

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)
Band: 23 (1948)

Artikel: Die Pflanzengesellschaften der Schinigeplatte bei Interlaken und ihre Beziehungen zur Umwelt : eine vergleichend ökologische Untersuchung
Autor: Lüdi, Werner
Kapitel: VII: Überblick
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-307633>

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: 23.01.2026

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

Die größte Zahl der Maximalwerte zeigt die Windecke; dann folgt mit großem Abstand das vordere Nardetum. Das untere Seslerietum hat nur einen einzigen Maximalwert (allerdings war sein Tauniederschlag verschiedentlich dem Maximalwert nahestehend), das vordere Empetretum gar keinen. Dieses Ergebnis stimmt mit den Mittelwerten der Tauniederschläge ungefähr überein; doch hebt sich das Maximum der Windecke viel stärker heraus. Unter den Minimalwerten steht das untere Seslerietum weitaus am höchsten da; dann folgen die beiden Empetreta, das obere Seslerietum und die Festuceta mit annähernd den gleichen mittleren Werten, während die Windecke nur 3, das hintere Nardetum 2, das vordere Nardetum gar keinen Minimalwert aufweisen. Die Windecke und die beiden Nardeta sind also Lokalitäten mit ausgesprochen maximalen Tauniederschlägen, das untere Seslerietum und die beiden Empetreta solche mit ausgesprochenen Minimalwerten, während die Festuceta und das obere Seslerietum eine mittlere Stellung einnehmen.

Es ergibt sich, daß die Tauniederschläge im vorderen Empetretum beinahe immer schwach sind und recht oft die tiefsten Werte erreichen. So hat diese Station den kleinsten Durchschnitt von allen Stationen, erreicht nie das Maximum, bleibt aber auch nicht allzu häufig auf dem Minimum. Im unteren Seslerietum sind die Tauniederschläge im Mittel wesentlich höher, aber ungleichmäßiger, so daß sehr häufig der niedrigste Stand unter allen Stationen erreicht wird. Ebenfalls häufig sind die Schwankungen im oberen Seslerietum und im Festucetum. Im Nardetum sind die Tauwerte im allgemeinen ziemlich hoch und starke Schwankungen nicht häufig, in der Windecke hoch, doch mit einzelnen starken Schwankungen, die nach unten bis zum Minimalwert gehen können.

VII. Überblick

über die kausalen Beziehungen zwischen den Pflanzengesellschaften des Alpengartens Schinigeplatte und ihren Umweltfaktoren

Unsere Untersuchung der Umweltverhältnisse der Pflanzengesellschaften im Alpengarten Schinigeplatte hat bei allen untersuchten ökologischen Faktoren eine unerwartet große Varia-

bilität ergeben, die nicht nur zwischen floristisch verschiedenen, gut charakterisierten Vegetationstypen auftritt, sondern oft auch innerhalb von floristisch ziemlich gleichartig erscheinenden Beständen. Namentlich die mikroklimatischen Messungen haben eine verwirrende Fülle von solchen Einzelheiten offenbart. Die kleinen, floristischen Veränderungen, die als Inhomogenitäten innerhalb eines als Ganzes genommen gut charakterisierten Lokalbestandes auftreten, sind wohl in der Regel als Reaktion der Pflanzenwelt auf Veränderungen geringfügiger Art im Komplex der Umweltfaktoren aufzufassen. Die Pflanze ist auch auf kleine Milieuveränderungen sehr empfindlich, sobald ihre Konkurrenzkraft dadurch irgendwie verändert wird. Diese kleinräumigen Standortunterschiede innerhalb einer Pflanzengesellschaft verlangen ein besonderes Studium und sind solcher Bemühungen wert.

Wir wissen, daß auch die Vegetation selber Mikroklima schafft. Bewachsener Boden erwärmt sich weniger stark als nackter Boden; im Innern des Bestandes sind die Temperaturen ausgeglichener, die Luftfeuchtigkeit nimmt zu, die Windwirkung ab. Diese Vorgänge haben wir in unserer Untersuchung nicht näher behandelt. Sie sind sicher auch in den Pflanzengesellschaften der Schinigeplatte vorhanden, und einzelne Andeutungen finden sich in den vorstehenden Kapiteln verstreut. Aber angesichts der gleichmäßigen Bewachsung des Gebietes und des geringen Höhenwachstums der Vegetation, das meist 10 bis 15 cm nicht überschreitet, kommt diesem Binnenklima der Vegetationsdecke kein großer Eigenwert zu, und namentlich wird die Mikroklima schaffende Kraft der Pflanzendecke in den einzelnen Pflanzengesellschaften nicht sehr verschieden sein, am meisten wohl zwischen *Seslerietum* und *Empetretum*.

Die Verschiedenheiten ökologischer Art in und zwischen den Pflanzengesellschaften können verschiedene Stufen der Wertigkeit erreichen. Sie können 1. zufälliger Art sein oder 2. gesetzmäßig, aber für den Bestand ohne wesentliche Bedeutung oder 3. gesetzmäßig und für den Aufbau und die Erhaltung der Gesellschaft wesentlich in geringerem oder höherem Grade. Gesetzmäßigkeiten der letzteren Art suchen wir jetzt in einer Gesamtschau herauszuschälen, wobei wir das in früheren Kapiteln erarbeitete Tatsachenmaterial nochmals überblicken müssen.

Geländebildung und Exposition

Das Seslerieto-Semperviretum ist auf die steilen Sonnenhänge beschränkt, das Empetreto-Vaccinietum auf die steilen Schattenhänge. Das Caricetum ferrugineae besiedelt steile Hänge, besonders in Schatten- und Halbschattenlage, geht aber auch auf die Sonnenseite über. Das Crepideto-Festucetum rubrae commutatae findet sich in flacher bis ziemlich steiler Lage in verschiedenen Expositionen, im Alpengarten vor allem in Ost- und Südostlage. Das Sieversii-Nardetum strictae besiedelt flache Böden. Das Dryadetum octopetalae liegt vorwiegend an Windecken, d. h. Stellen der gratartigen Aufwölbungen, die dem Winde stark ausgesetzt sind und während des Winters nur wenig Schnee tragen oder schneefrei sind. Daneben besiedelt es auch Absätze und kleine Terrassen an Schattenhängen unterhalb der Gratränder, dem Anprall des Nordwindes direkt ausgesetzt.

Die Anordnung der Pflanzengesellschaften ist also in den Hauptzügen deutlich von der Kleinmorphologie abhängig, und es geht daraus ohne weiteres hervor, daß die Geländebildung ein Hauptfaktor für die gesetzmäßige Verteilung der Vegetation ist. Die Einwirkung der Geländebildung erfolgt aber indirekt, indem sie die Vorgänge der Bodenbildung und die Ausbildung des Lokalklimas im maßgebender Weise beeinflußt. Die individuelle Gestaltung des Geländes führt zu um so extremeren Wirkungen, je steiler die Hänge sind und macht sich somit vor allem im Seslerietum, Empetretum und Ferrugineetum geltend, weniger im Festucetum und im Nardetum. Es ergibt sich eine ganze Stufenreihe, die von den extremen Unterschieden in der Exposition bis zu einem Mittelwert im abgeflachten Terrain führt. Wir werden im folgenden immer wieder darauf zurückgreifen müssen.

