viridis*.

In diesen dunkeln Flecken bilden sich sodann Geflechte von dunkelfarbigem Pilzhypen und Lichenisationsanfängen. Diese zeigen Algenklumpen in einem geschlossenen Hyphennetz und erinnern weitgehend an *Botrydina vulgaris*. Solche Flechtenanfänge kommen nicht zu voller Ausbildung, sei es, weil der Sandstein zu rasch abbröckelt, oder weil, wie z. B. auf den Bäumen von Parkanlagen und Straßenalleen, die geeigneten Lebensbedingungen fehlen. *Gongrosira* dürfte an der Vegetation der Molassefelsen ebenfalls beteiligt sein, doch ist ihre Bestimmung im sterilen Zustande kaum möglich, namentlich wenn noch Fäden von *Trentepohlia* und Moosvorkeimen das Substrat durchwuchern.

An Stellen, wo das Wasser der Bergfeuchtigkeit aus Spalten und Ritzen abtropft, finden sich in Massenentwicklung (Mat. 467) : *Chroococcus rufescens*, *Chr. helveticus* und *Gloeotheca fusco-lutea*. Löst man die mehrere Millimeter dicken abschiefernden Krusten, in die der Molassefels zerbröckelt und die auf ihrer Außenseite die oben genannte Vegetation tragen, ab, so gewahrt man zu seinem Erstaunen, daß sie an der dem Licht abgekehrten Seite mit Grünalgen, insbesondere fast reiner *Coccomyxa* sp. und eigenartig schönen Beständen von *Cosmarium pseudopyramidatum* fa. *maior*, bedeckt sind.

Auf Moospolstern, die sich an mäßig feuchten und mehr oder weniger beschatteten Stellen nahe der unteren Kante der Felsbank ausbreiten, entwickeln sich auf und zwischen den Stielen und Blättchen der Moospflänzchen dichte Rasen von Blaualgen. *Scytonema myochrous* zeigt sich darin in seiner ganzen, weiten Variabilität. Typisch ausgebildete Fäden mit intensiv pigmentierten, deutlich geschichteten Hüllen wechseln ab mit Fäden oder Fadenstücken, bei denen eine Schichtung nicht oder doch nur undeutlich zu erkennen ist und denen jede Pigmentierung fehlt. Diese Verschiedenartigkeit in der Ausbildung entspricht den ökologischen Verhältnissen, unter denen die Fäden heranwachsen. Solche kommen ja auf und zwischen die Moosstiele und -blättchen zu liegen, sind unter- und übereinander gelagert und empfangen deshalb das Licht in durchaus verschiedener Stärke. So können manche Fäden streckenweit gefärbte und geschichtete, dann plötzlich farblose ungeschichtete und daran anschließend abermals gefärbte Scheiden auf-

weisen, je nach dem Grad der Belichtung, der die verschiedenen Teile des Fadens ausgesetzt waren.

Wechselt mit der Belichtung auch der Feuchtigkeitsgrad des Wuchsortes, so gesellt sich zu der Variabilität der Färbung und Schichtung noch eine solche in der Dicke der Scheiden. Diese nimmt zu mit zunehmendem Feuchtigkeitsgrad des Substrates. In der Bestimmung des Materials gelangen wir dann zu *Scytonema mirabile*, die wir aber angesichts der Identität aller wesentlichen Artmerkmale als eine durch die höhere Feuchtigkeit des Standortes bedingte Modifikation von *Scytonema myochrous* betrachten.

Auf dem Molassesandstein gehen in bezug auf die Korrosion des Substrates zwei sich entgegengesetzte Vorgänge nebeneinander.

1. Die Kalkabscheidung durch *Chroococcus helveticus* und *Chroococcus turicensis* (Chroococcus-Tuff).
2. Die Ablösung von Sandsteinkörnern an der Felsoberfläche. Diese Ablösung ist tatsächlich leicht zu beobachten. Während der Periode der Feuchtigkeit bilden sich ausgedehnte Lager von Blaualgen aus, die, wenn der Fels trocken wird, sich in Schuppen, Fetzen und Lappen ablösen und, da sie dem Substrat innig anhaften, Körner des Sandsteines mit sich ziehen.

Je nach den örtlichen Verhältnissen gewinnt der eine oder der andere Vorgang die Oberhand.

