

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 120 (1969)

Heft: 3-4

Artikel: Die Bestandesverhältnisse im Waldreservat "Girstel" bei Gamlikon im Reppischtal

Autor: Eiberle, K.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767725>

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: 12.01.2026

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

Die Bestandesverhältnisse im Waldreservat «Girstel» bei Gamlikon im Reppischthal

Von K. Eiberle

(Aus dem Institut für Waldbau der ETH, Zürich)

Oxf. 568:228:907.11

Vorwort

Charakteristisch für die steileren Hanglagen des Albis-Höhenzuges ist die Vielgestaltigkeit des Reliefs, das durch die Erosion in den schichtweise wechselnden Sandsteinen und Mergeln der oberen Süßwassermolasse geprägt wird. Diese Eigenart des Standortes — betont noch durch die Flachgründigkeit und Instabilität der übersteilen Mergelhänge — hat wiederum eine besondere Waldvegetation zur Folge, für die eine große Mannigfaltigkeit in der floristischen Zusammensetzung kennzeichnend ist.

In den Jahren 1957 und 1963 konnten am Südabhang des Albis oberhalb des Weilers Gamlikon in der Gemeinde Stallikon rund 5 ha Wald durch die ETH erworben werden. Eine eingehende vegetationskundliche Untersuchung durch das *Geobotanische Institut der ETH* im Jahre 1962 ergab, daß in diesen Parzellen und ihrer Umgebung sich diese Steilhangvegetation in sonst selten reiner Ausprägung erkennen und kartieren ließ, so daß der Verwalter des Lehrreviers der ETH, Herr Prof. Dr. H. Leib und gut, diese Fläche als Waldreservat einrichtete und von jeglicher Bewirtschaftung ausnahm. Der «Girstel» ist auch deshalb als Waldreservat sehr geeignet, weil der menschliche Einfluß auf den Waldzustand als außerordentlich gering eingeschätzt werden darf; eine Voraussetzung für waldkundliche Untersuchungen, wie sie in ähnlich vollkommener Weise bei uns nur noch in seltenen Ausnahmefällen gefunden werden dürfte. Infolge der schwer zugänglichen Lage sind außerdem noch heute störende Einflüsse durch den Menschen auf ein Minimum beschränkt.

1. Einleitung

Da die Ergebnisse der Bestandesaufnahmen vorwiegend nach standörtlichen Gesichtspunkten ausgewertet wurden, geben wir zunächst eine knappe Übersicht über die Boden- und Vegetationsverhältnisse, wie man sie innerhalb des Reservatsgebietes vorfindet. Es handelt sich dabei um eine Zusammenfassung aus der Arbeit von Rehder (1962), in der weitere Einzelheiten

über die floristische Analyse, über Bodeneigenschaften und Mikroklima enthalten sind.

Der «Girstel» liegt an der Westflanke des Albis, nordwestlich der «Felsenegg» zwischen 650 und 800 m ü. M. Er umfaßt hauptsächlich Steilhänge in nördlicher und südlicher Exposition auf beiden Seiten eines ausgeprägten Hangspornes, dessen Achse in west-östlicher Richtung verläuft.

Weitaus der größte Teil der Reservatsfläche wird vom *Pfeifengras-Föhrenwald* eingenommen, der die flachgründigen wechselfeuchten oder auch vernäßten, schwachentwickelten Mergelböden der oberen Hanglagen besiedelt. Kennzeichnend für ihn sind das Vorherrschen von Waldföhre, Pfeifengras und anderen hochwüchsigen Gräsern sowie das Fehlen von eigentlichen Laubwaldpflanzen. An den trockenen Südhängen ist der *Hirschwurz-Pfeifengras-Föhrenwald* verbreitet, in dem viele Trockenrasen- und Trockenbuscharten zu finden sind. Diese fehlen dem *artenarmen Pfeifengras-Föhrenwald* weitgehend, der die kühl-feuchteren Schattenhänge auf mäßig trockenen bis stark feuchten Böden besiedelt.

Eine Übergangsstellung zu den Laubmischwäldern nehmen standörtlich und floristisch die beiden Untergesellschaften des *Pfeifengras-Föhren-Buchenwaldes* ein, die auf mittelgründigen, reiferen, lehmigen bis tonigen Böden stocken. Der *Frauenschuh-Pfeifengras-Föhren-Buchenwald* kommt auf schwach ausgereiften, meist noch wechselfeuchten Böden vor und steht dadurch dem reinen Pfeifengras-Föhrenwald noch recht nahe. Im *typischen Pfeifengras-Föhren-Buchenwald* dagegen treten die lichtbedürftigen Föhrenwaldpflanzen auf mäßig ausgereiften, tiefgründigeren Böden schon deutlich zurück, weil die Buche, ferner die Eibe und andere schattenertragende Buchenwaldpflanzen stark hervortreten.

2. Die Steilhanggesellschaften als waldbauliches Forschungsobjekt

Die ungünstigen Eigenschaften des Molassemergels treten in diesen Waldgesellschaften als dominierende Standortsfaktoren in Erscheinung. Da der Mergel am Steilhang ansteht und die Bodenreifung dadurch immer wieder verhindert wird, sind Flachgründigkeit, mangelnde Durchlüftung in Nässeperioden und die geringe Fähigkeit zur Wasserabgabe in Trockenzeiten kennzeichnende Eigenschaften dieser Böden. Sie bewirken gemeinsam die Auslese der anspruchslosen Föhrenwaldgesellschaften, während sich anderseits manche floristisch interessante Art in diesem Gebiet nur dank den besonderen Standortsbedingungen überhaupt zu erhalten vermochte. Es bedeutet daher einen großen Vorzug für dieses Waldreservat, daß es vollumfänglich im S-Teil des Üetliberg-Pflanzenschutzgebietes enthalten ist. Zu diesen besonderen Arten gehört im «Girstel» auch die schwarzstämmige, aufrechte Bergföhre, die hier neben der Waldföhre mit einem hohen Anteil am Bestandesaufbau in Erscheinung tritt.

Die waldbaulich interessanten Fragen, die sich aufgrund einer Erstaufnahme beantworten lassen, können wie folgt formuliert werden:

1. Welches sind die Standortsansprüche der standortsheimischen Baumarten?
2. Wie wirkt der Wettbewerb auf die Entwicklung und Verbreitung der verschiedenen Baumarten?
3. Wie läßt sich der natürliche Verjüngungsablauf in diesen Waldgesellschaften kennzeichnen?

Bei der Frage 3 müssen wir uns zunächst darauf beschränken, die Entstehung der gegenwärtigen Bestandesstruktur zu analysieren. Wohl findet man heute im Reservatsgebiet einzelne Rutschflächen, die als Ansatz für eine Bestandeserneuerung in Frage kommen. Die Zahl der Sämlinge und Jungpflanzen ist aber hier noch derart gering, daß von einer eigentlichen Verjüngungsphase nicht gesprochen werden kann.

