

Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg
Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles
Band: 73 (1984)
Heft: 1-2

Artikel: Botanische Spaziergänge um Freiburg im Üchtland. Teil 1-3
Autor: Wattendorff, Joachim
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308638>

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: 02.04.2026

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

Botanische Spaziergänge um Freiburg im Üchtland

1. Einführung

VON JOACHIM WATTENDORFF,
Institut für Botanische Biologie der Universität,
CH-1700 Freiburg (Schweiz)

Die Umgebung der Stadt Freiburg ist landschaftlich reich gegliedert. Während schon in Stadtnähe manche Kuppen über 700 m Meereshöhe aufsteigen (z.B. Bois de Moncor 721 m, Bois de Morvin bei Perfetschied [Pierrafort-scha] 782 m ü.M.), ist das mäandernde Saanetal tief in diese Landschaft eingeschnitten (von 570 m bei Altenryf [Hauterive] bis 532 m ü.M. als Spiegel des Schiftenensees im Norden der Stadt). In diesen Bereich fällt auch die Grenze zwischen der Berg- und Hügelstufe im Sinne einer Pflanzengeographischen Höhengliederung. Während der Großteil der nächsten Freiburger Umgebung der montanen Stufe (Bergstufe) zuzurechnen ist¹, zeigt das Saanetal, besonders an den südexponierten Stellen, deutliche Züge der collinen Stufe (Hügelstufe). Das Mikroklima der nach Norden abfallenden schattigen und kühlen Hänge dieses Tals gleicht dagegen bis zur Talsohle dem Gebirgsklima, und entsprechend findet man hier viele Pflanzen des Gebirges wieder.

Das Freiburger Klima ähnelt dem von Bern. Die jährliche durchschnittliche Niederschlagsmenge zwischen 1900 und 1960 betrug in Freiburg 999 mm, in Bern 1000 mm, wobei allerdings die Freiburger Meßstation mit 677 m ü.M. um 100 m höher lag als die von Bern. Hiermit mag auch die für Freiburg registrierte viel geringere Zahl der Nebeltage zusammenhängen (20

¹ Nach JENNY-LIPS (1948) reicht die colline Stufe bis 600 m hinauf, mit Niederschlägen um 100 cm. Nach WELTEN und SUTTER (1982) reicht sie von etwa 200 bis 700 m, die montane Stufe von 700 bis 1300 m. Kartierfläche 237 (Freiburg-Ost), die in ihrer westlichen Hälfte durchschnittlich fast auf 700 m liegt und im Südosten auf über 1000 m steigt, gilt als montane Fläche. Wir rechnen die Höhenlage von 600–700 m um Freiburg zur unteren montanen Stufe, die von einem Buchenwald eingenommen wird.

pro Jahr gegenüber 53 für Bern). Die höchsten Niederschläge fallen im Sommer (Juni 115, Juli 112, August 120 mm). Das ganze Jahr über herrschen Südwest-, seltener Nordostwinde vor. Die Temperaturkurve liegt kaum unter der von Bern, höhenberichtigt sogar einige Zehntelgrade darüber. Die durchschnittliche Temperatur beträgt im Januar $-1,2^{\circ}\text{C}$, im Juli $17,1^{\circ}\text{C}$. Ausführlich ist das Freiburger Klima bei ROTEN (1979) dargestellt.

Die Geologie der näheren Umgebung Freiburgs wird durch Molasse-schichten aus dem Jungtertiär bestimmt. Am westlichen Rand der Stadt vorbei verläuft etwa von Nord nach Süd, teils von NNE nach SSW, eine flache tektonische Mulde («Synklinale von Freiburg»), in deren Bereich eine mächtige obere Meeressmolasse (Burdigalien) ansteht oder meist von verschiedenen Schichten des Quartärs überdeckt ist. Die Felswände des Saanetals bestehen aus dieser Molasse, auch das Tal der Sonnaz mit den Anhöhen zu beiden Seiten liegt in diesem Bereich. Westlich und östlich dieser Synklinale kommt die darunter liegende untere Süßwassermolasse (Aquitainen) im Bereich der Antiklinalen von Corserey-Misery und von Alterswil empor, nachdem sie näher bei Freiburg zum Beispiel schon am Grunde des tief eingeschnittenen Galterntals von der Fischzuchtanstalt an östlich sichtbar geworden ist.

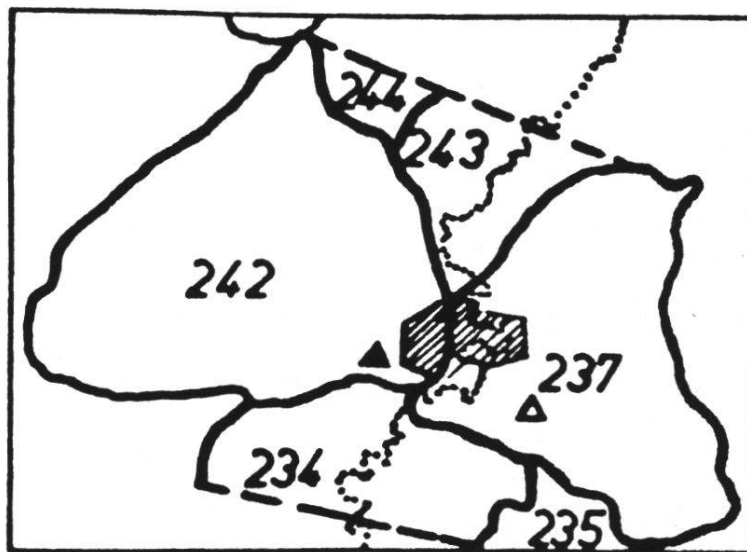
Die untere Süßwassermolasse enthält Sandsteine, Mergel und tonige Mergel, die Meeressmolasse fast nur Sandstein, selten dazwischen 1–3 cm dünne, wasserdichte Tonschichten, die ebenso wie die hier sehr seltenen Mergel, einen verschwindend geringen Anteil ausmachen. Die quaternären Auflagen bestehen aus Kiesen und Sanden, tonigen und mergeligen Grundmoränen des Würm und ähnlichen Schichten. Alle Gesteine sind mehr oder weniger stark kalkhaltig. Darstellungen und Karten der Geologie dieses Gebietes finden sich bei CRAUSAZ (1959), SIEBER (1959), EMMENEGGER (1962) und DORTHE (1962).

Spaziergänge in dieser abwechslungsreichen Umgebung gehören zu den erfreulichsten Erlebnissen für einen aufgeschlossenen Naturfreund. Besonders die Vegetation ist der Untersuchung verhältnismäßig leicht zugänglich, da die einzelnen Pflanzen sich nicht (wie viele Tiere) von einem Standort zum anderen bewegen. Deshalb kann auch die Beziehung zu den besonderen Verhältnissen des Standortes (Hangneigung, Boden, Wasserführung, Mikroklima) leichter erkannt werden. Somit können die Pflanzenvereine oder die aus mehreren ähnlichen solchen Gemeinschaften abstrahierten Pflanzengesellschaften als beste Grundlage für die Ortsbestimmung der übrigen Teilnehmer einer Lebensgemeinschaft oder Biozönose genommen werden. Man kann zum Beispiel von einer bestimmten Tierart sagen, daß sie eine oder mehrere bestimmte Pflanzengesellschaften am häufigsten aufsucht. Bei kleinen, wenig beweglichen Tieren kann die Treue zu einer bestimmten Pflan-

zengesellschaft sogar groß sein. Die Vegetation in Verbindung mit der entsprechenden Bodenunterlage gibt also den Rahmen ab für das weniger fest gebundene Spiel des tierischen Lebens.

In den folgenden Heften dieser Zeitschrift sollen Notizen des Verfassers aus den letzten zweiundzwanzig Jahren festgehalten werden. Zahlreiche geobotanische und floristische Lehrausflüge, viele private Exkursionen und nicht zuletzt die Mitarbeit an der Kartierung der Schweizerflora (WELTEN und SUTTER 1982), vor allem der Flächen 237 und 242, finden hier ihren Niederschlag. In zwangloser Folge sollen auffällige oder auch weniger beachtete Pflanzengesellschaften so vorgestellt werden, daß man sie im Gelände erkennen kann. Schließlich ist eine Pflanzenliste mit Fundorten vorgesehen, in der Ergänzungen der Fundlisten von JAQUET (1929) und YERLY (1960/61) hervorgehoben werden.

Die Umgrenzung des Gebiets ist nicht streng gefaßt (Karte 1); sie soll aber über die Kartierflächen 237 und 242 nur dort hinausgreifen, wo deren Grenzen sich der Stadt Freiburg am meisten nähern. Es werden also auch Teile der Kartierflächen 234, 235, 243 und 244 erfaßt.



Karte 1 (Maßstab 415 000 : 1): Umgebung der Stadt Freiburg und Flächennummern der Kartierflächen des Verbreitungsatlas. Schraffiert: Stadtgebiet Freiburg. Punktierte Kurve: Lauf der Saane, Schiffenensee nicht eingezeichnet: ▲ Bois de Moncor, △ Bois de Morvin.

Zusammenfassung

Für eine Folge von pflanzensoziologischen und floristischen Notizen werden allgemeine Angaben zur Umgrenzung des Gebiets, zur Vegetationsstufe, Geologie und zum Klima gemacht.

Résumé

Promenades botaniques aux alentours de Fribourg (Suisse). 1. Introduction.

En vue d'une suite de notices phytosociologiques et floristiques on donne des informations générales sur la délimitation de la région, l'étage de végétation, la géologie et le climat.

Summary

Botanical strolls in the environs of Fribourg (Switzerland). 1. Introduction.

For a series of phytosociological and floristic notes, general information is given on the delimitation of the area, the altitudinal zone, geology, and climate.