In Kulturen auf befeuchtetem Quarzsand (in Erlenmeyerkolben) beobachtet man diese Erscheinung ebenfalls. Solange der Sand feucht ist und die Blaualgen sich üppig entwickeln, bildet sich an der Oberfläche des Sandes eine zusammenhängende Kruste aus, die das Rutschen des im Glaskolben schräg ansteigenden Substrates verhindert und damit zu seiner Befestigung beiträgt. Je mehr aber der Sand sein Wasser verliert, um so mehr schrumpfen auch die Algenkrusten zusammen und, indem sie von der Oberfläche der Sandschicht absplittern, ziehen sie auch eine Schicht von Sandkörnern mit sich. Was sich in dieser Weise in vitro abspielt, das vollzieht sich im Großen auch in der Natur, wie man im Gebiete der Molasse immer wieder zu beobachten Gelegenheit hat.

28. Im Küsnachter Tobel (ca. 550 m ü. M.)

Die Talschlucht, welche die Molasse des Pfannenstiels in SW-Richtung durchschneidet, lieferte um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts manche Alge, die Karl Nägeli sammelte und erstmals beschrieb. Sie bietet indessen über das hinaus, was wir aus anderen Untersuchungsgebieten des Molasselandes bereits kennen lernten, nicht viel Neues.

An mehr oder weniger trockenen Felslehnen, die auf der rechten Talseite anstehen, zeigt sich das bereits gewohnte Bild (Mat. 371; pH 7,46): *Trentepohlia aurea*, *Gloeothece fusco-lutea*, *Nostoc microscopicum*, *Muriella aurantiaca*, *Gloeocystis* sp., *Chroococcus turicensis*, *Mesotaenium macrococcum*, *Cosmarium subquadratum*, *Scytonema myochrous*, *Gloeocapsa sanguinea*, st. col., *alpinus*, fam. lam., st. col., *alpinus*, *perdurans* und st. fam., *simplex*, *pallidus*. An Abtropfstellen (Mat. 372; pH 7,54) erscheint wie an der Buchhalde und oberhalb Eglisau *Plectonema* cf. *gracillimum*, welches dieselben Unstimmigkeiten mit den Angaben der Diagnose zeigt, namentlich in der äußerst seltenen Verzweigung und der großen Ausdehnung seiner Lager, die quadratmetergroße Felsflächen mit einer bis 6 cm dicken Kalkkruste bedecken. An tropfenden Schichtfugen und kleinen Spalten im Gestein breiten sich dichte Bestände von *Eucladium verticillatum* aus, in deren Lagern *Gloeothece fusco-lutea*, *Nostoc microscopicum*, *Phormidium favosum* und *Gloeocapsen* mit hyalinen, homogenen Gallerthüllen eingestreut sind; im ganzen also ein Bild, wie wir ihm in allen Teilen anderwärts bereits mehrfach begegneten.

Das Bett des Fließchens (Mat. 373; pH 7,13), namentlich an den Wehren, die zur Zähmung der Stoßkraft des Baches bei starker Wasserführung quer zur Strömungsrichtung angelegt sind und die viele kleine Wasserfälle bilden, sind die Sturzwände mit dezimeterdicken Algentuffen von *Vaucheria Debaryana* bedeckt. Sie stehen an Mächtigkeit den *Plectonema*-Tuffen der Felswände keineswegs nach. Aber auch die Kiesel, welche das Flußbett ausfüllen, erscheinen alle in einer durch *Phormidium favosum*, *Rivularia Biasoletiana* und viele Kieselalgen hervorgerufenen dunkel blaugrünen bis braunen Färbung.

29. Am Uetliberg (750 m ü. M.)

Auf halber Höhe zwischen Albisgütli und Uetliberg-Kulm steht der Sandstein der oberen Süßwassermolasse an. Er ist weich, stellenweise mergelig und darum leicht verwitternd. An solchen Stellen erneuert sich die Gesteinsoberfläche in sehr raschem Wechsel, und eine Vegetation findet nicht Zeit, sich anzusiedeln. Diese Flächen sind dementsprechend vegetationsfrei. Unweit daneben, wo der Sandstein fester und gegenüber der Verwitterung widerstandsfähiger ist, zeigt er sich unter einer dunkeln Kruste, gebildet von Blaualgen, kugeligen oder gestreckten Zellen, die in ungefärbten, ungeschichteten, eng anliegenden Hüllen liegen. Die Kolonien sind wenigzellig. Es handelt sich dabei (Mat. 373 A) um *Chroococcales*, die wohl in die Formenkreise der *Gloeocapsa sanguinea* und der *Gloeothece fusco-lutea* hineingehören, deren charakte-

