I. Original-Artikel.

Untersuchungen über das Höhenwachstum der Fichte in den Gebirgswaldungen des bayerischen Waldes.

Von Professor Dr. Rudolf Weber in München.

(Nachdruck verboten.)

An der Ostgrenze Bayerns gegen den südwestlichen Teil des österr. Kronlandes Böhmen hin zieht sich ein breiter Gürtel von bayerischen Staatsforsten entlang, welcher fast 65 000 ha umfaßt, der aber selbst nur ca. ein Fünftel der mehr als 62 geographische Quadratmeilen bedeckenden Gesamtwaldfläche dieses Gebietes ausmacht — der „bayerische Wald“. In diesem großen Waldgebiete hatte der Verfasser dieser Zeilen schon zu wiederholten Malen, zuerst vor jetzt 28 Jahren Gelegenheit, bei Forsteinrichtungsarbeiten, später behufs chemisch-statistischer Untersuchungen und neuerdings bei Ausführung forstlicher Versuche Massenaufnahmen und Zuwachsuntersuchungen anzustellen. Insbesondere fand derselbe hiebei die Möglichkeit, zahlreiche Daten über den Gang des Höhenwachstums der Fichte in verschiedenen Höhenregionen zu sammeln, worüber im nachstehenden eine kleine Studie veröffentlicht wird, welche nur einen Auszug aus einer größeren, erst noch zu vollendenden Arbeit über die Ertragsverhältnisse dieser Gebirgsforste darstellt.

Wie jede Zuwachsuntersuchung darauf abzielt, die der Betrachtung unterzogenen Größen als eine Funktion der Zeit zu erklären, so muß man auch beim Höhenzuwachs die Abhängigkeit der nach Metern gemessenen Scheitelhöhen von dem genau ermittelten Alter der gemessenen Bäume festzustellen und den Verlauf dieser Reihen mathematisch zu interpretieren suchen. Es genügt also nicht, bloß eine Menge von Angaben über vorkommende Baumhöhen zu erlangen, sondern es gehört dazu eine zuverlässige Ermittlung der Baumalter mittelst Jahrringzählung an gefälltten Stämmen. Soweit ich diese Daten nicht aus meinen eigenen zahlreichen Probeflächenaufnahmen erhalten konnte, gaben mir die Ergebnisse der Probefestammsfällungen und Jahrringzählungen, welche gelegent-

lich der erstmaligen Forsteinrichtung in den Jahren 1853 und 1854 von den damaligen Forsteinrichtungs-Assistenten Plaf, v. Brandt und Rüger in großer Zahl ausgeführt worden waren, eine wünschenswerte Ergänzung. Bei diesen Altersermittelungen, welche mit der Messung der Dimensionen der Probeestämme Hand in Hand gingen, wurde die Zeit, welche der Baum im Schlusse des Plenterbestandes zugebracht hatte, gesondert ermittelt und von der eigentlichen „Wachstumszeit“ nach erfolgter Freistellung wohl unterschieden. In der nachstehenden Bearbeitung wurde nur diese Wachstumszeit des normal fortwachsenden Baumes in Rechnung gezogen, weil die Zeitdauer, während deren der Baum im Druck gestanden hatte, selbstverständlich variabel und von Zufälligkeiten beeinflusst war. Das Längenwachstum innerhalb der Wachstumszeit hingegen zeigt unverkennbare Gesetzmäßigkeiten und verdient daher eine eingehendere Betrachtung, zumal da es mehr als 600 Probeestämme sind, über welche solch' genaue Erhebungen angestellt wurden.