Bodenbildung

Die Böden sind im wesentlichen autochthoner Art, und das Ausgangsgestein ist für die verschiedenen Pflanzengesellschaften der gleiche, kalkig-schiefrige Doggerfels, der relativ leicht und reichlich Feinerde bildet. Trotzdem lassen sich drei charakteristisch verschiedene Ausgangspunkte der Bodenbildung unterscheiden: 1. der mehr oder weniger gestufte Felshang mit etwas

aufgelagertem Schutt, 2. der Schutthang, der starker Ausspülung ausgesetzt ist, 3. der Flachhang, einschließlich flacher Böden und kleiner Mulden, mit geringer Ausspülung oder sogar mit Auflagerung durch die Einschwemmung von feinem Bodenmaterial. Aus diesen drei Elementen sind dann im Laufe der Zeiten vier Haupttypen des Bodens entstanden, denen sich noch weitere Varianten angliedern lassen.

Auf dem terrassenförmig abgestuften Sonnenhang wird die Bildung der Treppenstufen durch die Stauwirkung der kräftigen Grashorste befördert. Der Boden erreicht dadurch eine bedeutende Stabilität. Es entsteht ein flachgründiger Humuskarbonatboden. Steine und Fels reichen vielfach bis gegen die Oberfläche; die Feinerde weist keine Schichtung auf, sondern zieht sich ohne wesentliche Veränderung tief in die Spalten zwischen den größeren Steinen hinab. Sie ist gut gekrümelt, dunkelhumos und nährstoffreich, neutral oder wenig sauer, enthält ein großes Porenvolumen, eine bedeutende Luftkapazität und ist für Wasser sehr durchlässig. Dieser Boden repräsentiert also eine gute Qualität, leidet aber an der Flachgründigkeit und trocknet zeitweise stark aus. Er weist auch ein reges Bodenleben auf, das durch den milden Humus und die gute Erwärmbarkeit sehr begünstigt wird. Auf ihm gedeiht das Seslerieto-Semperviretum. Da und dort ist der Seslerietumboden in leichter Degradation begriffen durch stärkere Häufung eines kolloidal nicht mehr ganz gesättigten, etwas sauren Humus. Diese Erscheinung findet sich unter den Horsten der bestandbildenden Gräser und namentlich da, wo sich das Zwerggesträuch von *Erica carnea* ausbreitet. Die Zusammensetzung des Bestandes reagiert deutlich auf solche Veränderungen: die Kalkpflanzen gehen zurück; *Carex sempervirens* breitet sich stärker aus; azidophile Arten wandern ein. Die Verschlechterung führt zwar im Alpengarten nicht zur Bildung eines neuen Bestandestypus, zeigt aber doch, wie nahe Bestand und Bodenarten miteinander verknüpft sind.

Völlig entgegengesetzt ist die Bodenbildung auf den felsigen Stufen der Schattenseite vor sich gegangen. Zuerst siedelten sich namentlich Spaliersträucher wie *Dryas octopetala* und *Salix retusa* an, zusammen mit der kalkliebenden *Sesleria coerulea*. Sie bildeten, in Verbindung mit Moosrasen, auf dem

mineralischen Grunde eine Schicht dunklen Humus, die als Isolator gegen die kalkhaltige Unterlage wirkte. In der Folge kamen die azidophilen Zwergsträucher auf, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis idaea*, *Empetrum nigrum*, *Arctostaphylos alpina*, *Rhododendron ferrugineum* und zusammen mit ihnen Hylocomien-Moosdecken. Diese erzeugten einen sehr sauren, braunen Humus, der sich im Laufe der Zeiten in dicken Schichten häufte und dadurch einen immer exklusiveren Standort schuf. Von der Pioniervegetation blieben aber noch Spuren erhalten, die eine schlechte Vitalität aufweisen. Der Boden ist in einer Dicke von ca. 30 bis 50 cm reiner Rohhumus mit nur etwa 10 % mineralischen Stoffen. Er ist nicht arm an Nährstoffen (s. Tab. 21); aber diese sind infolge der hohen Azidität adsorptiv stark gebunden und kommen den Pflanzen kaum zugute. Physikalisch ist dieser Boden durch sehr geringes Trockengewicht, durch einen hohen Porengehalt und durch außerordentlich starke Wasserdurchlässigkeit ausgezeichnet. Er ist immer naß; der Wassergehalt beträgt etwa 75 Gewichtsprozente. Aber auch der Luftgehalt ist groß. Dieser saure, magere, infolge des hohen Wassergehaltes und der geringen Besonnung kalte Boden weist ein wesentlich schwächeres Bakterienleben auf als die übrigen Alpengartenböden. Das Kleintierleben dagegen ist lebhaft, besonders hoch der Gehalt an Bodenmilben. Hier ist der Standort des Empetreto-Vaccinietums.

In den Dryasbeständen hat sich noch die erste Stufe der Bodenbildung des Empetretums erhalten: der Boden besteht aus schwärzlichem, neutralem oder schwach saurem, adsorptiv annähernd gesättigtem Humus, der unten mehr oder weniger mit dem mineralischen Schutt vermennt ist und oben Anzeichen des Überganges in den sauren Rohhumus zeigt. Unsere Dryadetumböden sind als eine sehr humusreiche Variante zu den Humuskarbonatböden zu stellen. In ihrer typischen Erscheinung sind sie zwar deutlich charakterisiert, zeigen aber doch, wie ein Blick auf unsere Tabellen lehrt, infolge der schwankenden Stellung zwischen dem Anfangsglied und dem Endglied der Bodenbildungsreihe, wesentliche Unterschiede. Den Bodenverschiedenheiten parallel geht die floristische Zusammensetzung, die ebenfalls eine bedeutende Variationsbreite von einem neutrophilen Optimum zu einem leicht azidophilen Extrem aufweist.

Der Schuttboden der steileren Hänge ist in der Regel wasserzünftig. Das führt dazu, daß andauernd ein Teil der Feinerde ausgespült wird und die Steine bis in die oberflächliche Bodenschicht einen beträchtlichen Anteil nehmen. Andererseits hat sich ein bedeutender Gehalt von schwarzem, adsorptiv gesättigtem Humus eingelagert. Der Boden ist dunkelbraun oder schwärzlich, nährstoffreich, neutral reagierend, locker gelagert und sehr wasserdurchlässig, oberflächlich ziemlich glatt. Sein Bodenleben ist gut entwickelt. Er ermöglicht auch Pflanzen das Gedeihen, die an die Bodenqualität höhere Ansprüche stellen. Dieser zu den Humuskarbonatböden gehörende Boden ist der Standort des *Cari-cetum ferrugineae* und in ähnlicher Ausbildung auch des *Rhodo-retum hirsuti*. Ist solcher Schuttboden sonnig gelegen und trocken, so siedelt sich auf ihm das *Seslerietum* an und bildet durch Schuttstauung auch hier die charakteristischen Treppenrasen.