Die schwierigen standörtlichen Verhältnisse und die unerschlossene Lage bringen es mit sich, daß Wälder unter vergleichbaren Bedingungen nur einen geringen Ertrag abwerfen, der sich auch mit einem hohen waldbaulichen Aufwand nicht entscheidend erhöhen läßt. Um so bedeutsamer sind jedoch die Schutzwirkungen dieser Waldgesellschaften, so daß es wegen der Erosion vor allem darauf ankommt, die Widerstandskraft der Bestockung mit geringstem Aufwand derart zu erhalten, daß die Schutzwirkungen dauernd gewährleistet sind.

Die Standortsansprüche der Baumarten müssen daher bei der Begründung und Pflege der Bestände besonders sorgfältig berücksichtigt werden. Insbesondere ist aber zu beachten, daß der Wettbewerb zwischen den verschiedenen Baumarten durch die auf kleiner Fläche stark wechselnden Standortsverhältnisse wesentliche Änderungen erfährt, wodurch der Pflegeaufwand in hohem Maße beeinflußt werden kann. In unserem Falle ist namentlich das gegenseitige Verhalten von Föhre und Bergföhre von Interesse sowie auch das von den beiden Föhrenarten zu den mit ihnen vergesellschafteten Laubbäumen.

3. Einrichtung des Reservates, Aufnahmeverfahren

Das Reservat weist gegenwärtig eine Flächengröße von insgesamt 5,4980 ha auf. Da der Wald bereits im Jahre 1961 vegetationskundlich untersucht und kartiert worden war, ergab sich daraus der große Vorteil, daß für die Abteilungsbildung und für die Auswahl der Dauerflächen neben den Bestandesverhältnissen auch der Standort berücksichtigt werden konnte. Eine Übersicht über die Einrichtung des Reservates vermittelt der Situationsplan in Darstellung 1.

Die acht Abteilungen weisen folgende Flächengrößen auf und liegen mehrheitlich in nachstehenden Waldgesellschaften:

DARSTELLUNG 1: SITUATIONSPLAN DES WALDRESERVATES "GIRSTEL"

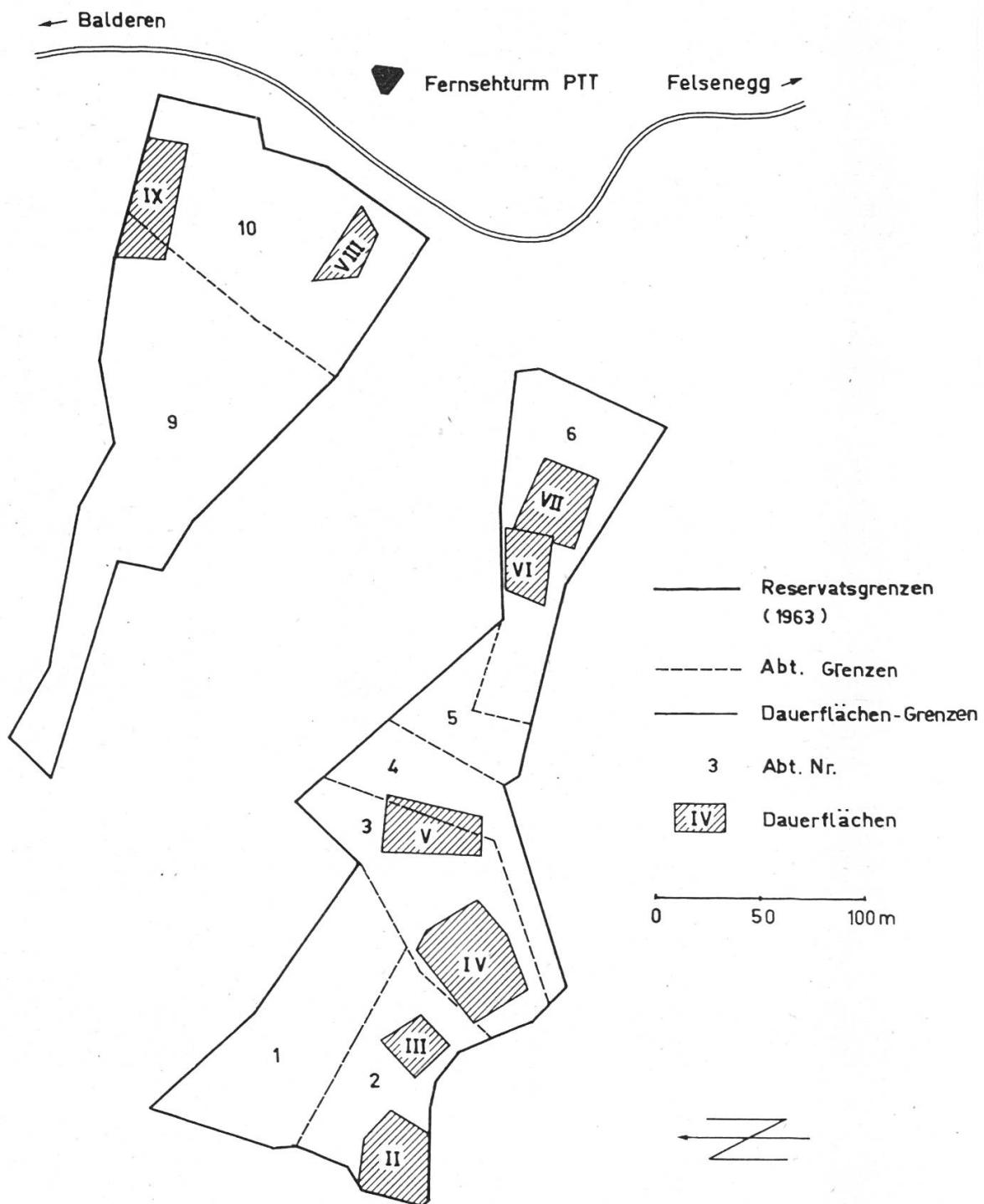


Tabelle 1
Flächengröße der Abteilungen und Waldgesellschaften

Waldgesellschaft	Abt. Nr.	ha	%
<i>Pfeifengras-Föhrenwald</i>	1	0,5678	
	4	0,5518	
	6	0,7770	
	10	0,9284	
total		2,8250	51
<i>Pfeifengras-Föhren-Buchenwald</i>	2	0,5376	
	3	0,5890	
	5	0,2044	
	9	1,3420	
total		2,6730	49
Reservatsfläche, insgesamt		5,4980	100

Außerdem wurden zehn verschiedene Dauerflächen mit total 0,6956 ha ausgeschieden, die sich noch gut den einzelnen Untergesellschaften zuordnen lassen (Tabelle 2).