Nachdem inzwischen in den Staatsforsten des „Wolfsteiner Komplexes“ eine genaue Terrainaufnahme stattgefunden hat und äquidistante Horizontalkurven von 5 m Abstand in die 10 000teiligen Wirtschaftskarten einlithographiert worden sind, so war es möglich, mittels dieser genauen Terraintarten die Höhenlage einer jeden Probefläche mit einem ziemlichen Grade von Zuverlässigkeit anzugeben, wenigstens die Höhengrenzen zu bestimmen, innerhalb deren die abgesteckte Figur lag. In den Mittelzahlen dieser Höhengrenzen ist daher eine gute Charakterisierung für die Meereshöhe des Standortes gegeben, auf welchem die einzelnen Probeestämme gewachsen waren. Aus dem umfangreichen Verzeichnisse, das ich mir über diese Einzelmessungen und über deren Umrechnung in das Metermaß entworfen hatte, suchte ich dann auf graphischem Wege eine übersichtliche Darstellung zu gewinnen, wodurch die Abhängigkeit der Höhe vom Alter und zugleich von der Höhenlage des Standortes zum Ausdruck gelangen sollte. Letzterer Zweck wurde dadurch erreicht, daß die einzelnen Höhenangaben nach Regionen von je 200 m Vertikalabstand ausgeschieden und dem entsprechend folgendermaßen zusammengefaßt wurden:

Region I zwischen 600 bis 800 m absoluter Höhe (über d. Nordsee)

„ II	„	800	„	1000	„	„	„
„ III	„	1000	„	1200	„	„	„
„ IV	„	1200	„	1400	„	„	„

Für die Bezeichnung der Baumhöhe als Ordinate nach dem beige-fügten Maßstabe auf der Abscissenachse Zeit (resp. Alter) wurden dann Zeichen angewendet, welche für jede Region besonders ausgewählt wurden, z. B. Kreise, Scheiben, Punkte, Kreuzchen u. s. w. wie die Zeichenerklärung

Höhen der Fichten-Probestämme im bayerischen Walde.

der Figur auf Seite 3 näher angiebt. Eine gewisse Erschwerung in der Übersichtlichkeit dieser Darstellung lag darin, daß die gefällten Stämme verschiedenen Stammklassen angehörten, allerdings vorwiegend der I bis III, weniger der IV und V. Um dies hervorzuheben, schrieb ich in der Originalzeichnung jedem Punkt die Klassennummer des Stammes bei, wodurch die Beurteilung der Zusammengehörigkeit der Wachstumsreihen wesentlich erleichtert wurde. Bei der Herstellung eines Glisches war diese letztere Bezeichnung wegen der erforderlichen Deutlichkeit leider nicht mehr ausführbar, mußte daher wegleiben, allein ich glaube, daß trotzdem die graphische Darstellung einer so großen Zahl von Baum-Höhenmessungen noch Interesse genug gewährt, um der Veröffentlichung wert zu sein.

Um eine gewisse Übersichtlichkeit in die Resultate der Darstellung zu bringen, zeichnete ich die Kurven ein, welche der von mir aufgestellten Formel $h_x = 20 p \left(1 - \frac{1}{1,0p^x}\right)$ des Höhenwachstums entsprechen, wobei der Kurvenursprung in das zehnte Jahr verlegt wurde, so daß $i = 10$ ist. Diese Kurven zeigen in großen Zügen den Verlauf der Reihen, welche einer jeden Höhenregion und innerhalb dieser den einzelnen Stammklassen als Funktionen des Alters zukommen; sie können am einfachsten bestimmt werden durch Angabe der Grundzahlen p , welche den logarithmischen Reihen der vorstehenden Formel als konstante Basis zu Grunde liegen. Im Durchschnitt verlaufen demnach die Höhenkurven der Fichten auf den nach obigen Höhenregionen abgestuften Standorten als Exponentialfunktionen nach folgenden Grundzahlen:

Tabelle I.**Klassenstämme.**

Meereshöhen nach den Re- gionen	I	II	III	IV	V
	Grundzahlen p der Formel $20 p \left(1 - \frac{1}{1,0p^x}\right)$				
600—800 m	2,2—2,1	2,0	1,9	1,7	1,6
800—1000 m	2,0—1,9	1,8	1,7	1,6	1,5
1000—1200 m	1,9—1,8	1,7	1,6	1,5	1,4
1200—1400 m	1,7—1,6	1,6—1,5	1,4	1,3	1,2—1,0