Literatur

- CRAUSAZ, C. U.: Géologie de la région de Fribourg. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. 48, 5–118 (1959).
- DORTHE, J.-P.: Géologie de la région au Sud-Ouest de Fribourg. Eclogae geol. Helvet. 55, 327–406 (1962).
- EMMENEGGER, C.: Géologie de la région Sud de Fribourg. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. 51, 5–166 (1962).
- JAQUET, F.: Catalogue raisonné des plantes vasculaires du Canton de Fribourg et des contrées limitrophes. Mém. Soc. Frib. Sc. Nat. 5 (1929).
- JENNY-LIPS, H.: Vegetation der Schweizer Alpen. Büchergilde Gutenberg: Zürich 1948.
- ROTEN, M.: Climat urbain et suburbain de Fribourg. Editions Universitaires: Fribourg Suisse 1979.
- SIEBER, R.: Géologie de la région occidentale de Fribourg. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. 48, 119–229 (1959).
- WELTEN, M., und SUTTER, R.: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz, 2 Vol. Birkhäuser: Basel – Boston – Stuttgart 1982.
- YERLY, M.: Contribution à l'étude de la flore fribourgeoise. Bull. Cercle Vaudois de Botanique 10, 19–29 (1960/61).

Botanische Spaziergänge um Freiburg im Üchtland

2. Die Vegetation der Mergelsteilhänge in der Umgebung der Stadt: Artenarme Ausbildung eines Buntreitgras-Föhrenwaldes?

VON JOACHIM WATTENDORFF,
Institut für Botanische Biologie der Universität,
CH-1700 Freiburg (Schweiz)

1. Einleitung

Im Bereich der Freiburger Molasse und der ihr aufliegenden diluvialen Ablagerungen befinden sich Mergelhänge besonders an den steilen Rändern der Täler, die von den Wasserläufen eingeschnitten worden sind. Die Mergel führen nach starken Niederschlägen viel Wasser und rutschen daher stellenweise ab. Diese Bodenbewegung zerstört die Vegetation und erschwert das Aufkommen einer dichten Baumschicht. Besonders bei Südexposition kann daher die Sonne den Boden stark bestrahlen und erwärmen, folglich auch oberflächlich austrocknen. Die Mergelhänge sind also wechselfeuchte bis wechselfeuchte Standorte. Ihre ökologischen Belastungen schränken die Zahl der miteinander konkurrierenden Arten ein. Beruhigt sich die Bodenbewegung, so dringen vornehmlich Arten des benachbarten Hangbuchenwaldes¹ auch auf diese Standorte vor.

Für den östlichen Teil der Schweiz und Südwestdeutschland ist die Vegetation solcher Steilhänge gut dokumentiert (SCHMID, 1936; KUHN, 1937; ETTER, 1947; FABIJANOWSKI, 1950; ZOLLER, 1951; DAFIS, 1962; REHDER, 1962) und wurde bisher meist als Pfeifengras-Föhrenwald (*Molinio-Pinetum*) bezeichnet. Hier kommen zahlreiche wärmeliebende und kontinentale

¹ Dieses *Carici-Fagetum* wird in einer der folgenden Arbeiten für Freiburg beschrieben werden.

Arten der «Waldsteppe»² vor, die in den westlichen Landesteilen selten sind oder fehlen.

Nach SCHMID (1936:133) verarmt die *Pinus-Molinia*-Waldsteppe nach Westen rasch und dringt nur fragmentweise bis in das Emmegebiet, die Burgdorfer Flühe (Kanton Bern), die Steilhänge der Aare im Mittelland und

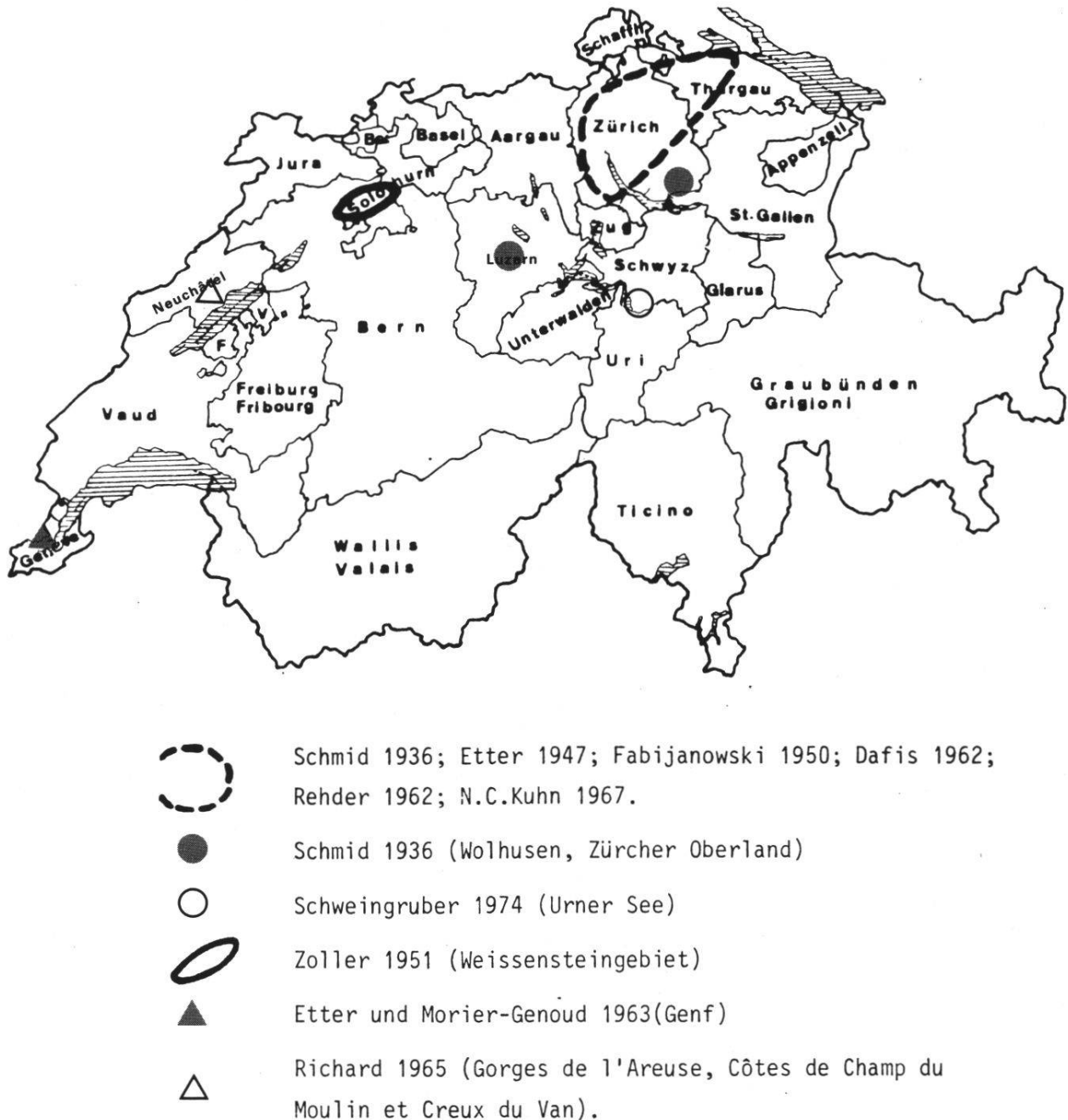


Abb. 1: Karte der Hauptverbreitung der publizierten Aufnahmen des Buntreitgras-Föhrenwaldes und verwandter Gesellschaften in der Schweiz (vgl. auch ELLENBERG und KLÖTZLI, 1972).

² Zur Diskussion dieses schillernden Begriffs siehe auch NIEDERMAIER (1983). Gemeint ist etwa ein Steppenheidewald im Sinne von GRADMANN (1950).

bis auf die Molassesande und Mergel des Schweizer Jura vor. Nach ETTER und MORIER-GENOUD (1963) fehlt der Pfeifengras-Föhrenwald in den Kantonen Bern und Waadt im Mittelland. Abb. 1 zeigt die Lage der bisher untersuchten Gebiete; Freiburg i. Ü. liegt westlich und südlich davon, mit Ausnahme der Flächen bei Genf. Eine pflanzensoziologische Einordnung müßte auch für unser Gebiet möglich sein. Viele Arten, die sonst als charakteristisch für den Pfeifengras-Föhrenwald gelten, fehlen in den hier untersuchten Flächen, weil ihr Verbreitungsgebiet nicht bis Freiburg reicht. Daraus folgt die hochinteressante Frage, was als Kernsubstanz in der Artenkombination der Freiburger Pflanzenbestände erhalten bleibt.

2. Methoden

Die Vegetationsflächen wurden in den Jahren 1972–1982 mit der Methode von Braun-Blanquet nach Artmächtigkeit und Soziabilität aufgenommen, die Exposition und Hangneigung geschätzt und teilweise mit dem Böschungswinkelmesser kontrolliert, die Koordinaten sowie die Höhe über N. N. aus der Karte 1:25 000 entnommen. Bei der Bearbeitung der Tabellen wurde nur die Artmächtigkeit berücksichtigt.

Die Bodenproben wurden am Standort beschrieben und ihre Farbe durch sofort angefertigte Schmierproben auf Papier dokumentiert. Der pH-Wert der 1–2 Tage alten, im Kühlschrank aufbewahrten, ungetrockneten Proben wurde nach Suspension von ca. 1 Volumen Boden in 1 Volumen destilliertem Wasser mit der Glaselektrode (E520, Metrohm, Herisau) gemessen und mit Spezial-pH-Papier (pH 6,4–8,0) von Macherey, Nagel & Co., Düren, kontrolliert. Der Rest der Bodenproben wurde bei 40°C getrocknet, fein gepulvert und je 1 g davon zur Bestimmung des Gesamtkarbonatgehalts nach MÜLLER und GASTNER (1971) verwendet. Bei einigen Bodenproben wurde ein weiterer Teil feinst gepulvert und im Siemens-Pulverdiffraktometer mit Cu-Anode untersucht. Die erhaltenen Diagramme wurden qualitativ auf ihren Mineralgehalt ausgewertet.