Der Boden der flacheren Hänge, Mulden und Terrassen ist durch große Tiefgründigkeit ausgezeichnet. Lehmiger, steinarmer Mineralboden kann bis metertief hinabreichen. Er ist braun, entkalkt, ziemlich stark sauer und, mit Ausnahme der obersten Schichten, arm an Humus, aber ziemlich reich an mineralischen Nährstoffen. Die oberen Bodenschichten sind meist gekrümelt. Das Porenvolumen ist auch hier bedeutend. Die Poren sind größtenteils mit Wasser gefüllt, das nie wesentlich austrocknet. Die Durchlässigkeit für Wasser ist, verglichen mit den übrigen Bodentypen, sehr klein. Diese Böden sind bodenkundlich als degradierte Braunerde zu betrachten. Sie bieten für das Pflanzenwachstum relativ günstige Bedingungen, die allerdings sehr verbessert werden, sobald Kalkzufuhr die Bodenazidität verkleinert und die adsorptiv gebundenen Nährstoffe durch Ionenaustausch frei werden. Das Bakterienleben und auch die Bodentierwelt sind gut entwickelt. Auf diesen Böden gedeiht das *Crepideto-Festucetum*.

Auf den flachen Terrassen sind die Braunerdeböden stärker degradiert, gegen den Podsol neigend, was sich in beginnender Ausscheidung eines A_1 -, A_2 - und B-Horizontes sowie stärkerer Versauerung der oberen Bodenschichten äußert. Da und dort kann bereits eine leichte und dünne Rohhumusschicht vorhanden sein. So ist der Boden im vorderen und hinteren *Nardetum* beschaffen.

Die Böden sind also innerhalb des Alpengartens außerordentlich verschieden gestaltet, und die Verteilung der Bodentypen geht der Verteilung der wichtigeren Pflanzengesellschaften weitgehend parallel. Der Boden ist sicher für die Ausbildung der Pflanzengesellschaften in hohem Maße bedingend. Es fragt sich nur, unter welchen Einflüssen die Böden entstanden sind, ob sie gewissermaßen Produkte eigener Kraft sind oder ob äußere Faktoren bei ihrer Bildung in maßgebender Weise mitwirkten. Wir haben hervorgehoben, daß unsere Böden durch Verwitterung des anstehenden Felsens und durch Einbau organischer Substanz an Ort und Stelle entstanden sind oder daß doch die vor sich gegangenen Umlagerungen ein lokales Ausmaß nicht überschreiten. Daraus ergibt sich bereits, daß die Verschiedenartigkeit der entstandenen Bodenbildungen vor allem von äußeren Faktoren hervorgerufen wurde. Diese wirken sich in den verschiedenen Bodentypen ungleich aus.

Im Festucetum und Nardetum besteht der Boden aus einer mächtigen Schicht an Ort und Stelle entstandener oder aus der Nähe eingeschwemmter Feinerde. Der weitere Ablauf der Verwitterungsvorgänge wird im wesentlichen von der Temperatur und dem Verhältnis zwischen Niederschlag und Verdunstung, also von Faktoren des Allgemeinklimas, bestimmt. Die schließlich entstandene, degradierte, mehr oder weniger podsolige Braunerde ist ein Verwitterungsprodukt, das auf der Bodenunterlage von eugeogenem Kalk weitgehend den durch das Allgemeinklima geschaffenen, regionalen Verhältnissen entspricht. Dieser Boden ist aber noch nicht das Endglied der Bodenreifung, sondern ein spätes und lange dauerndes Übergangsglied (Boden-Praeklimax). Das Endglied wäre ein Podsolboden, der sich aber infolge der lehmigen Beschaffenheit des Verwitterungsbodens erst sehr verlangsamt einstellt und wohl als Voraussetzung die Ausbreitung der azidophilen Zwergstrauchheide des Rhodoreto-Vaccinietums verlangt.

An den steileren Hängen des Alpengartengebietes liegt die Verteilung der bodenbildenden Faktoren anders. Für die Ausbildung des Ferrugineetumbodens ist die Beweglichkeit und Wasserzügigkeit eines von kalkigem Schutt ausgehenden Bodens und die stets andauernde Bodenabtragung von ausschlaggebender Bedeutung. Das sind Faktoren, die von der Geländebildung abhän-

gen. Reifungsvorgänge mit den späteren Stadien der Bodenbildung, die eine weitgehende Stabilisierung des Bodens zur Voraussetzung haben, sind hier unmöglich. Der Boden bleibt andauernd in einem mittleren Stadium der Entwicklung stehen. Das Ferrugineetum findet sich mit Vorliebe in halbschattiger oder schattiger Lage, was darauf hindeutet, daß auch die mit der Exposition verbundenen, lokalklimatischen Faktoren von Einfluß sind; sie sind aber nicht absolut ausschlaggebend; denn der Bestand tritt in typischer Ausbildung in unserem Gebiet nicht selten auch am Sonnenhang auf, wenngleich dort räumlich beschränkt auf Stellen mit besonders guter Wasserversorgung.

Zur Bildung der Seslerietum- und Empetretumböden dagegen sind offensichtlich die durch die Exposition hervorgerufenen, lokalklimatischen Faktoren bestimmend. Die Ausgangslage der Bodenbildung ist für diese beiden Gesellschaften annähernd gleich, und wenn sich im einen Fall ein Humuskarbonatboden, im andern eine mächtige Rohhumusschicht entwickelt, so ist die Ausbildung solcher Extreme die Folge der verschiedenen Expositionen, indem in Schattenlage und Sonnenlage namentlich Lichtgenuß und Temperatur sehr verschieden sind. Das Produkt der Sonnenlage, der Seslerietumboden, steht in seiner Art und in der Stellung innerhalb der Bodenbildungsreihe dem Ferrugineetumboden nahe und unterscheidet sich von ihm vor allem durch den treppenförmigen Aufbau, durch stärkere Krümelung, größere Trockenheit und gelegentlich starke Austrocknung, sowie durch stärkere Erwärmung und die darauf begründeten Folgen. Das Produkt der Schattenhänge, der Empetretumboden, dagegen steht innerhalb der Böden des Alpengartens, wenn wir von den Fragmenten des Rhodoreto-Vaccinietums und von Übergangsformen des Dryadetums absehen, isoliert, hat aber enge Beziehungen zu dem allgemein-klimatischen Endprodukt der Bodenbildung unseres Gebietes, dem Eisenpodsol des Rhodoreto-Vaccinietums. Er besitzt wie dieser eine mächtige Rohhumusschicht als A₁-Horizont; da aber mineralische Feinerdeschichten nicht vorhanden sind, konnte sich weder ein richtiger A₂- noch ein B-Horizont bilden. Es ist also ein unvollständiger Podsol, der in seiner Tiefe in der Regel sogar noch eine dem Felsen aufliegende, neutrale oder alkalische, schwarze Humusschicht bewahrt hat, die dem A-Horizont der Humuskarbo-

natböden sehr nahe steht und in die Reihe der Rendzinaböden zu stellen ist.