Diese kleine Übersicht läßt erkennen, daß auf gleichem Standorte die Wachstumsenergie abnimmt mit der Einengung der Baumkrone durch die Nachbarstämme, welche der Forstmann gewöhnlich als „Druck“ bezeichnet. Innerhalb jeder Stammklasse fällt die Wuchskraft mit der Höhenlage des Standortes, so daß in den Hochlagen die dominierenden Stammklassen nahezu den gleichen Gang des Höhenwachstums zeigen, wie die unterdrückten Stammklassen in der Region zwischen 600—800 m; dabei ist

die Regelmäßigkeit in der Gradation dieser Grundzahlen bemerkenswert. Im Gegensatz zu der Regelmäßigkeit, welche die Abnahme von p mit der Höhenregion erkennen läßt, steht die Unregelmäßigkeit des Einflusses, den der Wassergehalt des Bodens auf den Höhenwuchs ausübt. Die sog. „Auwaldungen“ des bayerischen Waldes, welche in der graphischen Darstellung auf Seite 3 durch besondere Zeichen unterschieden sind, stocken auf Böden von übermäßigem Humus- und Wassergehalt, sind also Waldbestände auf nahezu moorigem Boden, in welchem jedoch das Wasser in der Regel nicht stagniert, sondern in mehr oder weniger lebhaftem Fluß sich bewegt. Die Auwaldungen finden sich meistens in muldenförmigen Einsenkungen des Terrains, oder auf Hochflächen von verschiedenen Neigungsgraden und gehen, wie Herr Oberforstrat Fchr. von Raesfeld in seiner jüngst erschienenen schönen Arbeit¹⁾ über den bayer. Wald gezeigt hat, vielfach in echte Fölze mit Krummholzkiefern über. Die Fichte dieser Auwaldungen ist wie die Darstellung (Seite 3) zeigt, auf den besseren Böden fast gleichwüchsig mit den auf besten Waldböden erwachsenden, dagegen läßt der Wuchs alsbald nach, sobald der Boden sauer reagiert und moorigen Charakter annimmt; in diesem Falle zeigen die Fichten große Analogie mit den Hochwaldfichten, trotzdem die Standorte um 4—500 m tiefer liegen als der eigentliche „Hochwald“. Die Mehrzahl der dominierenden Probestämme aus den Auwaldungen entspricht in ihrem Höhenwachstum den Grundzahlen 1,7 bis 1,6, kommt also den Hochwaldfichten fast gleich; vereinzelt kommen aber auch Standorte in den Auen vor, wo die Wachstumskurve der Basis 2,0 bis 2,1 entspricht. Mit Hilfe der eingezeichneten Kurven ließen sich die Baumhöhen nach Metern und Centimetern leicht ausdrücken, doch ziehe ich es vor, statt solcher Zahlenangaben für diesen Einzelfall, lieber die schematischen Rechnungsergebnisse nach der Formel $h_x = 20p \left(1 - \frac{1}{1,0p^x} \right)$

anzuführen, aus welchen sich jedermann mit Hilfe der obigen Grundzahlen p die einzelnen Reihen auffuchen und ablesen kann. Diese in Tabelle II aufgeführten Rechnungsergebnisse haben nämlich allgemeineres Interesse deshalb, weil sie nach meinen bisherigen Untersuchungen das das beste Schema für den Verlauf der Baumhöhen nach dem Alter darstellen, sobald man zu x das veränderliche Jugendstadium i hinzurechnet, so daß $i + x$ dem wirklichen Alter gleich wird. Namentlich für graphische Darstellungen von Höhenkurven eignet sich dieses Schema zur Interpolierung von Mittelwerten und zur Auffuchung von fehlenden

¹⁾ Der Wald in Niederbayern zc. (Bericht des botan. Vereins Landeshut) 1894.