Die Verbreitung der verschiedenen Pflanzenarten in der Schweiz wurde dem Atlas von WELTEN und SUTTER (1982) entnommen.

3. Ergebnisse

3.1. Lage der Aufnahmeflächen, Boden und Artenbestand

Tabelle 1 faßt die Aufnahmen von 8 Flächen der näheren Umgebung der Stadt Freiburg zusammen. Alle liegen im Bereich des Blattes 1185 (Fribourg) der Landeskarte der Schweiz 1:25 000. Im folgenden werden die Flächen beschrieben; nach der Nummer folgen die Kalenderdaten, die Koordinaten, die allgemeine Beschreibung der Lage, der Vegetation und des Bodens. Am Ende sind Pflanzenarten aufgeführt, die nur in dieser Fläche gefunden wur-

den. In Klammern sind Arten vermerkt, die ausserhalb der Fläche in nächster Nähe gefunden wurden. Quantifizierbare Angaben zur Höhenlage, Exposition und Bodeneigenschaft sind den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen.

Nr. 1. 27. 4., 20. 7. und 30. 9. 1972; Nachuntersuchung am 27. 8. 1981 (578 830/182 900). Oberhalb des linken Saaneufers (Pérolles-See), Sentier Ritter, etwa 30–50 m WSW des oberen Tunnelausgangs, Böschung oberhalb des Weges. Obere Meeresmolasse, darüber Kies der Riss-Würm-Zwischeneiszeit, darüber Blockton, eine Grundmoräne aus dem Würm (CRAUSAZ, 1959, p. 73 und 87). Die letzte größere Mergelrutschung (vermutlich etwa 1965) hatte in einem Teilbereich den Weg verschüttet und wurde ein Jahr später abgetragen. Die Strauchschicht aus dem Jahr 1972 hatte sich 1981 teilweise zur Baumschicht weiterentwickelt. Maßgeblich ist die Aufnahme aus dem Jahr 1972. In Unkenntnis ihrer Besonderheit wurden 1981 im Bereich der Fläche Schilder der «Universität im Freien» errichtet. Die gleich am Wege stehende Braunrote Sumpfwurz (*Epipactis atrorubens*) ist durch Passanten gefährdet. *Boden*: Aufnahme am 26.12.82, als sich der Bestand schon in Richtung auf einen Hangbuchenwald fortentwickelt hatte. Laubaufgabe wie im Buchenwald, 1–2 cm schwarze Humusaufgabe, in 5 cm Tiefe brauner humoser Mergel, weiter unten mit 1–2 cm großem Kies durchsetzt, graubraun. Nur bis 10 cm Tiefe untersucht. *Zusätzliche Arten zu Tab. 1*: Str.: *Acer platanoides* +, *Alnus glutinosa* 1, *Clematis vitalba* 1, *Cornus sanguinea* 1, *Prunus spinosa* 1, *Populus alba* (+); Kr.: *Centaurea scabiosa* +.2, *Daucus carota* +, *Hieracium umbellatum* +, *Hypericum* cf. *perforatum* +, *Lathyrus pratensis* +, *Salix* cf. *caprea* +, *Sanguisorba minor* +, *Solidago canadensis* +, *Trifolium pratense* r.; *Leontodon hispidus* (+), *Lotus corniculatus* (+), *Salvia glutinosa* (+.2). *Zusätzliche Moose nach Wiederbewaldung, am 26.12.82*: *Brachythecium starkei*, *Fissidens taxifolius*.

Nr. 2. 27.5 und 12.8.1973, 29.8.1981, 28.8.1982 (579 780/185 630). Oberhalb des rechten Saaneufers (Schiffenensee), etwa 250 m NW Chastelsberg, östlich des Fußweges. Großer Pfeifengrasbestand, von einzelnen hohen Föhren überragt (Abb. 2). In der Aufnahmefläche zwei Föhren; die eine etwa 15 m hoch, Umfang 110 cm, die andere etwa 20–22 m hoch, Umfang 184 cm (für beide in 1,50 m Höhe gemessen), zusammen etwa 20 % der Fläche deckend. Weitere hohe Föhren in ähnlicher Bestandesdichte außerhalb der Aufnahmefläche über ähnlichem Pfeifengrasbestand. *Boden*: (2a) Sehr tiefe, lockere Humusschicht, zuoberst krümelig, graubraun, in 25 cm Tiefe etwas lehmig und von gleicher Färbung. 2 m nebenan in derselben Fläche: (2b) Humusschicht nur etwa 10–15 cm tief, graubraun, ab 5 cm Tiefe von Tuffbrocken durchsetzt, weiter unten anstehender Tuff. *Zusätzliche Arten*: Str.: *Frangula alnus* 1.2; Kr.: *Carex panicea* +, *Galium* cf. *mollugo* 1.1, *Lysimachia vulgaris* +, *Polygonatum multiflorum* +.2, *Polygonatum verticillatum* +.2, *Potentilla erecta* +.2, *Tamus communis* +, *Aquilegia atrata* (+), *Cephalanthera rubra* (+), *Phyteuma spicatum* (+), *Prenanthes purpurea* (+), *Saponaria ocymoides* (+).

Nr. 3. 17.8.1981 und 5.9.1982 (581 250/183 925). Rechter oberer Rand des Galternals am Wege, der vom hintersten Haus im Talgrund auf der Freiburger Seite zur



Abb. 2: Aufnahmefläche Nr. 2, unterhalb Chastelsberg. Pfeifengras dominierend unter lockerem Kiefernbestand. Anfang September 1984.

Fälgenschür hinaufführt, zwischen «Hexenhaus» und oberem Talrand. Der Weg durchschneidet die Aufnahme­fläche. Seine Trittzzone wird nicht miterfaßt. *Boden*: Humusarm, hell rötlich ockerbraun, locker, reich an Sand, gut durchwurzelt, unter *Eupatorium* und *Molinia* humusreicher, etwas kräftiger graubraun. In 15 cm Tiefe Gestein, das beim Darau­fklopfen locker-hohl klingt. Die Bodenprobe entstammt dem helleren, humusärmeren Teil. *Zusätzliche Arten*: Kr.: *Ulmus glabra* j. +, nicht bestimmte, unangenehm starkkriechende Pflanze (*Inula?*) +.

Nr. 4. 27.8.1981 und 5.9.1982 (582 370/183 920). Rechtes Ufer des Galternbachs, 15–20 m über dem Bach, oberhalb der Eisenbrücke, etwa 425 m WNW der Ameismühle. Schattige, kleine Reliktfläche am Fuß eines Felsens. *Boden*: Wenig humos, hoher Sandgehalt, oben von noch humusärmerem Sand überrieselt. Keine Humusauf­lage erkennbar. Bodenprobe aus 10–15 cm Tiefe entnommen. Schmierprobe braungrau wie in Fläche 2, oder wie unter *Eupatorium* und *Molinia* in Fläche 3. *Zusätzliche Arten*: Kr.: *Veronica urticifolia* +, *Daphne mezereum* (+), *Lathyrus vernus* (+), *Viola reichenbachiana* (= *silvatica*) (+).

Nr. 5. 29.8.1981 und 28.8.1982 (579 805/185 950). Grabenholz, etwa 30 m oberhalb des Chastelsbergweges, W Höhe 628,5. Steilhang oberhalb eines Bestandes von *Equisetum telmateia*, nach unten in Kontakt mit einer Quelltuff-Flur, vermutlich des *Cratoneurion*, mit den hierunter in Klammern angegebenen Pflanzen. *Boden* (unter *Molinia* in 10–15 cm Tiefe entnommen): humos, graubraun, Schmierprobe von ähnlicher Farbe wie Nr. 2, auch bei 20 cm noch gleich dunkel. *Zusätzliche Arten*: Str.: *Salix* cf. *nigricans* +⁰; Kr.: *Gentiana asclepiadea* (+), *Mentha aquatica* (+), *Phragmites communis* (+); M.: *Pellia fabbroniana* (+), *Bryum pseudotriquetrum* (+), *Cratoneuron commutatum* (+).

Nr. 6. 20.7.1972 (578 780/182 825). Oberhalb des linken Saaneufers (Pérolles-See), Sentier Ritter, etwa 150 m SW des oberen Tunnelausgangs, SW Fläche Nr. 1, N des Weges. Relativ flacher Mergelrutschhang, mit jungen Fichten bepflanzt. *Zusätzliche Arten*: Kr.: *Carex silvatica* 1.2, *Petasites hybridus* 1.1, *Sonchus arvensis* 2.2, *Stachys alpina* 1.2, *Viola reichenbachiana* (+). Vorübergehende Pionierfläche mit baldiger Rückentwicklung zum Buchenwald.

Nr. 7. 27.8.1981 und 21.8.1982 (Koordinaten nicht bestimmt). Rechtes Ufer des Galternbachs, etwa 6–10 m über dem Bachbett, etwa 300 m bachabwärts von Nr. 8; Pionierstandort auf feuchtem Mergelrutschhang. Keine Humusauf­lage. *Zusätzliche Arten*: Kr.: *Saxifraga aizoides* +.2, *Campanula cochleariifolia* 1.2 (diese beiden Arten offenbar auf zu wenig überrutschtem Fels oder Tuff), *Agrostis stolonifera* +, *Circaea lutetiana* (+) am Waldrand; M.: *Pellia fabbroniana* +.