Tabelle 2
Flächengröße der Dauerflächen und Waldgesellschaft

Waldgesellschaft	Dauerfläche, Nr.	ha	%
<i>Hirschwurz-Pfeifengras-Föhrenwald</i>	VI	0,0456	7
<i>artenarmer Pfeifengras-Föhrenwald</i>	I, V, VIII	0,1244	18
<i>Frauenschuh-Pfeifengras-Föhren-Buchenwald</i>	III, VII	0,1004	14
<i>typischer Pfeifengras-Föhren-Buchenwald</i>	II, IV, IX	0,4248	61
Dauerflächen, insgesamt		0,6952	100

Die Größe der Dauerflächen ist gering, und sie sind daher wenig geeignet, die Vorratswerte pro Hektare auf größeren Flächen zu repräsentieren. Sie liefern dagegen wertvolle Hinweise für die unterschiedliche Entwicklung der verschiedenen Baumarten in den einzelnen Waldgesellschaften und sind daher als Ergänzung zur Aufnahme des gesamten Reservates notwendig. Die Kluppierung erfaßte sämtliche Baum- und Straucharten von mehr als 4 cm Brusthöhendurchmesser, und die Durchmesser und Kreisflächen wurden nach 1-cm-Stufen erhoben. In den Abteilungen erfolgten die Aufnahmen im Oktober 1963, in den Dauerflächen im August 1964. Innerhalb der Dauerflächen wurden sämtliche Stämme mit mehr als 4 cm Brusthöhendurchmesser numeriert, so daß sich Einwuchs, Abgänge und Umsetzungen in den Baumklassen in Zukunft mit Zuverlässigkeit erfassen lassen.

4. Aufnahmegergebnisse

Die Beschreibung der Ergebnisse aus der Erstaufnahme hat zum Ziel, Zustand und Verfassung des Waldbestandes im «Girstel» im Zeitpunkt der Reservatsgründung festzuhalten. Späteren Untersuchungen, die sich mit dem Gesellschaftswandel und mit dem Generationenwechsel in diesen Waldgesellschaften befassen, soll damit eine Grundlage geschaffen werden.

4.1 Altersanalyse des Bestandes

Hinweise auf das Alter und auf die Entstehung des Waldbestandes lassen sich aus einer Altersanalyse gewinnen. Zu diesem Zweck wurde an je 150 Wald- und Bergföhren, die sich in gleichem Umfange auf die verschiedenen Stärkeklassen und auf die drei Bestandesschichten verteilen, mittels Bohrungen das Alter in Brusthöhe festgestellt. Die Darstellung 2 zeigt zunächst, daß es sich im «Girstel» um einen stark ungleichaltrigen Wald handelt, in dem der allgemeine Verjüngungszeitraum eine Periode von ungefähr 120 Jahren umfaßte. Erstaunlich ist das festgestellte Höchstalter, das sowohl bei der Berg- als auch bei der Waldföhre 180 Jahre erreicht.

Das Schwerpunkt der Verjüngungsphase fiel in einen 40jährigen Zeitabschnitt, der 60 bis 100 Jahre vor unsere Aufnahme zurückreicht. Zwischen den drei Bestandesschichten bestehen in der altersmäßigen Zusammensetzung bei keiner der beiden Föhrenarten wesentliche Unterschiede. Wohl scheinen Mittel- und Unterschicht etwas jünger zu sein; die Differenz zur Oberschicht beträgt jedoch höchstens 20 Jahre, was sich mit dem speziellen Verjüngungszeitraum auf den einzelnen Teilstücken erklären läßt. Die gegenwärtige Mittel- und Unterschicht gehören daher nicht etwa zu einer jüngeren Waldgeneration. Es handelt sich dabei vielmehr um Bestandsglieder, die im Verlaufe der Waldentwicklung die Oberschicht nie zu erreichen vermochten oder die ihre frühere soziale Stellung in höheren Schichten eingebüßt haben. Typisch für den «Girstel» ist daher heute ein ungleichaltriger Föhrenwald, der auf unterschiedlich großen Teilstücken nach Brand, Rutschungen oder Holzschlag zu verschiedenen Zeiten entstand und in dem sich nach und nach eine gleichförmige Bestandesstruktur ausgebildet hat. Da die Hauptbaumarten — Wald- und Bergföhre — beide sehr lichtbedürftig sind, liegt an diesen Strukturverhältnissen auch nichts Ungewöhnliches. Der Anteil der jüngeren Bestandselemente ist bei der Waldföhre etwas höher als bei der Bergföhre, die infolge ihres langsamem Wachstums mit zunehmendem Schlußgrad des Waldes immer ungünstigere Bedingungen für die Jugendentwicklung vorfand.

4.2 Allgemeine Vorratsverhältnisse

Die Baumartenvertretung, wie sie aus Tabelle 3 auch für die einzelnen Abteilungen hervorgeht, zeigt folgende, für den «Girstel» typische Merkmale:

DARSTELLUNG 2 : HÄUFIGKEIT DES ALTERS NACH SCHICHTEN

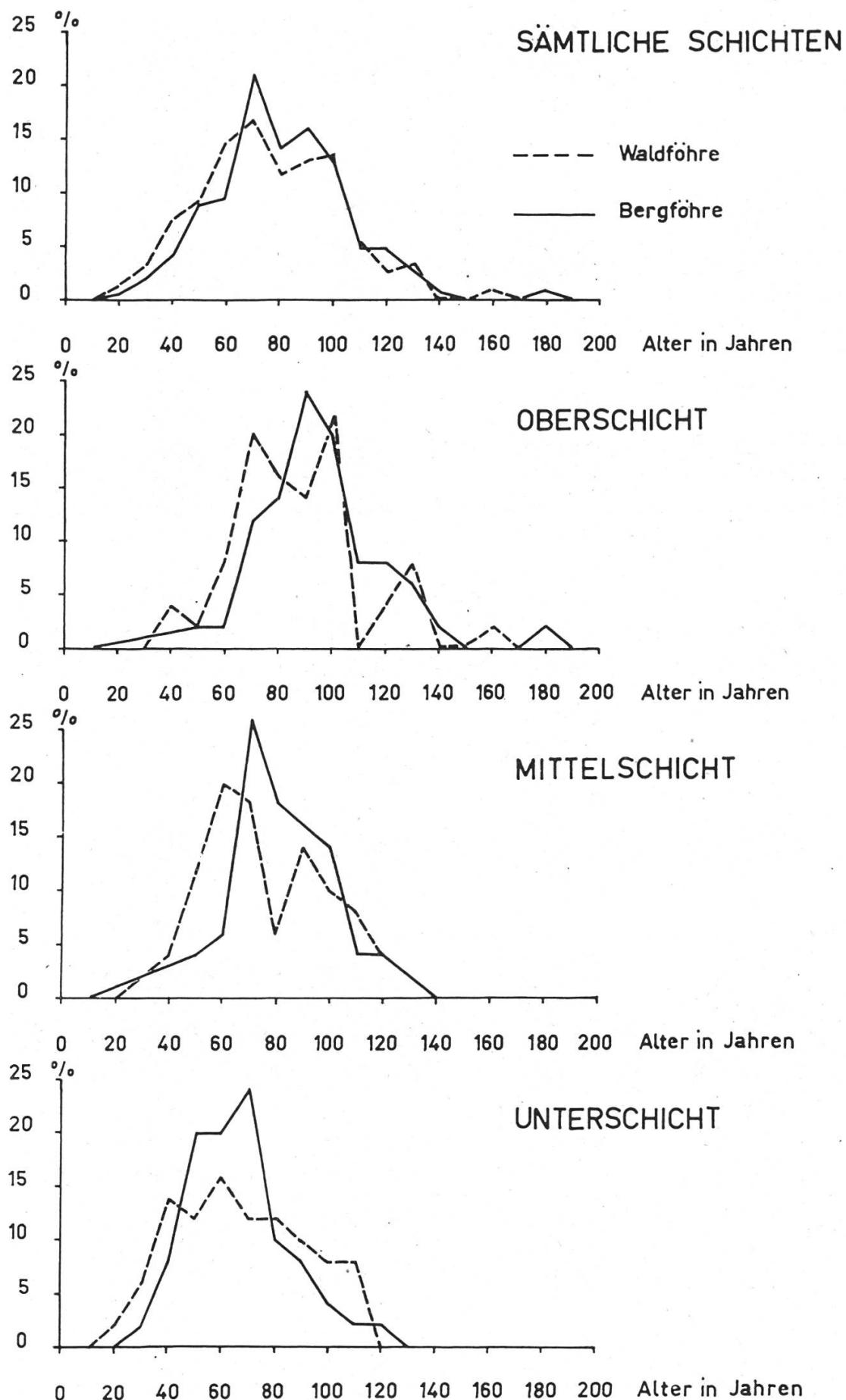


Tabelle 3
Vorrat 1963 nach Abteilungen und Baumarten

<i>absolute Werte pro ha</i>										
Abt.	Stammzahl / Stück					Kreisfläche / m ²				
	W'Fö	B'Fö	übr. Ndh.	Lbh.	total	W'Fö	B'Fö	übr. Ndh.	Lbh.	total
1	162,0	199,0	52,9	267,6	681,5	6,158	3,385	1,628	3,147	14,318
2	241,8	401,8	44,7	476,2	1164,5	11,170	6,859	2,029	5,654	25,712
3	190,3	88,3	136,0	436,6	851,2	12,875	2,475	4,829	8,412	28,591
4	619,7	192,0	63,3	621,1	1496,1	18,507	3,537	0,747	8,587	31,378
5	171,2	—	83,3	592,0	846,5	11,809	—	1,267	11,095	24,171
6	494,1	154,4	163,4	713,2	1525,1	24,276	4,608	2,852	8,135	39,871
9	26,9	31,3	18,6	605,6	682,4	1,649	0,811	0,398	7,018	9,876
10	214,3	385,5	37,8	880,5	1518,1	10,843	6,646	0,618	9,520	27,627
total	241,8	183,2	67,7	603,2	1095,9	11,055	3,607	1,609	7,507	23,778

<i>prozentuale Werte</i>										
Abt.	Stammzahl / %					Kreisfläche / %				
	W'Fö	B'Fö	übr. Ndh.	Lbh.	total	W'Fö	B'Fö	übr. Ndh.	Lbh.	total
1	23,8	29,2	7,7	39,3	100,0	43,0	23,6	11,4	22,0	100,0
2	20,8	34,5	3,8	40,9	100,0	43,4	26,7	7,9	22,0	100,0
3	22,3	10,4	16,0	51,3	100,0	45,0	8,7	16,9	29,4	100,0
4	41,4	12,8	4,2	41,6	100,0	59,0	11,3	2,4	27,3	100,0
5	20,3	—	9,8	69,9	100,0	48,9	—	5,2	45,9	100,0
6	32,4	10,1	10,6	46,9	100,0	60,9	11,6	7,1	20,4	100,0
9	3,9	4,6	2,7	88,8	100,0	16,7	8,2	4,0	71,1	100,0
10	14,1	25,3	2,5	58,1	100,0	39,2	24,1	2,2	34,5	100,0
total	22,0	16,8	6,2	55,0	100,0	46,5	15,2	6,7	31,6	100,0

- Die Berg- und Waldföhren nehmen zusammen nur 38,8 % der Stammzahl ein, dagegen 61,7 % der Kreisfläche. Hier ist besonders stark die verhältnismäßig wuchskräftige Waldföhre mit 46,5 % am Bestandesaufbau beteiligt.

- Die übrigen Nadelhölzer haben eine recht untergeordnete Bedeutung. Vereinzelt eingesprengt finden sich Fichte, Eibe und Wacholder; die Weißtanne kommt nur sporadisch vor. Die Eibe ist in diesem Gebiet im Grenzbereich der Föhren- zu den Laubmischwaldgesellschaften verbreitet und nicht etwa auf eine bestimmte Buchenwaldgesellschaft beschränkt.
- Die Laubbäume und Sträucher, die lediglich 31,6 % der Kreisfläche einnehmen, sind dagegen mit 55 % an der Stammzahl beteiligt. Ihre Bedeutung als Stabilisatoren der Bodenoberfläche und als bodenpflegliche Nebenbestandsglieder ist unverkennbar, sie treten aber auch als Konkurrenten der Föhren in allen Entwicklungsstadien in Erscheinung. Kennzeichnend für die Nebenbaumarten und Sträucher in diesem Gebiet ist ihre große Artenfülle, denn es kommen im «Girstel» nicht weniger als 22 verschiedene Arten vor: Mehlbeere, Aspe, Weißeiche, Warzenbirke, Vogelkirsche, Weiden, Robinie, Esche, Buche, Traubeneiche, Bergahorn, Feldahorn, Hartriegel, Schneeball, Schwarzdorn, Weißdorn, Faulbaum, Hasel, Stechpalme sowie auch einige Besonderheiten wie Elsbeere, wilde Birn- und Apfelbäume, die sich ähnlich der Bergföhre nur dank den speziellen Standorts- und Bestandesverhältnissen halten können.
- Der Anteil toter, stehender Bäume ist bei der Bergföhre höher als bei der Waldföhre. Bezogen auf die Gesamtstammzahl weist die Waldföhre lediglich 5,2 % tote Individuen auf, die Bergföhre dagegen 8,7 %. Dieser Unterschied ist auf die geringere Wuchs- und Konkurrenzkraft der Bergföhre zurückzuführen, die auch in der Vorratsgliederung der Baumarten nach Stärkeklassen zum Ausdruck kommt (Tabelle 4).

Im allgemeinen vermag die Waldföhre im Reservatsgebiet wesentlich stärkere Dimensionen zu erreichen als die Bergföhre oder die Laubbäume, und sie tritt daher auch ab 24 cm Brusthöhendurchmesser stark hervor. Die Bergföhre dagegen ist hauptsächlich auf den Durchmesserbereich zwischen 8 und 23 cm beschränkt und wird dort nicht nur von den vorwachsenden Waldföhren, sondern auch vom Laubholz bedrängt. Immerhin ist zu beachten, daß sich die Bergföhre durch die Konkurrenz aus diesem Gebiet nie ganz verdrängen ließ. Es müssen daher Standortseinheiten vorhanden sein, in die weder die Waldföhre noch die anspruchsvolleren Laubbäume zu folgen vermögen oder wo diese nur mehr mit geschwächter Vitalität in Erscheinung treten. Derartige Standorte sind tatsächlich vorhanden, worüber die Aufnahmen in den Dauerflächen Aufschluß geben.