ristische Merkmale, welche in der Färbung, Schichtung und Weite der Hüllen sonst deutlich zum Ausdruck kommen, in unserm Material aber äußerst schwach ausgebildet sind, eine Folge der ökologischen Verhältnisse des Standortes, insbesondere der schwachen Belichtung (N-Exp., Stufe I) und geringer Feuchtigkeit. Einzellige Grünalgen liegen dazwischen, deren systematische Eingliederung nicht geringere Schwierigkeiten verursacht. Es sind durchwegs kugelige, stäbchenförmige und ovale Formen, die in die Gattungen *Protococcus*, *Coccomyxa*, *Hormidium*, *Muriella* und *Stichococcus* hineingehören. Ohne ihre Vergleichung in Reinkulturen ist es kaum möglich, sie bestimmten Spezies zuzuordnen.

Unter Baumwurzeln, welche in der Molasse verankert sind, durch die Erosion des Substrates aber stellenweise frei in die Luft hinausragen, fanden wir ausgebreitete Bestände von *Coccomyxa thallosa*, *Stichococcus bacillaris*, *Chlorococcum humicolum*, *Protococcus viridis* und *Cystococcus* sp. (Mat. 374).

An Stellen, wo der harte Sandstein der Verwitterung trotzt, finden wir eine, in der Färbung seiner Oberfläche erkennbare, mehr oder weniger zusammenhängende Vegetationsschicht (Mat. 375), die sich zusammensetzt aus *Trentepohlia aurea*, *Gloeocapsa sanguinea*, st. col., *alpinus*, fam. lam. und st. col., *alpinus*, *perdurans*; sodann *Hormotila mucigena*. Zwischen diesen Algenlagern wuchern Protonemata, Rhizoiden und junge Triebe verschiedener Moose.

Am Gipfel des Uetliberges in zirka 870 m ü. M. stehen die stark verkitteten Nagelfluhfelsen des älteren Deckenschotter in mächtigen, senkrechten und zum Teil überhängenden Felsen an. Über ihnen neigen die Kronen der Buchen zu einem im Sommer geschlossenen Dach zusammen, wodurch die Wände, obschon nach S exponiert, der direkten Besonnung entrückt und von einer mehr oder weniger luftfeuchten Atmosphäre eingehüllt werden. Überdies wird die Oberfläche mehr oder weniger dauernd von Sickerwasser benetzt; pH 7,95; Mat. 375 A.

Diese Stellen sind intensiv grün gefärbt durch *Protococcus viridis*, *Gongrosira Debaryana*, *Phormidium favosum*, und dazwischen breiten sich, namentlich an den Aufprallstellen der Sickerwassertropfen, rötliche Lager von *Plectonema* sp. aus. In Vertiefungen, die vom Wasser nicht benetzt werden, bilden *Protococcus viridis* und lepröse Flechtenlager den einzigen Bestand. Mit diesen wenigen Namen ist natürlich die Vegetation dieser Nagelfluhfelsen nicht vollständig gekennzeichnet. Unter den als grüne Krusten den Konglomeraten eng anliegenden, fädigen Grünalgen und unter den fädigen Blaualgen, insbesondere aus den Formenkreisen von *Plectonema*, *Phormidium* usw. ist gewiß noch manche Art vertreten, vielfach aber in schlechten Entwicklungsstadien, welche eine sichere Bestimmung nicht erlauben, oder aber in Formen,

die bis heute nicht beschrieben wurden und deren eingehende Bearbeitung über den Rahmen der vorliegenden Arbeit hinausginge.

An vielen Stellen im Walde zwischen dem Albisgütli und Uetliberg-Kulm treten kleinere und trockenere Bänke, Kuppen und Köpfe der Nagelfluh ans Tageslicht. Es sieht so aus, als ob sie mit einem grünen Pulver über und über bestreut wären. *Protococcus viridis* bildet dort die dominierende Vegetation, dieselbe Art, welche die lichtabgewandte Seite von Bäumen, Mauern und Gedenksteinen in Parkanlagen und dergleichen überall bedeckt.