Was die Mikrofauna des Bodens anbetrifft, so ist sie wohl für die räumliche Verteilung der geschilderten Pflanzengesellschaften kaum von größerer Bedeutung. Die festgestellten Unterschiede sind zwar nicht unwesentlich und zeigen besonders für das Empetretum und das Dryadetum eine abweichende Stellung an (ausgesprochen ärmere und schwächere Bakterienflora, wenig Collembolen, viele Protozoen und Milben). Auch qualitative Unterschiede sind vorhanden. Aber die Verschiedenheiten scheinen edaphisch bedingt zu sein durch den Humus- und Wassergehalt, das Porenvolumen, die Azidität, hängen somit primär von den physikalischen, chemischen und klimatischen Bodenverhältnissen und von der Vegetation ab, welche die gegebenen Böden besiedelt. Sekundär ist allerdings die Rückwirkung der Bodenlebewelt auf Bodenbildung und Vegetation bedeutend; aber für unsern Vergleich können wir sie nicht weiter auswerten.

Lokalklima

Wir wollen die einzelnen untersuchten Klimafaktoren nacheinander kurz betrachten.

Als grundlegender klimatischer Faktor tritt die *Sonnenstrahlung* auf. Durch die kleinen und großen Expositionsunterschiede werden in den Alpen innerhalb des gegebenen regionalen Klimas ausgesprochene Mikrokimate geschaffen, die ihre Extremwerte in den sogenannten «Sonnenhängen» und «Schattenhängen» finden. Die Strahlungsunterschiede werden auf kleinem Raume bestimmt durch die lokalen Unterschiede in der Dauer der Besonnung und durch die Unterschiede im Strahlungseinfall je nach der Steilheit des Hanges. Die Lichtkomponente und die Wärmekomponente der Strahlung verhalten sich dabei nur teilweise gleichartig, nämlich soweit die direkte Strahlung in Betracht fällt. Dazu kommt als Ergänzung beim Licht die indirekte Strahlung in sehr bedeutendem Ausmaß als diffuse Himmelsstrahlung und in geringerem Umfange als Rückstrahlung des Bodens und bei der Wärme die lokale Erwärmung der Lufthülle und vor allem des Bodens, die wieder wärmeabgebend wirkt und außerordentlich weitgehend differenziert ist.

Die Hauptneigung der Hänge im Alpengarten geht von Nordosten über Osten bis Süden. Die größte Himmelsheiligkeit herrscht im allgemeinen am Morgen; im Laufe des Vormittags treten auch bei gutem Wetter gewöhnlich Wolken auf, welche die Sonnenstrahlung beeinträchtigen. Gegen Westen hin lagern sich vor den Alpengarten die hohen und steilen Abhänge des Geiß-Gipfels, so daß die Südwest-, West- und Nordwesthänge im Alpengarten, die allerdings nur in sehr kleinem Umfange vorhanden sind, gegenüber den Osthängen benachteiligt erscheinen.

Das Empetretum erhält im alpinen Frühling, zur Zeit der langen Tage, verhältnismäßig reichen Lichtgenuß: die scharfe Sonne bestrahlt die Hänge von Sonnenaufgang an, und da sie steil geneigt sind, so fällt das Licht beim niederen Sonnenstande, also am Vormittag, unter einem günstigen Winkel auf. Allerdings geht die Sonne bereits früh am Tage wieder weg; aber die gesamte Strahlung ist so groß, daß in dieser Zeit der Lichtgenuß des Empetretums als hoch bezeichnet werden kann und nicht stark hinter den mehr sonnseitig gelegenen Gesellschaften zurückbleibt. Im Laufe des Sommers verschlechtert sich aber seine Belichtungslage andauernd, in dem Maße, wie die Sonne später aufsteigt und einen niedrigeren Bogen beschreibt. Die gegen Nordosten geneigten Hänge werden nur noch kurze Zeit bestrahlt, im Herbst nur noch während weniger Stunden im Vormittag. Als Ganzes betrachtet sind also die Bestrahlungsverhältnisse im Empetretum ungünstig, mit Ausnahme der Zeit der langen Tage, was sich besonders als schwache Erwärmung auswirkt, während die Belichtung weniger leidet, da das diffuse Licht gerade in den späteren Tagesstunden, wenn die Sonne diese Hänge nicht mehr erreicht, besonders stark ist.

Der größte Teil des Seslerietums neigt gegen Südosten und erhält die Sonne auch bereits mit Sonnenaufgang. Nur die gegen Süden und Südwesten gerichteten Teile rücken später ins Sonnenlicht; doch verringert sich der Unterschied im Beginn der Besonnung für die verschiedenen Seslerietumteile mit dem Kürzerwerden der Tage, da der Sonnenaufgang zum Herbst hin immer mehr gegen Osten rückt. Dann genießen unsere Seslerieten die volle Mittagssonne, während sie gegen Abend frühzeitig in den Schatten geraten. Auch die gegen Südwesten und Westen ge-

richteten Hänge machen keine Ausnahme, weil die vorgelagerten Bergrücken ihnen die Sonne wegnehmen, und ihre verhältnismäßig ungünstige Lage spiegelt sich in der wenig klar ausgeprägten Seslerietumstruktur des Rasens. In bezug auf die Lichtwerte zeigen das untere und das obere Seslerietum große Unterschiede, besonders in der Zeit der langen Tage. Das untere Seslerietum hat relativ niedrige Werte, die zeitweilig sogar hinter dem Empetretum zurückbleiben; die des oberen Seslerietums sind immer hoch. Die Bestrahlung dauert im oberen Seslerietum, das frei gelegen ist, bedeutend länger als im unteren Seslerietum, das etwas durch eine vorgelagerte Geländewelle und durch die stärkere Annäherung an die Hänge der Geiß beschattet wird. Die jahreszeitliche Entwicklung der Belichtung verläuft im Seslerietum ganz anders als im Empetretum; seine Situation verschlechtert sich gegen den Herbst hin nur insofern, als die Länge der Tage abnimmt. Dagegen bleibt die volle Bestrahlung über die mittleren Tagesstunden erhalten, und die direkte Insolationswirkung wird im Herbst sogar noch vergrößert, indem die Sonne um Mittag weniger hoch steht und infolgedessen die Hänge unter einem größeren Winkel trifft. Auch ist die Bewölkung in dieser Zeit im allgemeinen kleiner als im Vorsommer. Das wird besonders im unteren Seslerietum auffällig, dessen Lichtwerte gegen den Herbst hin im Vergleich zu den andern Stationen immer besser werden.