Nr. 8. 27.8.1981 und 21.8.1982 (581 800/184 090). Rechtes Ufer, etwa 10 m über dem Galternbach, etwa 500 m bachabwärts der Eisenbrücke, oberhalb des Weges. Etwa 10 m östlich von einem großen Erdrutsch. *Boden* (5.9.1982): Humusarm, Mergel arm an Sand, stark durchwurzelt. Oberfläche: 0–2 mm verrottete, verklebte Blätter,

kein richtiger Humus, darunter ein Gemisch aus grauem und hell braungrauem Boden, in 10 cm Tiefe hellgrau. *Zusätzliche Arten*: Kr.: *Aruncus silvester* r., *Hypericum humifusum* +, *H. montanum* +; M.: *Campylium protensum* +, *Cephalozia bicuspidata* +, *Ctenidium molluscum* +, *Pellia fabbroniana* +.

3.2. Besprechung der Tabelle 1

Die Baum-, Strauch- und Krautarten sind getrennt nach ihrer Stetigkeit (St.) angeordnet. Pflanzen, die nur in einer Aufnahme vorkommen (Stetigkeit 1) sind der Beschreibung der Aufnahmen angefügt. Für Arten, die nahe bei einer Aufnahme fläche, aber nicht darin notiert wurden, sind die Artmächtigkeiten in Klammern angegeben. Für die Stetigkeitsangabe sind diese durch ein beigefügtes (+) berücksichtigt.

Die Kernaufnahmen (1–3) zeichnen sich aus durch eine höhere Artenzahl (26–49 Arten von Samenpflanzen) und durch eine fortgeschrittene Entwicklung mit vielen Baum- und Straucharten. Sie stehen nicht am Anfang der Tabelle, damit zu beiden Seiten Aufnahmen mit geringeren Artenzahlen angeschlossen werden können, die nach zwei verschiedenen ökologischen und floristischen Gradienten abfallen: Nach links Fläche 5, die mit der nächststehenden Kernaufnahme 2 Tuff im Untergrund gemeinsam hat; nach rechts die Pionierflächen 6–8, in denen die Baumschicht fehlt, schließlich ganz rechts eine rudimentäre Kleinstfläche im Wald.

Die Arten gleicher Stetigkeit sind möglichst so angeordnet, daß die diagnostisch wichtigen davon auch mit Arten anderer Stetigkeit zu den eingerahmten Blöcken zusammengefasst werden können. Wegen der äußerst artenarmen Ausbildung wurde auf eine diagnostische Tabelle verzichtet und diese durch den nachfolgenden Text ersetzt.

In den Kernaufnahmen ist die Waldföhre stets vorhanden, bleibt aber mit ihrem Deckungsgrad unter 25%. Auch der Deckungsgrad der gesamten Baumschicht geht kaum über 30%. Obschon in Fläche 1 die Rotbuche fehlt, ist hier die Entwicklung in Richtung Hangbuchenwald fortgeschritten. Eine gewisse Tendenz zum «*Cephalanthero-Pinetum silvestris*» sensu ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) ist in allen Kernaufnahmen zu erkennen, wenn auch z.B. *Epipactis atrorubens* nur in der Stetenkombination des «*Molinio-Pinetum silvestris*» derselben Autoren aufgeführt ist. Die *Erico-Pinion*-Begleiter *Sorbus aria*, *Coronilla emerus*, *Origanum vulgare* und *Brachypodium pinnatum* sind fast ganz auf die Kernaufnahmen beschränkt; die neu einwandernde Robinie schließt sich wohl hier an. *Carex montana* und *alba* sind hier häufiger als in den übrigen Aufnahmen. Fläche 5 mit wenig entwickelter Baumschicht und der hohe Föhrenhain der Fläche 2 haben gemeinsam, daß sich im Untergrund oder in der Nähe zeitweilig überrieselter Tuff befindet, und daß außer der im Pfeifengras-Föhrenwald nicht sel-

Tabelle 1

Aufnahme Nr.		5	2	3	1	6	8	7	4	St.	
Höhe über N.N. [m]		578	600	645	600	610	590	585	620		
Exposition		WSW	WSW	SSE	SSE	SE	S	S	SSW		
Hangneigung [Grad]		50	47	55	45	30	45	30	50		
Grösse [m ²]		50	300	25	150	20	90	50	4		
Artenzahl (ohne Moose)		16	31	26	49	25	20	16	17		
Deckung [%]	B.	5	25	30	20	-	(+)	-	30		
	Str.	20	12	20	90	10	(+)	1	10		
	Kr.	80	95	85	60	70	50	65	60		
<u>Baumarten</u>											
Alnus incana	Str.	2	1		1					5	Grauerle
	Kr.						+	+			
Picea abies	B.		+	1			(+)		1	4(+)	Fichte
	Str.	+ ⁰					g				
Quercus robur	B.				1				+ ⁰	4	Stieleiche
	Str.			1	2	+					
	Kr.				+				+		
Acer pseudoplatanus	Str.				+					4	Bergahorn
	Kr.	+		1	1			+			
Fraxinus excelsior	Str.					+	(+)			4	Esche
	Kr.	+		+			1 ⁰				
Pinus sylvestris	B.	2	2	2	1					4	Waldföhre
Salix appendiculata	Str., Kr.	1		1	2		1			4	Grossblättrige Weide
Sorbus aria	B.		1							2(+)	Mehlbeerbaum
	Str.			(+)	1						
Robinia pseudacacia	B.			1	1					2	Robinie
	Str.			1	2						
	Kr.			+							
Fagus sylvatica (B.)	Str.		(B)			+			(B)	2	Rotbuche
	Kr.					1			+		
Populus tremula	Str.			1	2					2	Zitterpappel
Prunus avium	B.				+					2	Süsskirsche
	Str., Kr.				1		r				
<u>Straucharten</u>											
Ligustrum vulgare	Str., Kr.	1	+	+	2	+			1	6	Liguster
Rosa sp.	Str.		+		+	+		+		4	Rosenart
Corylus avellana	Str.	(+)	+	(1)	1					3(+)	Haselstrauch
	Kr.								+		
Rubus caesius	Str., Kr.		+	2	(+)		+			3(+)	Kratzbeere
Viburnum lantana	Str.			+	+	+				3	Wolliger Schneeball
Coronilla emerus	Str., Kr.		(+)	1	2					2(+)	Strauchwicke
Crataegus monogyna	Str.		+		1					2	Eingriffel. Weissdorn
Acer campestre	Str., Kr.				+	+				2	Feldahorn
Hedera helix	Kr.				+	+				2	Efeu
Salix purpurea	Str., Kr.			+	+					2	Purpurweide
Berberis vulgaris	Str.	+	1							2	Berberitze
Rubus fruticosus sp.	Kr.					+		1		2	Brombeerart
Lonicera xylosteum	Str.				(+)				1	1(+)	Rote Heckenkirsche

Tabelle 1, Fortsetzung

Aufnahme Nr.	5	2	3	1	6	8	7	4	St.	
<u>Halbstrauch und Kräuter</u>										
Carex flacca	+	1	2	1	1	2	1	1	8	Schlaffe Segge
Calamagrostis varia		1	3	2	+	+	+	2	7	Buntes Reitgras
Eupatorium cannabinum	2	1	3	(+)	+	2	1		6(+)	Wasserdost
Molinia arundinacea	5	5	4	1		3	4		6	Rohr-Pfeifengras
Knautia dipsacifolia				+	+	1	+	1	5	Wald-Witwenblume
Galium sylvaticum				1	+	+	+	+	5	Wald-Labkraut
Brachypodium sylvaticum				1	+		+	+	4	Wald-Zwenke
Fragaria vesca				1	1	1		1	4	Walderdbeere
Tussilago farfara				+	1	+	2		4	Huflattich
Origanum vulgare			+	1		1			3	Dost
Brachypodium pinnatum		1	1	+					3	Fiederzwenke
Mercurialis perennis	+	+						(+)	2(+)	Wald-Bingelkraut
Solidago virgaurea			r			(+)		1	2(+)	Gemeine Goldrute
Carex montana		+		(+)				1	2(+)	Bergsegge
Melica nutans		+		(+)	+				2(+)	Nickendes Perlgras
Carex digitata		+			+				2	Fingersegge
Campanula trachelium					+	+			2	Nesselblättr. Glockenblume
Carex alba			2	+					2	Weisse Segge
Angelica sylvestris		+j				2			2	Wilde Brustwurz
Schoenus nigricans	1	1							2	Schwärzliche Kopfbirse
Hieracium sylvaticum				+				+	2	Wald-Habichtskraut
Epipactis atrorubens		(+)		+					1(+)	Braunrote Sumpfwurz
Aster bellidiastrum	(+)					1			1(+)	Alpenmaasslieb
Cirsium oleraceum						(+)	+		1(+)	Kohldistel
Silene nutans		(+)	+						1(+)	Nickendes Leimkraut

Erklärungen zu Tabelle 1. Ist eine Art für mehrere Schichten aufgeführt, so ist die Gesamtstetigkeit bei der zuerst genannten Schicht angegeben. Abkürzungen: (B) Kronen der Buche über die Fläche hineinragend; g gepflanzt; j Jungpflanze (bei Baumarten in der Krautschicht nicht besonders aufgeführt); St. Stetigkeit; r nur Einzelexemplar; (+), (1) ausserhalb der Fläche vorkommend; +°, 1° Kümmerform, verringerte Wuchskraft.

tenen Berberitze Kleinflächen mit *Schoenus nigricans* eingestreut sind, die nicht zu dieser Gesellschaft gehören. Das Pfeifengras beherrscht hier die Krautschicht. Im Kontakt zu Fläche 5 kommt auf überrieseltem Tuff eine moosreiche Gesellschaft mit *Aster bellidiastrum* und *Gentiana asclepiadea* vor, die vermutlich zum *Cratoneurion* gehört und noch zu beschreiben ist. In den Flächen 6–8 fehlt die Baumschicht, die Deckung der Strauchschicht ist gering. Die Pionierart *Tussilago farfara* weist darauf hin, daß diese Bestände vor wenigen Jahren durch Abrutschen verjüngt worden oder entstanden sind. Fläche 4 schließlich ist eine sehr kleine, steile Abrutschfläche im Buchenwald, die von den umstehenden Bäumen beschattet wird.