30. An der Buchhalde (am Rheinfall)

Auf der linken Rheinseite oberhalb des Rheinfalles steht die untere Süßwassermolasse mit bunten Mergeln und Sandsteinschichten (Oligocän) an, z. T. durch Waldbestand verdeckt, an manchen Rutschstellen aber freigelegt. Der Felsgrund ist im allgemeinen weich, vielfach mergelig, und die Verwitterung schreitet rasch vor sich. Kein Wunder, daß die Vegetation darauf ärmlich entwickelt ist. Einige Stellen aber sind besonderer Erwähnung wert: alte Rutschhalden, wo harter oder weicher Fels freigelegt ist und durch das aus dem darüber anstehenden Waldboden abtropfende Sickerwasser während längerer Perioden benetzt wird. Solche Stellen sind mit einer rötlichen Algenkruste von bis 7 cm Dicke überzogen (Mat. 376).

Wir nennen die Alge, welche durch biogene Fällung diese ausgedehnten Kalkkrusten verursacht, vorläufig *Plectonema gracillimum*, wenn unser Material mit der Diagnose dieser Art auch nicht vollkommen übereinstimmen mag. Vielleicht liegt eine noch unbeschriebene Spezies vor, die sich von *Pl. gracillimum* durch äußerst spärliche Verzweigung, ihre ökologischen Ansprüche und die ausgiebige Kalkfällung unterscheidet; doch möchten wir die Ergebnisse einer eingehenden Vergleichung und Bearbeitung sämtlicher in den Formenkreis von *Plectonema* gehörenden Materialien abwarten, bevor wir uns an die Beschreibung neuerer Arten wagen.

An weniger andauernd benetzten Stellen des weicheren Untergrundes (Mat. 377) beobachteten wir *Nostoc microscopicum*, *Gloeotheca fusco-lutea*, *Cylindrocystis Brebissonii*, manche von diesen Arten in Anfangsstadien der Lichenisation, sodann Moosprotonemen und *Trentepohlia aurea*. Diese Vegetation durchwuchert die lockere, oberflächliche Schicht des weichen Sandsteins bzw. Mergels, so daß diese dank dieser oberflächlichen Verfilzung gegenüber der Verwitterung widerstandsfähiger werden; so schützt die Algenvegetation das Substrat vor raschem Abbau durch die Agentien der Verwitterung.

31. Über dem rechten Rheinufer bei Eglisau

In den engen Tobeln kleiner Zuflüsse des Rheins (Fuchsbach u. a.) und an Stellen, wo der Wald mitsamt seiner Bodenunterlage in neuerer Zeit abrutschte, steht auf der rechten Stromseite oberhalb Eglisau in einer Höhe von zirka 400 m ü. M., meist in SW-Exposition, der nackte Molassesandstein vielerorts an. Felsflächen, die während längerer Perioden trocken liegen, wechseln ab mit solchen, die durch Quell- und Sickerwasser, das zumeist in kleinen Strähnen aus dem überhängenden Waldboden abtropft, während längerer Dauer, stellenweise sogar andauernd, benetzt werden.

Von solchen Standorten stammen die Materialien Nrn. 428—436.

1. Abrutschfläche von zirka 100 Quadratmeter, durch Sickerwasser (pH 7,22) andauernd benetzt. Die Vegetation, welche die gesamte Fläche bedeckt, ist in unterschiedlicher Gesteinsfärbung erkennbar. Material Nr. 428 stammt von einer verhältnismäßig jungen, rasch verwitternden Felsoberfläche; Moosprotonemen, die über ein wenigzelliges Stadium nicht hinauskommen, verleihen dem Stein eine grüne Farbe, dazwischen setzen sich Kieselalgen, hauptsächlich *Gomphonema*, oft in gallertigen Büscheln fest.