Am längsten dauert die Sonnenbestrahlung im Alpengarten an der frei vorgeschobenen Windecke, die soziologisch dem Dryadetum zuzurechnen ist. Sie wird regelmäßig von Sonnenaufgang an bestrahlt, und hier verschwindet die Sonne gegen Abend zuletzt. Sie ist auch der diffusen Himmelsstrahlung am freiesten ausgesetzt. Wir erhalten hier auf horizontaler Fläche oft die größten Tageswerte des Lichtes. Das wird vor allem durch die lange Dauer der Bestrahlung bedingt; auch zur Zeit des hohen Sonnenstandes ist die Intensität der Strahlung auf der horizontalen Fläche wesentlich geringer als auf der gegen Süden geneigten Fläche. Erst beim Steilwerden des Hanges nimmt die Strahlung wieder ab. Zudem fällt der Grat der Windecke nach allen Seiten etwas ab, und bereits eine geringe Neigung gegen die Schattenseite hin genügt, um die Besonnung stark zu verringern. Günstig,

aber in den Extremen gemäßigt, sind die Belichtungsverhältnisse auch in den beiden Nardeta und in dem flacher gelegenen Teil der Festuceta, soweit sie lange Besonnungsdauer mit leichter Neigung des Geländes gegen die Sonne hin verbinden. Aber ein Teil der Festucetumrasen ist halbschattig oder gar auf der Schattenseite gelegen, was auch für die meisten Ferrugineetumrasen zutrifft.

Die Ansprüche an die Besonnung lassen sich also etwa wie folgt zusammenfassen. Eine ausgeprägte Verteilung nach dem Grade der Sonnenstrahlung findet sich nur beim Empetretum und Seslerietum, indem das erstere auf Schattenlagen vorkommt, das letztere auf Sonnenlagen. Immerhin ist der Lichtgenuß des Empetretums in der Zeit der langen Tage wenig niedriger als in den übrigen Gesellschaften, nimmt aber gegen den Herbst hin stark ab. Allen Seslerietumbeständen ist eine starke Insolation in den mittleren Tagesstunden gemeinsam, die offenbar für das Seslerietum charakteristisch ist. Eine gewisse Abhängigkeit von der Bestrahlung zeigt auch das Nardetum, indem es sich im Untersuchungsgebiet nur in mittleren Sonnenlagen findet und sowohl die ausgesprochenen Sonnenhänge als auch die Schattenlagen meidet. Festucetum, Ferrugineetum und wohl auch das Dryadetum dagegen können bei großen Verschiedenheiten der Sonnenstrahlung gedeihen; sie scheinen wenig an ein bestimmtes Maß gebunden zu sein, und für ihr Gedeihen ist offenbar innerhalb der durch die regionalen Verhältnisse gegebenen Werte die lokale Ausgestaltung der Strahlung nicht maßgebend.

Auffallend sind die starken Unterschiede, welche das Licht und damit wohl auch die Gesamtstrahlung innerhalb unserer Pflanzengesellschaften auf kleinem Raume zur gleichen Zeit aufzeigt. Diese werden durch kleinere und größere Ungleichheiten der Geländebeschaffenheit erzeugt und sind am stärksten beim Vergleich von Absätzen und Stufen der treppenartig aufgebauten Gesellschaften, also des Seslerietums und Empetretums. Sie sind infolge des ungleichen Einfallwinkels der Sonnenstrahlen bereits im hellen Sonnenschein sehr ausgeprägt und verstärken sich außerordentlich, sobald Teile des Hanges in den Schatten geraten, andere in der Sonne bleiben. Da die Verhältnisse im Laufe des Tages andauernd ändern, gleichen sich die Wirkungen der ungleichen Bestrahlung zum großen Teil aus; zum Teil führen sie

aber zur Bildung von Mikroklimaten, die sich, besonders im Seslerietum, auch in der floristischen Zusammensetzung äußern und zum Teil als Übergangsbstände von einer Gesellschaft zu einer andern auftreten.

Da wir die Sonnenstrahlung mit dem Luxmeter und dem Graukeilphotometer gemessen haben, so erfaßten wir damit im wesentlichen die Lichtstrahlung mit dem anschließenden Ultraviolett. Die oben erwähnten Tatsachen können also in erster Linie für die Lichtstrahlung gelten. Der Lichtstrahlung parallel gehen die Vorgänge der Wärmestrahlung, deren Wirkung wesentlich komplizierter erscheint, da sie mit Wärmespeicherung und Wärmeabstrahlung verbunden ist. Deshalb haben wir der Erwärmung besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Die Wärmeverhältnisse sind im Empetretum in ausgesprochener Weise ungünstiger als in allen anderen Gesellschaften. Im Frühling, d. h. im Juni, wenn die Vegetationsperiode beginnt, ist der Boden noch gefroren. Nun setzt allerdings dank der starken Bestrahlung zur Zeit der langen Tage eine starke Aufwärmung ein. Die Lufttemperaturen und die Temperaturen der obersten Bodenschichten liegen im Empetretum nicht unter denen der übrigen Stationen; die Morgentemperaturen sind sogar teilweise höher. Aber die Erwärmung dringt langsam in den Boden ein; der nasse Boden bedarf zur Erwärmung starker Wärmezufuhr, und schon Ende Juni, also nur einen Monat nach Beginn der Vegetationsperiode, fängt die Bestrahlung an, sich wesentlich zu verschlechtern. Während bei guter Wetterlage in allen andern unserer wichtigeren Gesellschaften die Erwärmung bis in den August hinein zunimmt, nimmt sie im Empetretum in diesem Zeitpunkt bereits wieder ab und hält sich für die Tageswerte andauernd unter denen der übrigen Stationen. Nur die tiefen Bodenschichten (40 cm) erreichen im Empetretum ihre stärkste Aufwärmung verhältnismäßig spät im August, nicht früher als im Seslerietum oder Nardetum. In den Nachtwerten (Minima) dagegen bleibt das Empetretum an der freien Luft und auf der Bodenoberfläche im Größenbereich der übrigen Pflanzengesellschaften.