Betrachten wir die gesamte Tabelle, so besitzt nur *Carex flacca* die höchste Stetigkeit 8. Auch bei einer Gesamtbetrachtung sämtlicher Aufnahmen aus der Schweiz hat diese Art die höchste Stetigkeit. Höchstet sind ferner *Calamagrostis* und *Molinia*, die stetigsten Kennarten des Pfeifengras-Föhrenwaldes nach ETTER (1947), sowie *Eupatorium*, der Wasserdost, welcher gern Stellen besiedelt, wo der Rutschhang nach oben an ein Felsband über einer wasserdichten Schicht anstößt, aus dem Wasser austritt. Die Wasserdostbestände konnten nicht aus den Aufnahmeflächen ausgegrenzt werden. *Salix appendiculata* ist in der Strauchschicht verbreitet und ragt gelegentlich (in der Tabelle nicht erfasst) in die Baumschicht empor.

3.3. Junge Pionierflächen und Alterung

Zum Vergleich mit den Flächen 6–8 sei die Vegetation eines Mergelhanges dargestellt, der vor 2–3 Jahren abgerutscht und noch nicht zur Ruhe gekommen ist. Hier finden sich viele zufällige Erstansiedler, Acker- und Grünlandpflanzen, die bald wieder verschwinden, ähnlich wie schon von KUHN (1937:179) gezeigt.

Nr. 9. 21.8.1982 (581 320/183 880). Aktiver Mergelrutschhang oberhalb des rechten Ufers des Galternbachs, schon im Bereich der unteren Süßwassermolasse. Wanderweg zur Ameismühle. Größe: etwa 50 m², Höhe: etwa 580 m, Exposition: SSE, Hangneigung 45–50°. Nur Krautschicht, Deckung 45–50%. Bodeneigenschaften siehe Tab. 2. Holzarten: *Salix* cf. *appendiculata* (70 cm hoch) +, *Salix* sp. j. +, *Sorbus aucuparia* K. +, *Acer pseudoplatanus* K.+. Krautarten: *Tussilago farfara* 3.2, *Inula conyza* +.2, *Trifolium pratense* +.2, *Fragaria vesca* +.2, *Poa annua* +.2, *Galeopsis tetrahit* +, *Taraxacum officinale* +, *Plantago maior* +, *Viola arvensis* +, *Epilobium montanum* +, *Melandrium album* +, cf. *Chenopodium album* +, *Impatiens noli-tangere* +⁰, *Stellaria media* +⁰, *Campanula persicifolia* r., *Campanula trachelium* r., *Rubus idaeus* (+).

Am östlichen Rand war diese Fläche stärker konsolidiert, mehr beschattet, und ging in ein Gebüsch über: *Quercus robur* (Str.) +, *Rubus idaeus* +, *Inula conyza* 2.2, *Eupatorium cannabinum* 1.2, *Fragaria vesca* 2.2, *Digitalis grandiflora* +.

Als nächstältere Pionierflächen wären ungefähr der Reihe nach die Aufnahmen Nr. 7, 6, 8 der Tabelle 1 anzusehen. Hier sind neben den hochsteten Arten auch Waldpflanzen wie *Knautia dipsacifolia* und *Galium sylvaticum* hinzugekommen. Aufnahme 8 steht den Kernaufnahmen durch das Vorkommen von *Salix appendiculata*, *Origanum vulgare* und *Rubus caesius* näher, während Fläche 6 mit diesen einige Buchenwaldarten gemeinsam hat. Durch das Fehlen von *Molinia* erweist sich diese zweitkleinste Fläche als ebenso rudimentär wie die kleinste Fläche 4. Beide können nur mit Vorbehalt in die Tabelle eingegliedert werden.

3.4. Bodenbeschaffenheit

In allen sechs untersuchten Probeflächen wurde Carbonat festgestellt, nämlich zwischen 8,5 und 54% umgerechnet auf reines CaCO₃ (Tab. 2). Innerhalb Fläche 2 wurden 2 Proben entnommen, die als 2a und 2b bezeichnet werden. Tuffbrocken aus Fläche 2b enthielten 92% Gesamtkarbonat. Tabelle 2 zeigt auch die Zusammensetzung aus den verschiedenen Mineralien. Nur in Fläche 1 (höchster Calcitanteil) wurde ganz wenig Dolomit gefunden. Die Dolomitschätzungen mit der Carbonatbombe aufgrund der verzögerten CO₂-Entwicklung erwiesen sich als zu hoch und wurden daher nicht mit angegeben, sie lagen auch für diese Fläche mit 5,5% am höchsten; in Wirklichkeit dürfte hier der Gehalt 2–3% betragen. Der Humusgehalt im Oberboden war je nach Hangneigung und verstrichener Zeit seit der letzten

Aufnahme Nr.	5	2a	2b	3	1	8	4	9
pH-Wert	8,0	7,8	7,7	8,3	8,1	8,0	8,2	8,3
Gesamtkarbonat(%v. CaCO ₃)	13,5	28	54	8,5	36,5	11	10	6,3
Röntgen-Phasenanalyse*								
Quarz	2			2	2	2	2	2
Kalzit	1			1	2	1	1	1
Dolomit	-			-	+	-	-	-
Plagioklas	2			2	1	1	1	2
Kalifeldspat	1			1	1	1	1	1
Illit	1			1	1	1	1	1
Fe-Chlorit	1			1	1	1	1	1
Mixed-layers	-			?	1?	1?	1?	1?

Tab. 2: Eigenschaften der aufgesammelten Bodenproben. Anordnung, soweit vorhanden, wie in Tabelle 1. 2a, 2b = verschiedene Proben aus Aufnahme 2; 9 = Pionierfläche. *Röntgen-Phasenanalyse: 2 = viel, 1 = wenig, + = sehr wenig, - = nicht gefunden, 1? = wenn, dann wenig.

Bodenbewegung verschieden und ist bei den einzelnen Aufnahmen angegeben. Im allgemeinen handelt es sich um lockere, unter der Oberflächenschicht humusarme, oben gut durchwurzelte Böden von stark wechselnder, aber doch meist guter Wasserführung.

Als ausgesprochen stark mergelhaltig wurden die Böden der Flächen 1, 6, 7, 8, 9 angesprochen. Diese zeichnen sich durch das Vorkommen von *Tus-silago* aus, mit Fläche 4 zusammen auch noch durch die eingerahmte Arten-gruppe von *Knautia dipsacifolia* (Ton- oder Lehmzeiger, OBERDORFER, 1983).

4. Diskussion

4.1. Vergleich der aufgefundenen Vegetation mit bisherigen Aufnahmen

Die Kernaufnahmen (1–3) lassen sich dem Buntreitgras-Föhrenwald (*Calamagrostis varia*-Pinetum OBERDORFER 1957) zuordnen, das einem Teil des nicht ganz homogenen «Pfeifengras-Föhrenwaldes» (*Molinio-Pinetum* SCHMID 1936)³ entspricht. Die letztgenannte Bezeichnung wurde auch deswegen nicht beibehalten, weil *Molinia* in den verschiedensten *Erico-Pinion*-Gesellschaften vorkommt. Die Verbindung zu den Vegetationstabellen der in der Einleitung zitierten Autoren ergibt sich besonders durch die Arten *Pinus silvestris*, *Salix appendiculata*, *Sorbus aria*, *Calamagrostis varia*, *Molinia arundinacea*, *Epipactis atrorubens*. Häufiger als dort kommen in unseren Aufnahmen vor: die Robinie, die vielleicht erst neuerdings in diese Gesellschaft eindringt, *Rubus caesius* und besonders *Eupatorium*, der Wasserdost, der vereinzelt in den Aufnahmen von SCHMID (1936), FABIJANOWSKI (1950) und LANG (1973) auftritt. Eine Besichtigung im von LANG erfaßten Gebiet am 17. Juni 1983 zeigte, daß *Eupatorium* hier mitten in die *Molinia*-Bestände hineingeht und nicht als zufällig am Rande einer Probefläche hineingeratene Art anzusehen ist. Allerdings fehlt *Calamagrostis varia* in der Tabelle von LANG. Unsere Bestände könnten als eine artenarme *Eupatorium*-Variante des Buntreitgras-Föhrenwaldes gewertet werden.

4.2. Fehlende Arten im Vergleich mit bisherigen schweizerischen Aufnahmen

Ein tabellarischer Vergleich mit den Aufnahmen von ETTER (1947), FABIJANOWSKI (1950, feuchte Ausbildung I und II), ZOLLER (1951) und

³ Im Gegensatz dazu weicht das *Molinio-Pinetum* SCHMID 1936 em. SEIBERT 1962 von der hier betrachteten Gesellschaft stark ab. Es wurde bei OBERDORFER seit der 4. Auflage (1979) nicht mehr aufgeführt, da es zu anderen dort erwähnten Pineten zu stellen ist.