4.3 Aufnahmeergebnisse in den Dauerflächen

Tabelle 5 zeigt die Mischungsverhältnisse in den verschiedenen Dauerflächen. Die Zusammenstellung ist in dieser Form für spätere Vergleiche wohl unentbehrlich, obschon aus ihr im Moment lediglich zu entnehmen ist, wie sehr die Zusammensetzung des Bestandes auf verschiedenen Teilflächen variiert.

Tabelle 4
Vorratsgliederung nach Stärkeklassen

Prozentuale Vertretung der Stärkeklassen nach Baumartengruppen											
Baumartengruppe	Stammzahl					Kreisfläche					total
	4-7	8-15	16-23	24-35	36-51	total	4-7	8-15	16-23	24-35	
Waldföhre	12,6	21,1	23,9	35,9	6,5	100,0	0,8	5,1	16,2	54,4	23,5
Bergföhre	18,7	46,2	31,4	3,6	0,1	100,0	2,8	25,9	52,3	15,2	3,8
übrige Nadelbäume	27,6	44,2	16,9	8,9	2,4	100,0	3,5	20,5	27,8	31,3	16,9
Laubbäume und Sträucher	51,7	34,6	8,8	4,5	0,4	100,0	13,3	33,0	21,5	27,0	5,2
total	36,0	34,0	16,4	11,6	2,0	100,0	5,3	18,1	24,6	38,2	13,8
Prozentuale Vertretung der Baumarten nach Stärkeklassen											100,0
Baumartengruppe	Stammzahl					Kreisfläche					total
	4-7	8-15	16-23	24-35	36-51	total	4-7	8-15	16-23	24-35	
Waldföhre	7,7	13,6	32,2	68,6	78,9	22,0	7,4	13,0	30,6	66,2	78,8
Bergföhre	8,6	22,6	31,9	5,3	0,9	16,8	8,2	21,6	34,1	6,0	1,0
übrige Nadelbäume	4,7	8,1	6,4	4,7	8,3	6,2	4,5	7,7	7,6	5,5	8,3
Laubbäume und Sträucher	79,0	55,7	29,5	21,4	11,9	55,0	79,9	57,7	27,7	22,3	11,9
total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabelle 5
Vorrat 1964 nach Dauerflächen und Baumarten

Nr.	absolute Werte pro ha									
	Stammzahl / Stück					Kreisfläche / m ²				
	W'Fö	B'Fö	übr. Ndh.	Lbh.	total	W'Fö	B'Fö	übr. Ndh.	Lbh.	total
I	109,6	614,0	21,9	87,7	833,2	3,837	10,614	0,241	0,263	14,955
II	81,1	—	223,1	375,2	679,4	6,033	—	7,118	14,967	28,118
III	50,0	825,0	—	875,0	1750,0	1,550	16,075	—	4,225	21,850
IV	132,9	159,5	115,2	509,5	917,1	12,027	5,387	2,880	9,052	29,346
V	56,4	20,2	—	44,4	121,0	30,885	2,217	—	3,347	36,449
VI	833,3	811,4	—	329,0	1973,7	11,711	11,645	—	1,162	24,518
VII	927,2	33,1	182,2	1126,2	2268,7	43,801	1,027	3,907	10,466	59,201
VIII	—	1678,2	—	1164,5	2842,7	—	35,469	—	8,293	43,762
IX	79,5	—	59,6	387,6	526,7	8,081	—	1,173	18,359	27,613

Nr.	prozentuale Werte									
	Stammzahl / %					Kreisfläche / %				
	W'Fö	B'Fö	übr. Ndh.	Lbh.	total	W'Fö	B'Fö	übr. Ndh.	Lbh.	total
I	13,1	73,8	2,6	10,5	100,0	25,7	70,9	1,6	1,8	100,0
II	11,9	—	32,8	55,3	100,0	21,5	—	25,3	53,2	100,0
III	2,9	47,8	—	49,3	100,0	7,1	73,5	—	19,4	100,0
IV	14,5	17,4	12,6	55,5	100,0	41,0	18,4	9,8	30,8	100,0
V	46,6	16,6	—	36,8	100,0	84,7	6,1	—	9,2	100,0
VI	42,2	41,1	—	16,7	100,0	47,8	47,5	—	4,7	100,0
VII	40,9	1,5	8,0	49,6	100,0	74,0	1,7	6,6	17,7	100,0
VIII	—	59,0	—	41,0	100,0	—	81,1	—	18,9	100,0
IX	15,1	—	11,3	73,6	100,0	29,3	—	4,2	66,5	100,0

Aufschlußreich dagegen sind die Ergebnisse, wenn wir die Dauerflächen nach Waldgesellschaften zusammenfassen und mit den durchschnittlichen Werten im ganzen Reservat vergleichen (Tabelle 6).

Tabelle 6
Baumartenzusammensetzung nach Waldgesellschaften

Wald- gesellschaft	pro ha, absolut									
	Stammzahl					Kreisfläche				
	W'Fö	B'Fö	Nb.	Lb.	total	W'Fö	B'Fö	Nb.	Lb.	total
Pfeifengras-Föhrenwald	417,6	729,4	5,9	441,2	1594,1	13,182	12,706	0,065	2,782	28,735
Pfeifengras-Föhren-Buchenwald	198,0	135,2	123,8	559,8	1016,8	13,004	3,658	3,248	12,308	32,218
ganzes Reservat	241,8	183,2	67,7	603,2	1095,9	11,055	3,607	1,609	7,507	23,778
Wald- gesellschaft	prozentual									
	Stammzahl					Kreisfläche				
	W'Fö	B'Fö	Nb.	Lb.	total	W'Fö	B'Fö	Nb.	Lb.	total
Pfeifengras-Föhrenwald	26,2	45,7	0,3	27,8	100,0	45,9	44,2	0,2	9,7	100,0
Pfeifengras-Föhren-Buchenwald	19,5	13,6	12,3	54,6	100,0	40,4	11,3	10,1	38,2	100,0
ganzes Reservat	22,0	16,8	6,2	55,0	100,0	46,5	15,2	6,7	31,6	100,0

Man erkennt in Tabelle 6 nun sehr deutlich den großen Einfluß des Standortes auf die Zusammensetzung des Vorrates: Auf den produktiveren Böden des *Pfeifengras-Föhren-Buchenwaldes* stocken nämlich nicht allein nur höhere Vorräte. Auch der Anteil der Bergföhre am Bestandesaufbau sinkt infolge der wesentlich stärkeren Vertretung der Laubbäume auf nahezu ein Viertel des Wertes im reinen *Pfeifengras-Föhrenwald*. Anspruchsvollere Baumarten vermögen auf diesen flachgründigen, wenig entwickelten Mergelböden nicht Fuß zu fassen, so daß hier nur die beiden Föhrenarten zusammen mit der ebenfalls genügsamen und langlebigen Mehlbeere in Erscheinung treten. Dank ihrer großen ökologischen Amplitude dringt die Bergföhre noch auf ungünstigere Böden vor als die Waldföhre und findet