Im Gegensatz dazu zeigt das Seslerietum die höchste Erwärmung, wieder mit einer bedeutenden Variationsbreite. Die Be-

obachtungsstation im oberen Seslerietum wies eine sehr hohe Erwärmung der Bodenoberfläche, nicht aber der obersten Bodenschicht auf, der eine starke nächtliche Abkühlung folgte, so daß die Bodenoberfläche oft die niedrigsten Minimumwerte unter allen Stationen zeigte. Hier ist also die starke Tagesschwankung charakteristisch, die durch die freie Hanglage erklärt werden kann. Im Gegensatz dazu wies die Beobachtungsstation im unteren Seslerietum viel geringere Bodenoberflächenwerte, aber hohe Werte der Lufttemperatur auf, ebenso hohe Bodentemperaturen. Darin spiegelt sich eine Wärmestauung als Folge der etwas geschützten Lage der Station, von der wir bereits früher gesprochen haben. Das Seslerietum als Ganzes ist also charakterisiert durch starke Erwärmung, die zu bedeutender Austrocknung des Bodens führen kann, verbunden mit reicher Individualisierung innerhalb des Bestandes.

Das Nardetum, dem auch die flacheren Teile des Festucetums entsprechen, zeichnet sich durch mittlere Werte aus, nicht Höchst-erwärmung, aber auch nicht größte Abkühlung, wenigstens nicht in den Mittelwerten, während gelegentlich in der Luft und auf der Bodenoberfläche ein scharfes Minimum auftreten kann. Doch schwankt in den beiden Beobachtungsjahren das Verhältnis des hinteren Nardetums zu den übrigen Stationen etwas, und die Werte des vorderen Nardetums, in dem nur während eines Jahres Beobachtungen ausgeführt wurden, können von denen des hinteren Nardetums merklich abweichen, halten sich aber doch in mittleren Werten. Es ergibt sich also auch hier innerhalb der gleichen Pflanzengesellschaft eine bedeutende Variabilität der Temperaturverhältnisse.

Wieder etwas abweichend verhalten sich die durch die Station Windecke repräsentierten Gratgebiete mit Dryadetum-Vegetation. Sie reihen sich zwar unter die Stationen mit mittleren Temperaturverhältnissen, zeichnen sich aber dadurch aus, daß die Aufwärmung am Morgen verlangsamt erfolgt und bei mittleren Höchstwerten stehen bleibt, während die Abkühlung am Abend langsam vor sich geht und die nächtlichen Minima hoch liegen. Hier macht sich der Einfluß der kräftigen Luftzirkulation geltend, der die Windecken vor allem ausgesetzt sind. Das Ferrugineetum wurde mit dem durch Felsen geschützten Hang und durch

Temperaturampullen als Meßgerät in die Untersuchung einbezogen. Wir kennen somit nur die Temperatursummen und die daraus berechneten Mitteltemperaturen größerer Zeiträume für eine etwas besonders gestaltete Lokalität. Es zeigten sich trotz der Schattenlage mittelhohe Temperaturen, die wohl auf die starke morgendliche Erwärmung am nach Osten gerichteten Steilhang, auf Strahlungsreflexion durch den Felsen, auf den Windschutz und für den Boden auch auf die relativ leichte Erwärmbarkeit zurückzuführen sind.

Die lokalen Temperaturen sind also im Empetretum am abweichendsten, und zwar im ungünstigen Sinne, dann auch etwas extrem, aber im günstigen Sinne im Seslerietum, ferner noch deutlich individualisiert im Dryadetum, sowie durch mittlere Werte ausgezeichnet im Nardetum, dem auch ein großer Teil der *Crepis aurea-Festuca rubra commutata*-Rasen beizuordnen ist.

Die Windverhältnisse weisen im Alpengarten merklliche Unterschiede auf. Allgemein haben die flacher gelegenen Teile mehr Wind als die Hänge. Im ganzen hintern, gegen Norden gelegenen Gartenteil macht sich der Wind bedeutend mehr fühlbar als im vordern. Der Windanprall gegen das die Nordost- und Nordhänge besiedelnde Empetretum hilft vielleicht mit, das Lokalklima des Empetretums ungünstig zu beeinflussen, auch wenn die dort gemessenen Windstärken keine besondere Größe erreichen. Am größten ist die Windstärke auf dem schmalen, Windecke genannten Grat, am kleinsten im Seslerietum. Besonders das untere Seslerietum ist sehr windgeschützt. Nur bei direktem Südwind, also vor allem bei Föhn, werden die vorderen Teile des Alpengartens stärker bestrichen. Die Windwirkung ist während der Vegetationsperiode nie so bedeutend, daß sie die Vegetation in wesentlichem Umfang direkt schädigen könnte. Aber gelegentlich erfolgt an den Graträndern Ausblasung feiner Bodenteilchen, und wir finden, daß an einzelnen Lokalitäten, vor allem an der Windecke, durch den Wind die Temperatur und der Niederschlag merklich erniedrigt, die Verdunstung stark erhöht wird, was auf die Existenzmöglichkeit anspruchsvoller Arten ungünstig einwirkt. Während des Winters dürfte der Einfluß des Windes auf die Pflanzenwelt an den Graträndern stärker in Erscheinung treten:

er bläst den Schnee weg und übt auf die Vegetation eine austrocknende und durch mitgeführte Schneekristalle oder Sandteilchen eine mechanisch abschleifende Wirkung aus, die mithilft, an solchen Stellen die Spalierstrauchvegetation des Dryadetums oder Loiseleurietums oder einer andern niederwüchsigen, frostharten, anspruchslosen Vegetation zu erhalten. Über diese Probleme wurde bereits viel geschrieben (vgl. z. B.: Josias Braun, 1913; H. Brockmann-Jerosch, 1925/29); wir haben sie im einzelnen nicht näher verfolgt.

Die relative Luftfeuchtigkeit ist das Ergebnis verschiedener klimatischer Faktoren, die miteinander einwirken und unter denen neben dem absoluten Wasserdampfgehalt der Luft der Temperatur besondere Bedeutung zukommt. Sie folgt infolgedessen im Tagesgang wie im Jahresgang in reziproker Weise dem Gang der Lufttemperatur, nimmt aber doch infolge der verwickelten Faktorenkombination, von der sie abhängt, oft einen etwas besonderen Verlauf. Beim Vergleich der verschiedenen Pflanzengesellschaften unseres Alpengartens ergeben sich daher viele Unregelmäßigkeiten. Im allgemeinen liegt über dem Empetretum die feuchteste Luft, besonders im Spätsommer und Herbst. Über dem Seslerietum ist die Luft verhältnismäßig trocken, wobei aber innerhalb der floristisch gleichartig ausgebildeten Bestände eine bedeutende Variationsbreite festgestellt werden kann. Das Nardetum und entsprechend jedenfalls auch die flacheren Teile des Festucetums halten mittlere Werte, zeigen aber bisweilen starke Abweichungen, wohl in Verbindung mit den Luftströmungen. So ist das hintere Nardetum zur Zeit der Mittagsablesung im Herbst 1931 ganz auffallend lufttrocken, Ende Juni und im Juli 1932 dagegen meist die feuchteste aller Stationen, während zu dieser Zeit das vordere Nardetum oft die trockenste Station ist. Die Gratpartien sind verhältnismäßig lufttrocken, bei der Mittagsablesung oft am trockensten unter allen Stationen, verhältnismäßig trocken auch während der Nacht. Von großer Bedeutung ist wohl die große Luftfeuchtigkeit, die in der Regel, mit Ausnahme der früheren Vormittagsstunden der Schönwettertage, über dem Empetretum liegt; denn sie hemmt die Wasserabgabe des Bodens und ist damit auch eine Ursache für die große Bodenfeuchtigkeit. Die übrigen Gesellschaften unterscheiden sich in der Luftfeuchtigkeit

wohl kaum genügend stark, als daß sie die floristische Verschiedenheit bestimmend beeinflussen könnte.