REHDER (1962) zeigt, daß viele Arten, die in 4 oder 3 Tabellen der 4 genannten Arbeiten vorkommen, in unseren Aufnahmen fehlen. Es fehlen Arten, darunter «Assoziationskennarten» (AC), die (1) in der näheren Umgebung Freiburgs nicht vorkommen (*Juniperus communis*, *Laserpitium latifolium*, *Phyteuma orbiculare* (AC), *Leontodon hispidus* ssp. *hyoseroides*, *Amelanchier ovalis*, *Cirsium tuberosum*, *Polygonatum odoratum*, *Pinus mugo* s. l., *Cotoneaster* sp. und wohl auch *Gymnadenia odoratissima* (AC), die nur in einer der 4 genannten Listen erscheint); (2) Arten, die in Freiburgs Umgebung von 1 oder 2 Punkten in der Literatur erwähnt, jedoch nicht zu erwarten sind (*Festuca amethystina*, *Sesleria varia*, *Anthericum ramosum*, *Polygala chamaebuxus*, *Carduus defloratus*, *Carex humilis* (AC, nur in einer der 4 Listen); oder (3) Arten, die in Freiburgs Umgebung vorkommen, aber in unseren Aufnahmen nicht oder kaum angetroffen wurden. Diese lassen sich einteilen in solche, die (3a) nur auf weniger bewegtem Boden an sonnigen, trockenen Hängen gefunden wurden (*Carex ornithopoda*, *Thymus serpyllum* s. l.); (3b) die in unserer Höhenstufe in nicht durch Erdbeben gestörten Hangsümpfen oder Feuchtwiesen gefunden wurden (*Succisa pratensis* (AC), *Gymnadenia conopsea*, *Tofieldia calyculata*, *Linum catharticum*); oder die (3c) eher Buchenwaldpflanzen (*Prenanthes purpurea*) oder Gründlandpflanzen sind (*Chrysanthemum leucanthemum* s. l.). Alle übrigen den Freiburger Aufnahmen fehlenden Arten kommen nur in einer oder zwei der vier oben erwähnten Tabellen vor.

4.3. Die besondere geographische und pflanzensoziologische Situation der Freiburger Flächen

Südwestlich von Freiburg liegen die 3 Aufnahmen von ETTER und MORIER-GENOUD (1963) im Kanton Genf (Karte 1). Gegenüber den Aufnahmen in der Nordostschweiz ist dort das «*Molinio-Pinetum*» weniger ausgeprägt, enthält aber eine Anzahl wärmeliebender Arten, die in Freiburg fehlen, entsprechend seiner Lage in der Hügelstufe (400 m).

Das nächstgelegene gründlicher analysierte Gebiet ist die Umgebung des Weißensteins im Solothurner Jura (ZOLLER, 1951). Hier tritt in 900–1215 m Höhe die Bergföhre hervor, ebenso die subalpine Artengruppe *Carex sempervirens*, *Thesium alpinum*, *Gentiana lutea* und *Aster bellidiastrum*, das Alpenmaßlieb, das in der Freiburger Höhenlage unter Felsvorsprüngen oder auf zeitweilig überrieseltem Fels und Tuff seine Zuflucht findet, in Tab. 1 mit geringer Stetigkeit vorkommt, jedoch den Kernaufnahmen fehlt.

Besser vergleichbar ist die Höhenlage einiger von RICHARD (1965) im Neuenburger Jura kartierten Flächen aus den Gorges de l'Areuse (5 Aufnahmen aus der Höhenlage von 500–540 m aus einer unveröffentlichten Tabelle). Die Freiburger Aufnahmen zeichnen sich demgegenüber durch *Salix*

appendiculata aus, die in derselben Tabelle von RICHARD in Aufnahmen aus 700 m Höhe und höher vorkommt. Dafür fehlen in Freiburg aber all die wärmeliebenden Arten des Jura wie *Acer opalus*, *Sorbus torminalis*, *Colutea arborescens*, *Peucedanum cervaria*, *Melittis*, *Teucrium chamaedrys*, *Coronilla coronata*, *Primula vulgaris* und mehrere der schon in Abschnitt 4.2. erwähnten Arten. Alle diese fehlen auch fast vollständig in den beiden Aufnahmen von RICHARD aus 700 und 740 m Höhe (Côtes du Champ de Moulin?), deren Artenzahlen (je 32 Gefäßpflanzen) denen der Freiburger Kernaufnahmen etwa entsprechen. Diese beiden Aufnahmen haben mit den drei höchstgelegenen Flächen am Creux du Van (990–1090 m) das Fehlen von *Molinia* sowie das Vorkommen einiger Bergpflanzen gemeinsam: *Gentiana lutea*, *Aster bellidiastrum*, *Thesium alpinum*, *Centaurea montana*, aber auch *Gentiana ciliata*, *Tofieldia calyculata*, *Amelanchier ovalis*, die den Freiburger Flächen fehlen. In den drei höchstgelegenen Flächen wächst *Carex sempervirens*, und *Pinus sylvestris* ist durch *Pinus mugo* ersetzt («*Calamagrostio-Pinetum mugii*»). ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) rechnen diese 3 Flächen zusammen mit denen von ZOLLER (1951) zu einem neu abgetrennten «*Cirsio tuberosi-Pinetum montanae*», das sich durch die größere Höhenlage von den Freiburger Flächen deutlich unterscheidet. Für unsere Flächen mit ihrer rudimentären Artenkombination gelang dagegen keine eindeutige Unterscheidung zwischen dem «*Molinio-Pinetum silvestris*» und dem «*Cephalanthero-Pinetum silvestris*» von ELLENBERG und KLÖTZLI (1972), wenn sich auch in den Kernaufnahmen eine Tendenz zum anspruchsvolleren *Cephalanthero-Pinetum* zeigte. Eine klare Scheidung dieser beiden Assoziationen aufgrund der publizierten Steten-Kombinationen dürfte wohl kaum irgendwo in der Schweiz einfach sein. Unsere Aufnahmen haben durch das Vorkommen von *Coronilla emerus* und anderen Arten auch gewisse Beziehungen zu den Föhrenwäldern der Innerschweiz auf Kalk (*Fraxino-* und *Knautio silvaticae-Pinetum silvestris*), die SCHWEINGRUBER (1974) beschrieben hat.

Sieht man von den Genfer Aufnahmen ab, so befinden sich die Freiburger Bestände am Südwestrand des bisher bekannten Verbreitungsgebiets des Buntreitgras-Föhrenwaldes im Schweizerischen Mittelland. Wie bei anderen Pflanzengesellschaften bestätigt sich offenbar die Regel, daß am Rande des (klimatisch bedingten) Verbreitungsgebiets die edaphischen Faktoren (Hangneigung, Bodenbewegung, Wechselfeuchtigkeit) extremer ausgebildet sein müssen, um eine Zugehörigkeit zur Gesellschaft noch erkennen zu lassen. Durch diese verschärften Bedingungen wiederum werden anscheinend Arten ausgeschlossen oder anteilsmäßig verringert, die einen weniger häufig bewegten Boden benötigen (z. B. *Tofieldia calyculata*, *Carex ornithopoda*, aber wohl auch *Campanula cochleariifolia*). Andererseits fallen aus pflanzengeographischen Gründen viele Arten der «Waldsteppe» aus, die

aber in ihrem Hauptverbreitungsgebiet auch in andere Föhrenwälder eintreten und daher nicht charakteristisch für den Buntreitgras-Föhrenwald sind.

Der Verfasser hatte noch keinen Zugang zu den steilsten Felsen an den Schluchtoberkanten der Saane und des Galternbachs. Vermutlich sind hier keine größeren Bestände des Buntreitgras-Föhrenwaldes zu finden. Dagegen stockt auf wenig bewegtem Grund (Molassefels) ein Föhrenwald mit *Coronilla emerus*, *Sorbus aria*, *Hippocrepis comosa*, *Carex ornithopoda* und *montana*, der vielleicht bei uns Gesellschaften wie das *Cytiso nigricantis* - *Pinetum* BR.-BL. 32 oder das *Coronillo-Pinetum* (RICHARD 1972) in viel ärmerer Form vertritt und vorläufig als Strauchwicken-Föhrenwald bezeichnet werden soll.

Diese kleine Studie möchte das Aufspüren weiterer ähnlicher Flächen im westlichen Schweizer Mittelland anregen, um eine umfassendere Tabelle dieser verhältnismäßig seltenen, aber vermutlich weit verbreiteten Gesellschaft aufzustellen, damit sie besser charakterisiert werden kann.

Danksagung

Die Herren Prof. Dr. Frank Klötzli, Zürich, Prof. Dr. Theo Müller, Nürtingen, Prof. Dr. Jean-Louis Richard, Neuenburg, und Dr. h. c. Ruben Sutter, Bern, haben die Ergebnisse mit mir diskutiert. Prof. Richard überließ mir unveröffentlichte Vegetationsaufnahmen aus dem Jura. Herr Prof. Dr. Marino Maggetti, Freiburg, verhalf mir zu den Analysen der Bodenproben im Pulverdiffraktometer. Frl. Beatrice Irlet, Bern, bestimmte mir mehrere Moosproben. Allen Genannten danke ich ganz herzlich.

Zusammenfassung

Die Vegetation der Mergelsteilhänge wird durch periodisches Abrutschen des Bodens nach starken Niederschlägen bestimmt. Von einem Pionierstadium ausgehend erfolgt eine Wiederbewaldung, die sich in Richtung auf einen Hangbuchenwald bewegen kann. Die Freiburger Flächen in einer Höhenlage von 600 m werden als artenarme Ausbildungen eines Buntreitgras-Föhrenwaldes (*Calamagrostio variaie* - *Pinetum*, früher *Molinio-Pinetum*) gedeutet. Die Deckung in der Baumschicht ist relativ gering, die Hangneigung groß, die Bodenbewegung häufig. Am Südwestrande des klimatisch bedingten Verbreitungsgebietes müssen die vorgenannten Faktoren offenbar extremer ausgebildet sein, um noch einen Anklang an diese Gesellschaft zu zeigen, die im Osten der Schweiz viele zusätzliche Arten des «Steppenheidewaldes» im Sinne von Robert Gradmann enthält.