Tabelle 7
Vorratsgliederung nach Stärkeklassen

Waldgesellschaft		Baumart	Stamanzahl						Kreisfläche					
			4-7	8-15	16-23	24-35	36-51	total	4-7	8-15	16-23	24-35	36-51	total
Pfeifengras-Föhrenwald	W'Fö	14,1	43,6	22,5	14,1	5,7	100,0	1,3	15,2	22,1	31,7	29,7	100,0	
	B'Fö	18,6	50,0	27,4	4,0	—	100,0	3,2	31,6	48,8	16,4	—	100,0	
	Nb	—	100,0	—	—	—	100,0	—	100,0	—	—	—	100,0	
	Lb	72,0	25,3	1,3	1,4	—	100,0	34,2	44,2	6,5	15,1	—	100,0	
	total	32,1	41,6	18,9	5,5	1,9	100,0	5,3	25,4	32,4	23,2	13,7	100,0	
Pfeifengras-Föhren-Buchenwald	W'Fö	2,9	11,5	23,1	49,0	13,5	100,0	0,1	1,9	10,9	53,0	34,1	100,0	
	B'Fö	—	36,5	55,0	8,5	—	100,0	—	14,9	62,9	22,2	—	100,0	
	Nb	6,2	46,2	32,2	15,4	—	100,0	0,9	19,3	38,2	41,6	—	100,0	
	Lb	32,0	33,7	21,7	10,2	2,4	100,0	6,2	12,4	22,5	40,8	18,1	100,0	
	total	18,8	31,3	27,8	18,2	3,9	100,0	2,5	9,2	24,0	43,7	20,6	100,0	

in *beiden* Extremen — nämlich auf den trockensten und den stark vernässtten Flächen — ihr eigentliches Refugium.

Auch in der Vorratsgliederung nach Stärkeklassen (Tabelle 7) treten die Unterschiede zwischen diesen beiden Waldgesellschaften klar hervor. Typisch für den *Pfeifengras-Föhrenwald* ist die verlangsamte und gehemmte Entwicklung der Waldföhre und ihre im Vergleich zum *Pfeifengras-Föhren-Buchenwald* deutlich schwächeren Dimensionen. Während die Waldföhre auf den besseren Standorten den Konkurrenzkampf mit verschiedenenartigen und bereits mit bedeutender Wuchskraft ausgestatteten Laubbäume erfolgreich besteht, so vermag sie im *Pfeifengras-Föhrenwald* selbst die Bergföhre nicht mehr ernsthaft zu beeinträchtigen. Entscheidend ist aber auch die Entwicklung der Laubbäume, die in den beiden Waldgesellschaften sehr unterschiedlich verläuft. Im *Pfeifengras-Föhrenwald* treten Laubbäume und Sträucher nur in wenigen Arten und nur bis 15 cm Brusthöhendurchmesser in nennenswertem Umfange in Erscheinung. Im *Pfeifengras-Föhren-Buchenwald* dagegen erreichen sie in hoher Arten- und Stammzahl bereits die Dimensionen der Waldföhren und bedrängen hier die Bergföhren, die zu Beginn der Bestandesentwicklung ohne jeden Zweifel in größerer Zahl vorhanden waren als heute.

Daß dies tatsächlich der Fall gewesen sein muß, läßt sich indirekt aus dem Anteil der stehenden, toten Bäume an der Gesamtstammzahl folgern, der bei der Bergföhre im *Pfeifengras-Föhren-Buchenwald* einen extrem hohen Wert erreicht (Tabelle 8).

Die Verteilung des Vorrates auf die drei Bestandesschichten (Tabelle 9) ist wiederum kennzeichnend für die unterschiedlichen Konkurrenzverhältnisse in den beiden Waldgesellschaften. Die Mittel- und Unterschicht ist nämlich bei beiden Föhrenarten im *Pfeifengras-Föhrenwald* viel ausgeprägter als im *Pfeifengras-Föhren-Buchenwald*. Trotzdem der ungünstigere Standort auch ein höheres Lichtbedürfnis zur Folge haben muß, bleiben hier die Föhren unter den lichten Kronen der Oberschicht, im geringeren Schlußgrad und infolge der fehlenden Konkurrenz durch das Laubholz länger lebensfähig.

Betrachtet man die Vitalität (Tabelle 10), die nach den Definitionen von Leibundgut (1959) angesprochen und ausgeschieden wurde, dann fällt sofort auf, wie sehr die Entwicklung der Waldföhre im *Pfeifengras-Föhrenwald* durch die ungünstigeren standörtlichen Gegebenheiten gehemmt ist. Umgekehrt vermag sich die Bergföhre im *Pfeifengras-Föhren-Buchenwald* infolge des starken Konkurrenzdruckes durch die übrigen Baumarten nur ungenügend zu entwickeln. Auffällig ist bei beiden Föhrenarten und in beiden Waldgesellschaften auch der geringe Prozentsatz kräftiger Bäume in der Oberschicht, so daß sich gegenüber der natürlichen Bestandesentwicklung durch die Bestandenserziehung wesentliche Verbesserungen in der Ausformung der Kronen und in der Ausbildung der Wurzeln erzielen ließen.

Tabelle 8

Prozentualer Anteil der stehenden, toten Bäume an der Stammzahl

Waldgesellschaft	Baumart	Anteil
Pfeifengras-Föhrenwald	Waldföhre	14,4
	Bergföhre	8,8
Pfeifengras-Föhren-Buchenwald	Waldföhre	1,9
	Bergföhre	22,0

Deutlich kommt in diesen Zahlen auch die geschwächte Vitalität der Waldföhre im *Pfeifengras-Föhrenwald* zum Ausdruck, wo der Anteil der toten Individuen höher ist als bei der Bergföhre.

Tabelle 9

Schichtung nach Baumartengruppen

Waldgesellschaft	Baum- art	Stammzahl				Kreisfläche			
		100	200	300	total	100	200	300	total
Pfeifengras- Föhrenwald	W'Fö	56,3	31,0	12,7	100,0	85,0	12,8	2,2	100,0
	B'Fö	61,3	25,0	13,7	100,0	78,7	17,4	3,9	100,0
	Nb	—	—	100,0	100,0	—	—	100,0	100,0
	Lb	8,0	57,3	34,7	100,0	16,5	65,3	18,2	100,0
Pfeifengras- Föhren- Buchenwald	W'Fö	82,7	13,5	3,8	100,0	96,0	3,7	0,3	100,0
	B'Fö	84,5	15,5	—	100,0	88,5	11,5	—	100,0
	Nb	18,5	44,6	36,9	100,0	42,9	41,0	16,1	100,0
	Lb	32,0	39,1	28,9	100,0	72,7	19,7	7,6	100,0

Schließlich sei auch noch auf die Stammzahlverteilungskurven (Darstellung 3) hingewiesen. Deutlicher noch als in den Tabellen ist hier ersichtlich, wie stark unterschiedlich sich Berg- und Waldföhre in den beiden Waldgesellschaften entwickeln und wie sehr das Wachstum der Föhren im *Pfeifengras-Föhren-Buchenwald* durch den hohen Laubholzanteil bis in die höheren Stärkestufen beeinflußt wird.