Die Verdunstungskraft der Luft erscheint als Sammel-
faktor, auf den vor allem die Temperatur, der Wind und die relative Luftfeuchtigkeit einwirken, gut geeignet, Unterschiede im Klimahaushalt der Pflanzengesellschaften zu offenbaren. Unsere Beobachtungen ergeben auch wirklich einiges Neues. An der Spitze der Verdunstungsgröße steht die Gratstation Windecke, die an Tagen, welche für die Verdunstung günstig sind, alle übrigen weit überholt. Dann folgt, ebenfalls mit hohen Werten, das Nardetum. Das Seslerietum zeichnet sich nicht durch eine hohe Verdunstung aus, verhält sich aber recht verschieden, indem im oberen Seslerietum die Verdunstung ziemlich groß ist, im unteren Seslerietum dagegen auffallend klein. Wir finden hier wiederum die Erscheinung der Luftstauung, die sich bei der Lufttemperatur gezeigt hat: an diesem windarmen Hang staut sich der Wasserdampf der Luft und hemmt die weitere Verdunstung. Im Empetretum dürfte die Verdunstung, als Ganzes betrachtet, am kleinsten sein, ist aber im Tagesgang und Jahresgang recht ungleich. Sie ist im frühen Vormittag ziemlich groß und bleibt in keiner Weise hinter den übrigen Stationen zurück. Vom Vormittag an nimmt sie aber in der Regel stark ab. Ebenso erreicht sie zur Zeit der langen Tage im Vergleich zu den übrigen Stationen bedeutend höhere Werte als gegen den Herbst hin, wo die Verdunstung im Empetretum besonders stark zurückgeht. Wir treffen also in bezug auf die Verdunstungsgröße teilweise andere Verhältnisse als für den Temperaturgang und die Luftfeuchtigkeit. Das ist namentlich die Folge des großen Einflusses, den die Luftbewegung auf die Verdunstung ausübt. Sie kann bei kräftigem Luftzug und trockener Luft die Temperaturkomponente überholen. Die Verdunstungsgröße ordnet sich an solchen Tagen nach der Stärke der Luftbewegung. Der im Vergleich zum unteren Seslerietum verhältnismäßig große Verdunstungsbetrag im Empetretum kann auf die beträchtliche Windbewegung im Empetretum zurückgeführt werden.

Die Niederschläge sind im ganzen Gartengebiet hoch und werden im Mittel für die vier Sommermonate Juni bis September auf 461 mm, im Jahr auf 1460 mm geschätzt. Auch ihre

zeitliche Verteilung ist so, daß während der Vegetationszeit kaum je Wassermangel eintritt, am ehesten noch im Seslerietum, bei dem sich ein flachgründiger Boden mit starker Besonnung verbindet, vielleicht auch an flachgründigen Windecken (Dryadetum). Längere Schönwetterperioden, die zu schädigender Austrocknung führen könnten, treten aber nur selten auf. Trotzdem ist als sicher anzunehmen, daß solche Trockenzeiten im Seslerietum zur Ausmerzungen von Arten führen, die gegen Austrocknung empfindlich sind. In den meisten Pflanzengesellschaften des Alpengartens bleibt aber der Wassergehalt des Bodens immer hoch. Er sinkt jedenfalls nur selten unter 30 %.

Innerhalb des Gartenareals treten, wie unsere Regenmessungen gezeigt haben, bedeutende Niederschlagsschwankungen auf, indem bei heftigen Niederschlägen bald der eine, bald der andere Teil mehr bedacht wird. Diese Unterschiede gleichen sich im Laufe des Sommers weitgehend aus. Bestehen bleibt ein etwas stärkerer Niederschlag im Windschatten der zentralen Kuppe, und vor allem erhält die Windecke wesentlich weniger Niederschlag als die übrigen Teile des Gartens. Aber dieser Minderbetrag kann sich wohl nur im Zusammenspiel mit einer Trockenzeit fühlbar machen.

Die Taubildung tritt während des ganzen Sommers, mit Ausnahme der Zeiten ausgesprochener Föhnlagen, in ergiebiger Weise auf und ist geeignet, bei Trockenzeiten ausgleichend zu wirken. Innerhalb des Alpengartens erfolgt der Tauniederschlag etwas unregelmäßig, so daß bald die einen, bald die anderen Teile größere Mengen aufweisen. Im Durchschnitt der Proben zeigt sich die höchste Taubildung an der Windecke; etwas kleiner sind die Werte auf den mehr oder weniger ebenen Flächen des Nardetums und Festucetums und am niedrigsten an den steilen Hängen des Empetretums und Seslerietums. Es ist unverkennbar, daß eine gewisse Parallelität zwischen Taubildung und Windstärke besteht: zur Zeit der Wasserdampfsättigung der Luft wirkt der Luftzug nicht austrocknend, sondern abkühlend und dadurch kondensierend.

Wir haben damit den Vergleich der untersuchten Außenweltfaktoren mit den einzelnen Pflanzengesellschaften zu Ende geführt. Es hat sich gezeigt, daß vielgestaltige Unterschiede in den

Beziehungen zur Umwelt vorhanden sind und alle Gesellschaften gegenüber den ökologischen Faktoren eine bedeutende Plastizität besitzen. Doch lassen sich für das Bestehen der einzelnen Gesellschaften maßgebende Umweltbeziehungen feststellen. Als grundlegendes Moment ergibt sich die Geländebildung, welche die flachen Böden, die Mulden, die schmalen Gräte und die in verschiedenem Maße und nach allen Himmelsrichtungen geneigten Hänge bietet. Sie schafft damit der Bodenbildung und dem Mikroklima die Grundlage. Durch das Zusammenwirken von Mikroklima und Bodenbildung, wobei bald der eine, bald der andere Partner in den Vordergrund tritt, sind die Standorte entstanden, denen sich die Vegetation anpaßte und dadurch ihre vielgestaltige Ausgliederung in Pflanzengesellschaften erhielt. Das *Crepideto-Festucetum* und das *Nardetum* sind in erster Linie durch die Bodenbildung hervorgerufen, die von der Gesteinsunterlage, von der Neigung der Hänge und dem Allgemeinklima bedingt wird. Der Boden des *Festucetums* ergibt sich als der Typ des ruhenden, feinerdig und tiefgründig verwitternden, kalkarmen Bodens, der des *Nardetums* als seine allgemeinklimatisch zu erwartende Vermagerungsform. Die in diesen Gesellschaften gemessenen Klimafaktoren weisen mittlere Werte auf. Auch das *Caricetum ferrugineae* wird von Bodentyp und Hangneigung bestimmt. Sein Boden ist ein Humuskarbonatboden mit den primitiven Eigenschaften des reichlichen Gehaltes an kalkigem Schutt und der bedeutenden Ausspülung infolge der starken Neigung der Hänge. Voraussetzung für diesen Vegetationstyp ist ein etwas wasserzügiger, nie wesentlich austrocknender, unversauerter Boden, was eine Bevorzugung der schattigeren Hänge mit sich bringt.