Material Nr. 429: Ein viel größeres als das vorerwähnte Areal nehmen rosafarbene Krusten verkalkter Blaualgen ein. In Pusteln, Höckern und mäandrisch verlaufenden, wellenartig zusammenhängenden Überzügen bedecken die Lager von *Plectonema carneum* den Fels. Mancherlei Kieselalgen, vielfach durch lange, verzweigte Gallertstiele am Substrat festgeheftet, sind beigemischt und helfen mit bei der Fällung des Kalkes. Dieser, durch Blaualgen, Kieselalgen und Moosprotonemen verursachten Kalkkruste, die bis 7 Zentimeter Mächtigkeit erlangen kann, verdankt der Fels seine größere Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Angriff durch die Atmosphärrilien, und dieser größeren Beständigkeit wiederum ist es zuzuschreiben, daß die Moosprotonemen die notwendigen Bedingungen zu ihrer Weiterentwicklung finden. Die *Plectonema carneum*-Kalkkrusten sind die Stellen, von denen die stellenweise üppig wuchernden Moosrasen ausgehen.

2. Materialien Nrn. 430—435: In geringer Entfernung von dem vorerwähnten Standorte findet sich ein verhältnismäßig harter Fels, steil abfallend, durch Sickerwasser (pH 7,51) andauernd benetzt und stark besonnt (Stufe IV). Die durch ihre rötliche Farbe als *Plectonema carneum*-Tuff erkennbare Kalkkruste ist auf weite Ausdehnung hin von einem geschlossenen grünen Belag von *Zygnema* sp. (steril) bedeckt, während in dunkelbraunen Flecken die gallertigen Lager von Kieselalgen, insbesondere *Cymbella ventricosa*, den biogen gefällten Kalk

bedecken. *Cosmarium obtusatum*, *Chroococcus turicensis* und *Oedogonium* sp. sind reichlich beigemischt. Auf Würzelchen, Grashalmen usw., an denen das Wasser abtropft, gesellen sich zu den bereits erwähnten Arten zahlreiche Lager von *Chlorogloea microcystoides*. Durch biogene Kalkfällung helfen sie mit an der Ausbildung eines Kalkmantels, der sich in konzentrischen Schichten und in zunehmender Dicke um den zentralen Strang herum ausbildet. An Aufprallstellen des Tropfwassers sind die lichtgrünen, bis erbsengroßen, halbkugeligen Kalkpusteln von *Oocardium depressum* reichlich zu erkennen. Sie lassen sich an ökologisch ähnlichen Stellen von Dießenhofen bis Eglisau auf beiden Rheinufern vielfach feststellen.

Auf diesen zylindrischen, um Würzelchen herum abgelagerten Kalkkrusten findet man am Standort wenige Zellen von *Cosmarium obtusum*. Läßt man diese Bildungen aber in feuchter Atmosphäre (in offenen Reagensgläsern) stehen, dann nehmen die Cosmarien eine rasche Entwicklung und bedecken die Kalkkruste fast vollständig mit einer hellgrünen, dünnen Schicht.

4. Kapitel

Algen- und Flechtenvegetation auf der Rinde von Bäumen

Deutlich zeigt sich der Einfluß von Belichtung, Benetzungsgrad, Rauheit des Substrats, Exposition usw. auf die Vegetation von Algen und Flechten in Gärten, Alleen und Parkanlagen. Wir sind vielen solchen Standorten nachgegangen und haben einige davon genauer untersucht, so zum Beispiel die Fäsenstaubpromenade inmitten der Stadt Schaffhausen, die Alleebäume in den Straßen Zürichs und anderer Städte, Bäume und Baumgruppen an Überlandstraßen usw.

Wir wählen zur Besprechung die Verhältnisse in der Fäsenstaubpromenade zu Schaffhausen. Dort kommen die Gesetze der Verteilung von Flechten und Algen besonders schön zum Ausdruck. Die Promenade liegt auf der Westseite, etwas abseits der großen Industrieanlagen dieser Stadt. Sie ist bestanden von Alleen und Gruppen hochragender Linden, Platanen, Föhren und Robinien. Mancherorts schließen die Kronen der Parkbäume domartig zusammen, so daß weite Plätze im Sommer dauernd beschattet sind, während an anderen, offenen Stellen die Morgen-, Mittags- oder Abendsonne auf die schlanken Stämme fällt.

Hinsichtlich der Benetzung stehen alle diese auf verhältnismäßig engem Raume beisammen wachsenden Bäume ziemlich weitgehend unter denselben Verhältnissen, wenn auch die am westlichen Rande der Anlage