Résumé

Promenades botaniques aux alentours de Fribourg (Suisse). 2. La végétation des pentes marneuses raides aux environs de la ville: une variante pauvre en espèces de la pinède à Calamagrostide bigarrée?

La végétation de ces pentes raides est déterminée par les glissements de terrain périodiques après des fortes précipitations. Procédant d'un stade pionnier suit un reboisement qui peut aller en direction d'une hêtraie à laïche blanche. Les relevés de Fribourg, à une altitude autour de 600 m, sont interprétés comme des variantes très pauvres d'une pinède à Calamagrostide bigarrée (anciennement Pinède à Molinie). Le recouvrement de la strate arborescente est relativement petit, la pente est forte et les mouvements du sol sont fréquents. Au bord sud-ouest de l'aire conditionnée par le climat, les facteurs précités doivent apparemment être plus développés pour pouvoir montrer encore une ressemblance à cette association qui, en Suisse orientale, contient beaucoup d'espèces supplémentaires du «Steppenheidewald» au sens de Gradmann.

Summary

Botanical strolls in the environs of Fribourg (Switzerland). 2. The vegetation of the steep marl slopes near the town: a poor variety of the Calamagrostio variaie-Pinetum?

The vegetation of these slopes is determined by the periodical sliding of the soil after heavy rainfalls. Starting from a pioneer stage, a re-establishment of the wood occurs which may develop into a *Carici-Fagetum*. The relevés of Fribourg (altitude about 600 m) are interpreted as very poor variants of the *Calamagrostio variaie-Pinetum* (the former *Molinio-Pinetum*). The cover degree of the tree layer is comparatively small, the slope is steep, and the movement of the soil is frequent. These qualities apparently must be formed more extremely at the south-west border of the distribution area of this association in order to make it still perceptible. In eastern Switzerland it contains many additional species of the southeast oriented «Steppenheidewald» of R. Gradmann.

Literatur

- CRAUSAZ, C. U.: Géologie de la région de Fribourg. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. 48, 5–118 (1959).
- DAFIS, S. A.: Struktur- und Zuwachsanalysen von natürlichen Föhrenwäldern. Beitr. geobot. Landesaufnahme Schweiz 41 (1962).
- ELLENBERG, H., und KLÖTZLI, F.: Waldgesellschaften und Waldstandorte in der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswesen 48, 589–930 (1972).
- ETTER, H.: Über die Waldvegetation am Südostrand des schweizerischen Mittellandes. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswesen 25, 141–210 (1947).
- – , et MORIER-GENOUD, P.-D.: Etude phytosociologique des forêts du canton de Genève. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswesen 39, 113–148 (1963).

- FABIJANOWSKI, J.: Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Exposition, Relief, Mikroklima und Vegetation in der Fallätsche bei Zürich. Beitr. geobot. Landesaufnahme Schweiz 29 (1950).
- GRADMANN, R.: Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb, Bd. 1, 4. Aufl. Schwäb. Albverein: Stuttgart 1950.
- KUHN, K.: Die Pflanzengesellschaften im Neckargebiet der Schwäbischen Alb. Hohenlohesche Buchhdlg. Ferd. Rau: Öhringen 1937.
- KUHN, N. C.: Natürliche Waldgesellschaften und Waldstandorte der Umgebung von Zürich. Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel 40 (1967).
- LANG, G.: Die Vegetation des westlichen Bodenseegebiets. Pflanzensoziologie 17. Fischer: Jena 1973.
- MÜLLER, G., and GASTNER, M.: The «Karbonat-Bombe», a simple device for the carbonate content in sediments, soils and other materials. N. Jb. Miner., Mh. 1971, 466–469.
- NIEDERMAIER, K.: Zur Problematik der siebenbürgischen Waldsteppe. Tuexenia (Göttingen) 3, 241–258 (1983).
- OBERDORFER, E.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziologie (Jena) 10 (1957).
- – : Pflanzensoziologische Exkursionsflora, 4. Aufl. Ulmer: Stuttgart 1979.
- – : Pflanzensoziologische Exkursionsflora, 5. Aufl. Ulmer: Stuttgart 1983.
- REHDER, H.: Der Girstel – ein natürlicher Pfeifengras-Föhrenwaldkomplex am Albis bei Zürich. Ber. Geobot. Inst. ETH Rübel 33, 17–64 (1962).
- RICHARD, J.-L.: Extraits de la carte phytosociologique des forêts du canton de Neuchâtel. Beitr. geobot. Landesaufnahme Schweiz 47 (1965).
- – : La végétation des crêtes rocheuses du Jura. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 82, 68–112 (1972).
- SCHMID, E.: Die Reliktföhrenwälder der Alpen. Beitr. geobot. Landesaufnahme Schweiz 21 (1936).
- SCHWEINGRUBER, F. H.: Föhrenwälder im Berner Oberland und am Vierwaldstätter See. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 83, 175–204 (1974).
- SEIBERT, P.: Die Auenvvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. Landschaftspflege und Vegetationskunde Heft 3. Bayr. Landesst. f. Gewässerkunde: München 1962.
- WELTEN, M., und SUTTER, R.: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz, 2 Vol. Birkhäuser: Basel – Boston – Stuttgart 1982.
- ZOLLER, H.: Das Pflanzenkleid der Mergelsteilhänge im Weißensteingebiet. Beitrag zur Kenntnis natürlicher Reliktvegetation in der montan-subalpinen Stufe des Schweizerjuras. Ber. Geobot. Forschungsinst. Rübel f.d.J. 1950, 67–95 (1951).

Botanische Spaziergänge um Freiburg im Üchtland

3. Notiz zum Ulmensterben

von JOACHIM WATTENDORFF,
Institut für Botanische Biologie der Universität,
CH-1700, Freiburg (Schweiz)

Die Bergulme (*Ulmus glabra* HUDS. var. *scabra* (MILL.) LINDQ. = *U. scabra* MILLER) ist in der Umgebung von Freiburg sehr häufig. Sie kommt in den Buchenwäldern, besonders auch den Hangbuchenwäldern (*Carici-Fagetum*) der Höhenstufe um 600 m, mit hoher Stetigkeit vor. Auch im Ahorn-Eschenwald der nordexponierten Hänge ist sie zu finden. Andere wild vorkommende Ulmenarten sind in Freiburgs Umgebung nicht nachgewiesen. Es ist nicht mit Sicherheit kontrolliert, ob die Feldulme (*Ulmus minor* MILL. = *U. carpinifolia* GLED. = *U. campestris* L. em. HUDS.) stellenweise vereinzelt in der Saaneau bis Freiburg heraufsteigt oder früher heraufgestiegen ist. Entsprechend ist ihr Vorkommen bei Freiburg im Atlas von WELTEN und SUTTER (1982) nicht vermerkt. MOOR (1958), der in der Saaneau zahlreiche Vegetationsaufnahmen bis hinauf zur Magdalena (525 m ü. M.) westlich von Räsch und Wittenbach vor 1956 angefertigt hat, verzichtet in den Tabellen des *Pado-Coryletum* und *Fraxino-Ulmetum* auf die Trennung von *Ulmus glabra* und *minor*. Unter Hinweis auf die außerordentliche Schwierigkeit der systematischen Abgrenzung betont er, daß ihm die Unterscheidung der beiden Arten in den Flußauen nicht restlos gelungen ist. Er gibt an, daß die Feldulme da und dort in den alpenfernsten Flußauen des Schweizer Mittellandes anzutreffen, die Bergulme aber auch dort häufiger sei. Alle Aufnahmeflächen MOORS von unterhalb Freiburg liegen seit 1962 unter dem Spiegel des Schifflensees. In der Senseau bei Flamatt kommt ein mehr oder weniger natürlich erscheinender Waldbestand aus Feldulmen vor (Kantonsförster Brühlhart). In der Stadt sind neben der Bergulme auch andere Ulmenarten angepflanzt. So wächst eine Flatterulme (*Ulmus laevis* PALL. = *U. effusa* WILLD.) an der alten Straße von Freiburg nach Bürglen, etwa 80 m außerhalb des Bürglentors, kurz vor der Abzweigung des Weges zum Breitfeld.

Das Ulmensterben oder die Holländische Ulmenkrankheit trat in Europa zum erstenmal 1917 in den Niederlanden auf (WALIYAR und ZAMBETTAKIS, 1981). Der erste Seuchenzug, der Mitteleuropa in den zwanziger und dreißiger Jahren heimsuchte, erreichte Freiburg vermutlich erst um 1944. Am 6. Februar 1945 gestattete der Freiburger Gemeinderat das Fällen von 10 kranken Ulmen am Chemin des Bonnesfontaines. Die ersten großen Ulmen an der Allee zwischen Bürglen und Mertenlach (Marly) wurden zwischen 1946 und 1948 gefällt; der Freiburger Gemeinderat stellte am 5. Juli 1949 im Zusammenhang mit dem Fällen von Ulmen in Bürglen auf dem Grundstück von M. Raoul de Diesbach fest, daß die Ulmen allgemein erkrankt seien, weswegen er schon einige Jahre zuvor ein Gutachten beim Eidgenössischen Forstinspektor angefordert hätte. Auch das häufige Vorkommen von etwa 30–40jährigen Stockausschlägen der Ulme in Gebüsch und Parkanlagen spricht für einen Seuchenzug um diese Zeit.