Tabelle II. Schema für den Gang des Höhenwachstums in Formzahlen, die Baumhöhen in Metern als Funktionen des

Werte der Grundzahl p der Formel $h_x = 20p \left(1 - \frac{1}{1,0p^x}\right)$												
Alter x	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Scheitelhöhen in Metern.												
5	0,64	0,79	0,98	1,17	1,42	1,64	1,91	2,15	2,43	2,75	3,06	3,42
10	1,23	1,55	1,92	2,29	2,73	3,17	3,64	4,15	4,74	5,30	5,91	6,54
15	1,79	2,28	2,78	3,32	3,94	4,62	5,30	6,00	6,76	7,61	8,47	9,40
20	2,40	2,97	3,62	4,32	5,11	5,95	6,81	7,73	8,74	9,76	10,81	11,94
25	2,90	3,62	4,40	5,28	6,22	7,20	8,27	9,32	10,50	11,73	12,97	14,30
30	3,40	4,25	5,18	6,15	7,22	8,35	9,55	10,81	12,13	13,50	14,95	16,42
35	3,90	4,77	5,90	7,02	8,21	9,46	10,81	12,18	13,68	15,20	16,76	18,38
40	4,38	5,43	6,58	7,81	9,12	10,50	11,98	13,46	15,05	16,72	18,36	20,18
45	4,81	5,99	7,24	8,55	10,00	11,49	13,04	14,65	16,40	18,17	19,94	21,74
50	5,27	6,50	7,92	9,30	10,81	12,40	14,10	15,75	17,55	19,48	21,30	23,25
55	5,68	7,01	8,44	9,95	11,57	13,22	15,00	16,77	18,66	20,60	22,50	24,55
60	6,08	7,50	9,00	10,60	12,32	14,05	15,87	17,72	19,70	21,70	23,75	25,77
65	6,47	7,96	9,54	11,20	12,98	14,79	16,69	18,60	20,60	22,70	24,75	26,85
70	6,86	8,41	10,06	11,77	13,64	15,50	17,45	19,42	21,48	23,58	25,72	27,90
75	7,20	8,81	10,54	12,32	14,25	16,17	18,15	20,18	22,30	24,40	26,60	28,80
80	7,57	9,22	10,98	12,84	14,77	16,78	18,85	20,88	23,03	25,20	27,44	29,60
85	7,89	9,60	11,42	13,34	15,33	17,35	19,45	21,54	23,75	25,92	28,13	30,35
90	8,20	9,95	11,86	13,80	15,78	17,88	20,02	22,14	24,40	26,60	28,82	31,04
95	8,50	10,33	12,24	14,25	16,27	18,37	20,60	22,71	24,98	27,18	29,46	31,70
100	8,80	10,66	12,62	14,64	16,75	18,86	21,05	23,25	25,50	27,72	30,00	32,23
110	9,35	11,30	13,32	15,40	17,55	19,70	21,95	24,17	26,44	28,66	30,98	33,20
120	9,86	11,86	14,00	16,10	18,30	20,50	22,80	24,97	27,23	29,50	31,80	34,07
130	10,33	12,39	14,53	16,70	18,91	21,16	23,40	25,67	27,94	30,19	32,47	34,71
140	10,75	12,86	15,05	17,25	19,49	21,74	24,02	26,28	28,54	30,79	33,04	35,27
150	11,16	13,31	15,53	17,75	20,00	22,25	24,56	26,79	29,04	31,29	33,52	35,75
160	11,54	13,72	15,94	18,20	20,45	22,72	25,00	27,24	29,47	31,71	33,93	36,13
170	11,89	14,08	16,32	18,59	20,85	23,11	25,37	27,62	29,84	32,07	34,27	36,45
180	12,20	14,42	16,68	18,94	21,19	23,46	25,71	27,94	30,16	32,37	34,55	36,72
190	12,49	14,71	16,98	19,25	21,50	23,77	26,01	28,23	30,43	32,61	34,79	36,94
200	12,76	15,00	17,28	19,54	21,80	24,04	26,27	28,47	30,66	32,83	34,98	37,12
210	13,01	15,26	17,54	19,80	22,04	24,27	26,49	28,69	30,85	33,01	35,15	37,27
220	13,24	15,50	17,92	20,06	22,26	24,48	26,69	28,87	31,02	33,17	35,29	37,40