Anders verhalten sich das *Seslerietum* und das *Empetretum*, die sich als ausgesprochene Antagonisten ausweisen und in ihrer räumlichen Verteilung durch die Exposition gegeben sind. Diese schafft Nord- und Südlagen mit sehr ungleicher Sonnenbestrahlung. Auf der stark bestrahlten Seite siedelt sich das *Seslerietum* an, auf der schwach bestrahlten das *Empetretum*. Der primär maßgebende Faktor ist hier die Verteilung der Sonnenenergie, die weniger durch das Mittel des Lichtes als durch die Erwärmung sehr verschiedene Lokalklimate schafft: verhältnismäßig warm und trocken auf der einen Seite, kühl und feucht auf der andern.

Mehr Bedeutung als dem Luftklima wird dabei dem Bodenklima zukommen; denn die Gegensätze sind innerhalb des Bodens besonders groß. Durch diese Verschiedenheiten des Mikroklimas, in Verbindung mit der Ansiedlung einer ganz verschiedenen Vegetation, nimmt an der Sonnseite und der Schattenseite die Bodenbildung, bei gleicher kalkig-felsiger Unterlage, einen ganz anderen Weg und führt mit dem verhältnismäßig trockenen, neutralen, gut gekrümelten Humuskarbonatboden einerseits und dem nassen, sauren Rohhumusboden andererseits zu den größtmöglichen Gegensätzen. Boden und Vegetation haben ihre Eigenart also unter der Wirkung des gleichen maßgebenden Klimafaktors Wärme entwickelt, wobei sie sich gegenseitig wiederum in fördernder Wirkung beeinflussen. Im übrigen zeigen gerade diese Pflanzengesellschaften, vor allem das Seslerietum, mikroklimatisch eine bedeutende Plastizität, solange der maßgebende Faktor nicht unter einen gewissen Minimalwert sinkt.

Unter den weiteren Klimafaktoren dürfte auch noch dem Wind einige vegetationsbildende Bedeutung zukommen, während die Unterschiede im Maß der Niederschläge kaum vegetationsverändernd wirken. Der Wind wirkt abkühlend, austrocknend. So schafft er da, wo er stark weht, also vor allem im Gratgebiet, ein rauheres Lokalklima, das sich im Winter noch stärker ausprägt als während der Vegetationszeit. Durch Ausblasung hemmt er auch die Bodenbildung. Er ist für die Ausbildung und Erhaltung des Dryadetums von Einfluß, indem er die Weiterentwicklung der Vegetation windreicher Stellen zu den anspruchsvolleren Pflanzengesellschaften der Umgebung erschwert. Da der Wind in der Regel von der Nord- und Ostseite herkommt, so stößt er im ersten Anprall auf die Empetretumhänge, und wenngleich dort nicht hohe Windstärken und Niederschläge gemessen worden sind, so dürfte der Wind doch dort in höherem Maße als etwa im Seslerietum auf die Vegetation im ungünstigen Sinne einwirken.

Wir finden also, gestützt auf unsere bodenkundlichen und lokalklimatischen Untersuchungen, begründete Zusammenhänge zwischen der Verteilung der Pflanzengesellschaften des Alpengartengebietes Schinigeplatte und den abiotischen Umweltfaktoren, welche geeignet sind, die Gesetzmäßigkeiten der Gesellschaftsverteilung in den Hauptzügen zu erklären.

Im Laufe der Zeit reifen die Geländeformen durch Abtragung und Auflagerung. Die Bodenoberfläche wird ausgeebnet; die Hänge gleichen sich aus. Dadurch verlieren die Lokalklimate ihre Individualität und nähern sich den mittleren Werten des Allgemeinklimas. Die Böden stabilisieren sich und reifen. Infolge ihrer Abhängigkeit von Lokalklima und Bodenbildung ändern sich auch die Pflanzengesellschaften parallel zu diesen Wandlungen in der unbelebten Umwelt. Sie streben einem vom Allgemeinklima beherrschten mittleren Wert zu, dem Vegetationsklimax. Wie wir gesehen haben, ist im Untersuchungsgebiet das Rhodoreto-Vaccinietum mit lockerem Oberwuchs von Coniferen Klimaxgesellschaft. Die Reifung der Morphologie des Geländes führt also schließlich die vielgestaltige Vegetation, die wir geschildert haben, zum Rhodoretum hin. Aber die Entwicklung geht so außerordentlich langsam vor sich, daß vom Standpunkt eines auf die menschliche Erfahrung gegründeten Zeitbegriffes unsere durch die Geländebeschaffenheit geprägten Pflanzengesellschaften stabile Größen, Dauergesellschaften sind und der künftige Klimaxzustand für die extrem gelegenen Teile des Alpengartens ein theoretisches Postulat bleibt.

VIII. Zusammenfassung

In den Jahren 1928—1944 wurden im Gebiet des Alpengartens Schinigeplatte bei Interlaken, das mit rund 2000 m Meereshöhe an der Waldgrenze gelegen ist, die Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie untersucht, insbesondere mit dem Ziel, die Faktoren zu ermitteln, welche die räumliche Verteilung der verschiedenen Pflanzengesellschaften bewirken, also für die individuelle Ausprägung der Vegetation maßgebend sind.

Im Gebiete des Alpengartens, das bis vor kurzem als Großviehweide genutzt wurde, fanden sich die nachstehenden Assoziationen vor (vgl. Abb. 3): Crepideto-Festucetum rubrae commutatae, Sieversii-Nardetum strictae, Caricetum ferrugineae, Sesslerieto-Semperviretum, Empetretum-Vaccinietum, Dryadetum octopetalae und außerdem Fragmente des Rhodoreto-Vaccinietum, Eriocetum carnea, Rhodoretum hirsuti und einzelner Pioniergesellschaften auf Kalkfels und Kalkschutt. Als Klimaxgesellschaft des