Der sogenannte Ulmenplatz (place des Ormeaux) in Freiburg war Anfang des 19. Jahrhunderts mit Linden bepflanzt. Im Jahre 1837 wurde er «la place des Tilleuls» genannt¹. Schon im März 1859, also mehr als ein Jahr vor der Aufstellung des Denkmals von Pater Girard, hieß er «La petite promenade des Ormeaux»². Die heutigen Bäume auf diesem Platz sind Linden verschiedener Provenienzen. Die ältesten noch lebenden Bäume stehen dem «Restaurant des Arcades» am nächsten und mögen etwa hundert Jahre alt sein. Um die Jahrhundertwende waren sie schon etwas herangewachsen und wurden somit vermutlich um 1880 gepflanzt. Die früher auf der Seite der Rue du Pont-Muré wachsende Doppelreihe und einige andere Bäume waren damals deutlich älter und könnten um 1860 gepflanzt worden sein. Ob es sich hier um Ulmen handelte, ist noch nicht geklärt. Bei der Verkleinerung des Platzes wurde die Doppelreihe etwa um 1940 durch eine einfache Reihe von Linden ersetzt³. Ein Zusammenhang zwischen der Bepflanzung des Platzes und der Ulmenkrankheit ist somit nicht erkennbar.

Seit meiner Ankunft 1962 hatte ich im Kanton Freiburg nur gesunde Ulmen gesehen und war von ihrer stattlichen Größe und Vitalität beeindruckt. Demnach hat der erste Seuchenzug nicht alle unsere Ulmen erfaßt. Die Erholung muß relativ rasch erfolgt sein, da auch die Stockausschläge nicht wieder erkrankten. Erst vor vier Jahren tauchte die Krankheit wieder

¹ Une Promenade dans Fribourg. Souvenirs Suisses (Hrsg. A. Briquet et J. Labastrou). Fribourg en Suisse (ca. 1837). Avec Plan de Fribourg. 1837.

² Le Confédéré, Journal des démocrates fribourgeois. Jeudi, 31 mars 1859, N° 39, p. 2, sous: Chronique locale.

³ Fotografien aus der Sammlung des Städt. Bauamtes von 1934, 1943, 1951 und undatiert (nach 1946) sowie Postkarten von 1890–1968 aus den Sammlungen Gérard Bourgarel und Hélène Demierre.

auf: In der Stadt angepflanzte Ulmen mußten gefällt werden. Nachdem voriges Jahr tote und absterbende Bäume in den Saaneauen zu beobachten waren, bricht das Ulmensterben nun massiv in naturnahe Bestände ein. In den Gebüsch des Palatinats (Abb. 1) hat sich die Krankheit stark ausgebreitet und gelangt von dort aus in die Waldhänge, die zum linken Ufer des Schifflensees abfallen. Im Bereich des Eisenbahnviadukts Grandfey sieht man an den südexponierten Hängen über dem rechten Ufer noch keine Schäden. Von der Saaneau hat die Krankheit auf die Hänge des Stadtbergs am rechten Ufer übergegriffen. Es ist zu befürchten, daß in den nächsten Jahren die Mehrzahl der Ulmen absterben wird, und daß wir erst dann erkennen werden, wie reich unsere Wälder an dieser prächtigen Baumart waren. Sind diese Befürchtungen berechtigt?

Das Ulmensterben wird durch einen Pilz erzeugt, der sich in den Wasserleitgefäßen entwickelt (HEGI, 1958, 1981; STROBEL und LANIER, 1981). Durch Ausscheiden von sogenannten Welketoxinen wird der Wassertransport gestört, vielleicht auch durch degradierte Pilzhyphen und Zellwände behindert. Schließlich wachsen die benachbarten Holzparenchymzellen in die Gefäße hinein und verschließen sie. Diese Thyllenbildung folgt erst auf den Welkevorgang, kann also wohl nicht als dessen Ursache angesehen werden (OUELLETTE, 1978, 1980, 1981). Der Pilz heißt *Ceratocystis ulmi* (BUISM.) C. MOREAU und gehört zu den Ophiostomataceae (Microascales, Ascomycetes). Die Pilzsporen werden in Europa durch den Kleinen und Großen Ulmensplintkäfer (*Scolytus multistriatus* MARSH. und *S. scolytus* FABR.) verbreitet (HEYBROEK et al., 1982).

In den sechziger Jahren wurde Europa von einem neuen Seuchenzug erfaßt, der von einer besonders aggressiven, aus Nordamerika angekommenen Pilzrasse verursacht sein muß, denn diesmal wurden auch Ulmenklone krank, die beim ersten Seuchenzug widerstanden hatten (WALIYAR und ZAMBETTAKIS, 1981; BUTIN, 1983). Verheerende Schäden in Südengland wurden vom Verfasser 1976 beobachtet. Erstmals in der fünften Auflage von OBERDORFER (1983) findet sich der Vermerk, daß die Bergulme «neuerdings auch vom Ulmensterben betroffen» ist. Das unterstellt, daß man diese Art während des ersten Seuchenzuges für relativ resistent gehalten hat⁴. Obwohl bisher vornehmlich die obenerwähnten etwa vierzigjährigen Stockausschläge erkrankt sind, die vermutlich von den beim letzten Seuchenzug erkrankten Ulmen stammen, ist diesmal eine viel weiter gehende Schädigung zu erwarten. Nach einem Bericht der Stadtforstverwaltung Murten sind schon sehr große Schäden aufgetreten, und man erwartet dort eine komplette

⁴ ZIMMERMANN (1984) gibt dagegen an, die Bergulme gelte als besonders anfällig. Vielleicht gilt dieses besonders für den zweiten Seuchenzug?



Abb. 1: Absterbende Ulme im Palatinat. Die unteren Zweige sind abgestorben, etwas oberhalb der Bildmitte sind die eingerollten, vertrockneten Blätter an den Zweigen geblieben, andere Zweige tragen noch grüne, manchmal auch vergilbende Blätter. Anfang September 1984.

Ausrottung der Ulmen ⁵. Allerdings kommt in Murten auch die schon früher stärker gefährdete Feldulme vor. Bisher bekannte Bekämpfungsmaßnahmen (Fällen und sofortiges Verbrennen der Bäume, Einfangen und Vernichten der Käfer) haben in Freiburg wegen der zu großen Häufigkeit der Ulmen kaum Aussicht auf Erfolg, zudem würden sie schon zu spät kommen. Somit ist für die Bergulmen in Freiburg Schlimmes zu befürchten, zu einem Zeitpunkt, an dem auch die ersten Weißtannen und andere Koniferen in der Stadt unverkennbare Merkmale einer Erkrankung zeigen. Man wird die weitere Entwicklung aufmerksam verfolgen müssen.

Danksagung

Für bereitwillige Auskünfte dankt der Verfasser den Herren Forst-Ing. ETH Anton Brühlhart, Kantonsförster; Jakob Gauch, früherer Leiter des Botanischen Gartens; Jean-Marc Schaller, arch. ETS, Stadtarchitekt; Jean Wieland, Stadtgärtner.

Zusammenfassung

Der neuerliche Seuchenzug der Holländischen Ulmenkrankheit wird vor dem Hintergrund der Verbreitung unserer Ulmenarten und eines vorausgegangenen Seuchenzuges in den Vierziger Jahren dargestellt. Eine aggressivere Pilzrasse bedroht nunmehr auch die in Freiburg häufige Bergulme.

Résumé

Promenades aux alentours de Fribourg (Suisse). 3. Notice concernant la maladie hollandaise de l'orme.

La reprise de propagation de cette maladie est décrite dans le contexte de la répartition de nos espèces d'ormes et d'une propagation antérieure aux années quarante. Une souche plus virulente du champignon menace cette fois aussi l'orme commun, très répandu à Fribourg.

Summary

Botanical strolls in the environs of Fribourg (Switzerland). 3. Note on the Dutch elm disease.

The recent spreading of this disease is described before the background of the distribution of the different elm species and of an earlier extension of the disease in the forties of this century. A more aggressive strain of the fungus now threatens also the existence of the wych elm (mountain race) which is common at Fribourg.

⁵ Murten: Aus dem Gemeinderat. Ulmensterben in städtischen Anlagen. Freiburger Nachrichten, 121. Jahrgang, Nr. 233, p. 10 (6. Oktober 1984).

Literatur

- BUTIN, H.: Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Thieme: Stuttgart 1983.
- HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Band 3, Teil 1, p. 252. 2. Aufl., München 1958, 3. Aufl. Berlin 1981.
- HEYBROEK, H. M., ELGERSMA, D. M., und SCHEFFER, R. J.: Der stille Tod der Ulmen. Umschau 82, 154–158 (1982).
- MOOR, M.: Pflanzengesellschaften schweizerischer Flußauen. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswesen 34, 221–360 (1958).
- OBERDORFER, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora, 5. Aufl. Ulmer: Stuttgart 1983.
- OUELLETTE, G. B.: Fine structural observations on substances attributable to *Ceratocystis ulmi* in American elm and aspects of host cell disturbances. Can. J. Bot. 56, 2550–2566 (1978).
- – : Occurrence of tyloses and their ultrastructural differentiation from similarly configured structures in American elm infected by *Ceratocystis ulmi*. Can. J. Bot. 58, 1056–1073 (1980).
- – : Ultrastructural cell wall modifications in secondary xylem of American elm surviving the acute stage of Dutch elm disease. Can. J. Bot. 59, 2411–2424; 2425–2438 (1981).
- STROBEL, G. A., and LANIER, G. N.: Dutch elm disease. Sci. Amer. 245 (2), 40–50; 122 (1981).
- – : La maladie hollandaise de l'orme. Pour la Science 48, 40–51 (1981).
- WALIYAR, F., et ZAMBETTAKIS, C.: Commentaire. Pour la Science 48, 51 (1981).
- WELTEN, M., und SUTTER, R.: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz, 2 Vol. Birkhäuser: Basel – Boston – Stuttgart 1982.
- ZIMMERMANN, G.: Ulmensterben: Resistente Ulmensorten und Stand der biologischen Bekämpfung. Deutsche Baumschule (Aachen) 36, 448–449 (1984).