Gliedern, ebenso wie es zur Vergleichung verschiedener Höhenkurven untereinander zweckdienlich ist. Ich möchte daher hiermit die Bitte an alle jene Fachgenossen richten, welche sich mit Höhenuntersuchungen befassen, Versuche mit der oben erwähnten Formel zu machen, deren Ausrechnung in Tabelle II nunmehr fertig vorliegt. Es drängt sich bei der Betrachtung der Kurven in der Figur Seite 3 jedem Kenner der Höhenkurven sofort die Analogie auf, welche im Verlaufe der experimentell ermittelten Zahlenreihen mit den Kurven der logarithmischen Reihen besteht, sobald man das Ansteigen innerhalb des Jugendstadiums außer Betracht läßt. Sowohl die Form und der

von logarithmischen Reihen mit nach Standortsgüte wachsenden Grund-
 Alters x nach Abrechnung des Jugendstadiums i.

Werte der Grundzahl p der Formel $h_x = 20p \left(1 - \frac{1}{1,0p^x}\right)$											Alter x
2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	
Scheitelhöhen in Metern.											
3,77	4,15	4,53	4,92	5,43	5,81	6,29	6,65	7,23	7,78	8,24	5
7,19	7,95	8,64	9,40	10,14	10,94	11,87	12,64	13,57	14,02	15,35	10
10,28	11,33	12,28	13,36	14,40	15,48	16,66	17,83	19,05	20,25	22,49	15
13,08	14,31	15,59	16,85	18,22	19,49	20,97	22,36	23,82	24,43	27,78	20
15,62	17,03	18,48	20,00	21,50	23,03	24,70	26,29	28,00	29,75	31,37	25
17,92	19,45	21,10	22,73	24,40	26,16	27,92	29,76	31,58	33,42	35,28	30
20,00	21,75	23,48	25,20	27,10	28,93	30,88	32,77	34,75	36,70	38,68	35
21,88	23,70	25,60	27,46	29,47	31,38	33,38	35,48	37,46	39,49	41,61	40
23,59	25,50	27,52	29,46	31,54	33,54	35,63	37,73	39,86	41,98	44,13	45
25,14	27,16	29,20	31,21	33,36	35,45	37,59	39,73	41,94	44,07	46,37	50
26,54	28,57	30,70	32,83	34,97	37,14	39,36	41,51	43,78	45,97	48,19	55
27,81	29,93	32,06	34,25	36,43	38,64	40,87	43,13	45,29	47,60	49,82	60
28,96	31,12	33,34	35,50	37,71	39,96	42,20	44,44	46,69	48,94	51,22	65
30,00	32,20	34,40	36,65	38,88	41,12	43,32	45,62	47,93	50,16	52,42	70
30,94	33,16	35,41	37,52	39,91	42,15	44,40	46,48	48,94	51,21	53,46	75
31,80	34,05	36,29	38,54	40,79	43,07	45,34	47,62	49,84	52,12	54,36	80
32,58	34,81	37,09	39,34	41,61	43,87	46,12	48,39	50,65	52,90	55,14	85
33,27	35,52	37,79	40,06	42,34	44,58	46,84	49,09	51,35	53,59	55,80	90
33,90	36,14	38,46	40,71	42,96	45,21	47,46	49,71	51,94	54,17	56,38	95
34,48	36,75	39,03	41,26	43,54	45,77	48,00	50,22	52,47	54,69	56,88	100
35,37	37,72	39,95	42,23	44,45	46,69	48,88	51,14	53,31	55,50	57,68	110
36,28	38,53	40,77	43,00	45,22	47,42	49,61	51,79	53,76	56,12	58,27	120
36,95	39,18	41,39	43,61	45,86	47,98	50,15	52,31	54,45	56,64	58,71	130
37,50	39,71	41,90	44,10	46,26	48,42	50,57	52,71	54,83	56,94	59,04	140
37,95	40,14	42,32	44,48	46,66	48,77	50,90	53,01	55,11	57,20	59,29	150
38,31	40,49	42,64	44,79	46,92	49,04	51,15	53,24	55,32	57,40	59,47	160
38,62	40,77	42,91	45,04	47,15	49,25	51,34	53,42				170
38,87	41,00	43,12	45,23	47,33	49,41	51,49	53,55				180
39,07	41,19	43,29	45,39	47,47							190
39,24	41,34	43,43	45,51	47,58							200
39,38	41,46	43,54	45,61	47,67							210
39,49	41,56	43,63	45,69	47,74							220