Der verhältnismäßig ausgeglichene Kurvenverlauf der Gesamtstammzahl ist in beiden Gesellschaften lediglich durch die hohe Zahl von Laubbäumen und Sträuchern in den unteren Stärkeklassen bedingt. Für die Hauptbaumarten — Wald- und Bergföhre — ist jedoch ein Kurvenverlauf typisch, der die Gleichförmigkeit deutlich anzeigt. Man kann daher nicht einmal im lockeren *Pfeifengras-Föhrenwald* von einer Plenterstruktur sprechen, um so

Tabelle 10
Vitalität nach Baumartengruppen

Waldgesellschaft	Baumart	Sämtliche Schichten							
		Stammzahl				Kreisfläche			
		10	20	30	total	10	20	30	total
Pfeifengras-Föhrenwald	W'Fö	—	35,2	64,8	100,0	—	67,2	32,8	100,0
	B'Fö	4,0	54,8	41,2	100,0	5,3	62,8	31,9	100,0
	Nb	—	100,0	—	100,0	—	100,0	—	100,0
	Lb	2,7	77,3	20,0	100,0	7,2	80,0	12,8	100,0
Pfeifengras-Föhren-Buchenwald	W'Fö	7,7	61,5	30,8	100,0	12,5	71,1	16,4	100,0
	B'Fö	1,4	52,1	46,5	100,0	3,8	57,4	38,8	100,0
	Nb	11,4	72,7	15,9	100,0	19,8	60,2	20,0	100,0
	Lb	9,2	61,2	29,6	100,0	36,9	48,6	14,5	100,0
<i>Oberschicht</i>									
Pfeifengras-Föhrenwald	W'Fö	—	57,5	42,5	100,0	—	78,4	21,6	100,0
	B'Fö	6,6	65,8	27,6	100,0	6,8	70,1	23,1	100,0
Pfeifengras-Föhren-Buchenwald	W'Fö	9,3	69,8	20,9	100,0	13,2	72,6	14,2	100,0
	B'Fö	1,7	56,7	41,6	100,0	4,2	60,8	35,0	100,0
<i>Mittelschicht</i>									
Pfeifengras-Föhrenwald	W'Fö	—	9,1	90,9	100,0	—	4,9	95,1	100,0
	B'Fö	—	51,6	48,4	100,0	—	41,6	58,4	100,0
Pfeifengras-Föhren-Buchenwald	W'Fö	—	21,4	78,6	100,0	—	28,7	71,3	100,0
	B'Fö	—	27,3	72,7	100,0	—	33,0	67,0	100,0
<i>Unterschicht</i>									
Pfeifengras-Föhrenwald	W'Fö	—	—	100,0	100,0	—	—	100,0	100,0
	B'Fö	—	11,8	88,2	100,0	—	16,9	83,1	100,0
Pfeifengras-Föhren-Buchenwald	W'Fö	—	25,0	75,0	100,0	—	15,0	85,0	100,0
	B'Fö	—	—	—	—	—	—	—	—

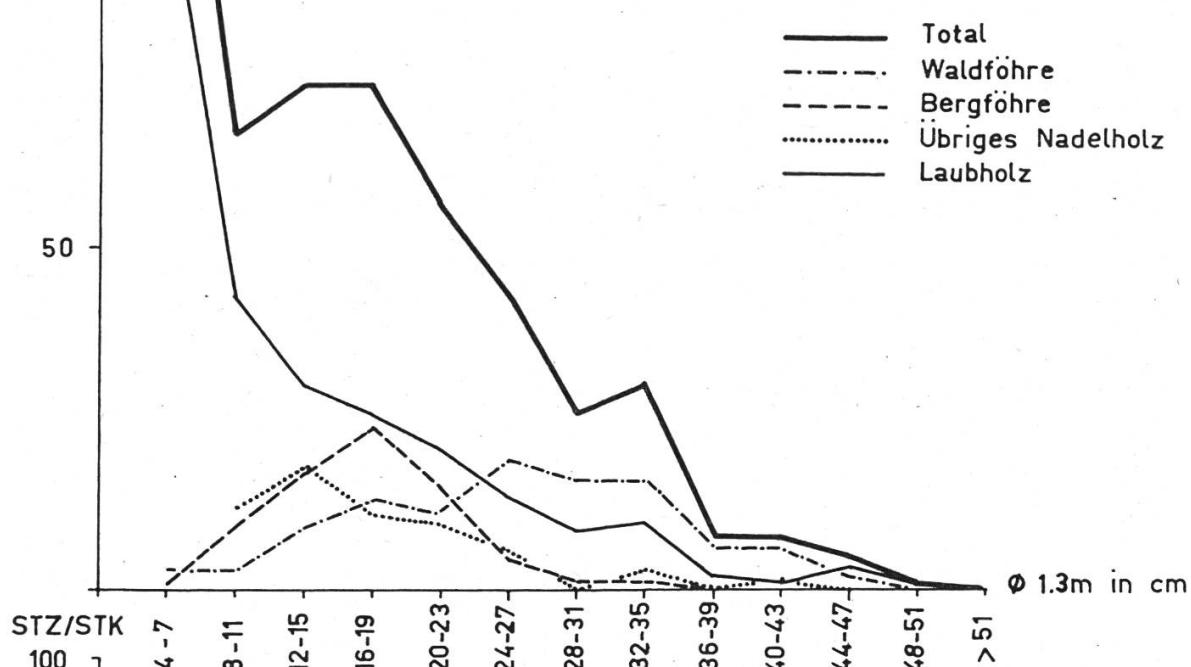
mehr, als auch die natürliche Verjüngung der Föhren infolge der üppig entwickelten Gras- und Strauchschicht auf großen Flächen vorläufig unterbrochen ist.

STZ/STK

DARSTELLUNG 3 : STAMMZAHLABNAHMEKURVE

PFEIFENGRAS - FÖHREN - BUCHENWALD

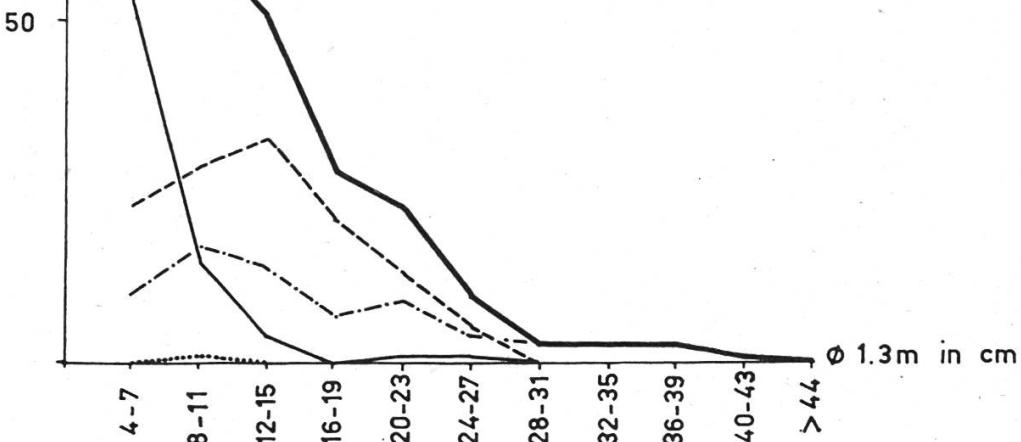
Dauerflächen Nr. : II, III, IV, VII, IX



STZ/STK

PFEIFENGRAS - FÖHRENWALD

Dauerflächen Nr. : I, V, VI, VIII



5. Folgerungen

Die stark unterschiedliche Entwicklung des Waldes in den beiden Waldgesellschaften des *Pfeifengras-Föhrenwaldes* und des *Pfeifengras-Föhren-Buchenwaldes* läßt sich zusammenfassend wie folgt umschreiben:

- Auf den wenig entwickelten Böden des Pfeifengras-Föhrenwaldes vermag sich die Bergföhre mit einem hohen Anteil am Bestandesaufbau zu halten, weil die Konkurrenzkraft und Vitalität der Waldföhre deutlich herabgesetzt sind und weil auch die Laubbäume und Sträucher nur in geringer Arten- und Stammzahl und mit schwacher Wuchskraft in Erscheinung treten.
- Im *Pfeifengras-Föhren-Buchenwald* dagegen ist die Wuchskraft der Waldföhre bereits derart hoch, daß sie sich auch gegenüber den zahlreichen und Entwicklungsfähigen Laubbäumen noch durchzusetzen vermag. Die Bergföhre erliegt in dieser Waldgesellschaft mit fortschreitender Bestandesentwicklung in zunehmendem Maße dem Konkurrenzdruck.

Die Beobachtungen in diesem Naturwalde lassen sich auch für eine zweckdienliche, waldbauliche Behandlung dieser typischen Schutzwaldgebiete auswerten. Die wichtigsten Folgerungen sind wohl die folgenden:

1. Obschon der schwierige Standort für die Wahl der Baumarten keinen großen Spielraum zuläßt, sind doch auch hier bei der Verwendung der beiden Föhrenarten die standörtlichen Gegebenheiten sorgfältig zu berücksichtigen. Da die Standorte schon auf kleinen Flächen wechseln, ist ohne eingehendere boden- und vegetationskundliche Kenntnisse nicht auszukommen.
2. Im *Pfeifengras-Föhrenwald* kann die Bergföhre zusammen mit der ebenfalls langlebigen und ausschlagfähigen Mehlbeere stark begünstigt werden. Die großen Vorteile der Bergföhre, wie zum Beispiel ihre ausgesprochene Genügsamkeit, ihre geringe Anfälligkeit gegen Krankheiten, ihre hohe Regenerationskraft, und die geringe Gefährdung durch Schnee und Wind kommen auf diesem Standort voll zur Geltung.
3. Im *Pfeifengras-Föhren-Buchenwald* dagegen läßt sich die Bergföhre nicht ohne übertriebenen Pflegeaufwand erhalten. Man wird hier vor allem die Waldföhre begünstigen, wobei der Verwendung und Erhaltung standortsgemäßer Provenienzen große Beachtung geschenkt werden muß (Leibundgut und Dafis, 1964).
4. Die Langlebigkeit der Föhren bedeutet für diesen ausgesprochenen Schutzwald einen großen Vorteil, da der für eine nachhaltige Walderneuerung erforderliche Verjüngungsflächenanteil klein gehalten werden kann.
5. Sowohl bei der Wald- als auch bei der Bergföhre führt die natürliche Waldentwicklung in beiden Waldgesellschaften nicht zu einer optimalen Vitalität. Es sind daher frühzeitige Pflegeeingriffe erforderlich, um die

- Standfestigkeit zu erhöhen und die Schneedruckgefährdung herabzusetzen (Dafis, 1962).
6. Die natürliche Verjüngung im *Pfeifengras-Föhrenwald* erfolgt äußerst langfristig (Fabijanowski, 1950). Bei der Erneuerung des Waldes kann daher mit Rücksicht auf die optimale Erfüllung der Schutzwirkungen auf die Anwendung von Kulturen nicht verzichtet werden. Die Verjüngung erfolgt darum auch zweckmäßigerweise in kleinen Gruppen.

Résumé

Les massifs de la réserve «Girstel», près de Gamlikon dans la Vallée de la Reppisch

L'EPF put acquérir, en 1957 et 1963, 5 hectares de forêt situés sur le versant sud de l'Albis, au-dessus du hameau de Gamlikon, dans la Commune de Stallikon. Une étude phytosociologique montra que la *Pineraie à canche bleue* et la *Pineraie à canche bleue riche en hêtres* y apparaissent dans une forme d'une rare pureté; aussi ces surfaces furent-elles aménagées en réserve et soustraîtes à tout traitement. Les trois étages du boisé ont été analysés quant à leur âge: la pineraie est fortement inéquienne, régulière, et sa régénération s'étend sur quelque 120 ans. Les différences dans la structure des deux associations, dans leur développement et les conditions de concurrence y régnant ont été plus particulièrement étudiées sur la base de leur composition en essences, de la répartition de leur matériel sur pied dans les classes de grosseur, de la proportion d'arbres secs debout, de leur étagement et de leur vitalité. Il s'est ainsi révélé que le pin de montagne pouvait, sur les sols peu évolués de la *Pineraie à canche bleue*, conserver une grande participation dans la constitution du boisé, ceci car l'énergie concurrentielle et la vitalité du pin sylvestre y est nettement diminuée et la représentation des feuillus et buissons peu variée et peu importante. Le dynamisme du pin sylvestre dans la pineraie riche en hêtres est par contre déjà assez accentué pour lui permettre de dominer les nombreux et vigoureux feuillus. Dans cette association, le pin de montagne succombe en proportion croissante sous la concurrence, à mesure que se développe le peuplement.

Il est possible de dériver des observations réalisées dans ces massifs naturels un traitement sylvicole approprié de ces forêts protectrices typiques. L'importance du choix des essences en station et la nécessité d'interventions culturelles précoce sont en particulier soulignées.

Traduction: J.-F. Matter

Literatur

- Dafis, Sp., 1962: Strukturanalyse in Föhrenwäldern. Beitr. geobot. Landesaufn. der Schweiz, 41
- Fabijanowski, J., 1950: Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Exposition, Relief, Mikroklima und Vegetation in der Fallätsche bei Zürich. Beitr. geobot. Landesaufn. der Schweiz, 29
- Leibundgut, H., 1959: Über Zweck und Methodik der Struktur und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Nr. 3
- Leibundgut, H., 1966: Waldreservate. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Nr. 12
- Leibundgut, H., und Dafis, Sp., 1964: Untersuchungen über das Wurzelwachstum verschiedener Baumarten. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Nr. 8
- Rehder, H., 1962: Der Girstel — ein natürlicher Pfeifengras-Föhrenwaldkomplex am Albis in Zürich. Berichte des Geobot. Institutes der ETH, Heft 33