Verlauf der einzelnen Kurven als auch deren Gradation läßt sich am einfachsten dadurch interpretieren, daß man sie als logarithmische Linien auffaßt, womit dann der Schlüssel zum Verständnis der Gesetzmäßigkeit des Höhenwachstums gegeben ist. Es wäre daher zu wünschen, daß künftig bei Untersuchungen über Höhenwachstum die Kurven des auf Seite 3 gegebenen Schemas nach Einstellung des 0 Punktes auf i neben den gefundenen Resultaten einpunktiert würden, um sofort die Gesetzmäßigkeit zu erkennen oder etwaige Abweichungen zu konstatieren. Denn schließlich stellt man ja doch alle Zuwachsuntersuchungen nur an, um die Erscheinungen des

Tabelle III. Bestandes-Mittelhöhen und Maximalhöhen von Fichten in verschiedenen Höhenregionen.

Forstamt	Waldbort				Scheitel- höhen				Forstamt	Waldbort				Scheitel- höhen																					
	Distrikt	Abteilung	Unterabteilung	Namen der Abteilung	Mittlere Seehöhe der Probe- fläche m	Durchschnittsalter des Bestandes Jahre	Mittlere Be- standeshöhe m	Grösste gewach- sene Baumhöhe m		Distrikt	Abteilung	Unterabteilung	Namen der Abteilung	Mittlere Seehöhe der Probe- fläche m	Durchschnittsalter des Bestandes Jahre	Mittlere Be- standeshöhe m	Grösste gewach- sene Baumhöhe m																		
I. Region zwischen 600 bis 800 m Seehöhe.																		Maut-Ost																	
Maut-West	XXXI	4	a	Weithütte	763	54	24,2	29,6		XXI	2	a	Gleichet- höb	1210	145	25,6	33,1																		
Wolffstein	VI	1	c	Schwartlau	753	73	30,6	34,1	"	XXII	5	a	Hochbuch- waldbhäng	1225	160	33,0	35,0																		
Assess. B.	"	3	c	Mitterling	715	73	29,2	34,1	"	XXIII	3	a	Euchsfallen- häng	1250	140	18,9	29,4																		
Schlichten- berg	"	6	a	Riesrente	738	75	24,8	32,6	"	"	3	a	"	1250	140	29,1	33,5																		
Maut-West	XXX	1	a	Mühlberg	675	80	23,9	30,8	"	XX	1	a	Eben- gleichet	1200	182	28,2	33,5																		
Wolffstein	XXXVIII	4	-	Fasen- sprung	690	83	24,8	33,8																											
"	"	2	b	Hirschlecken	610	100	29,4	35,8																											
II. Region zwischen 800 bis 1000 m Seehöhe.																		V. Hochmoore und sogenannte „Auen“ mit Fichtenbestockung (in verschiedenen Höhenlagen).																	
Wolffstein	I	2	b	Schwend- rentseite	920	75	29,2	34,7	Wolffstein	IV	8	b	Brunn- dobel	800	73	18,4	28,9																		
Ass. B.	"	3	b	Bärrent	920	75	25,8	27,4	Assess. Bez.	VI	1	c	Schwartlau	755	73	27,2	35,6																		
Schlichten- berg	IV	1	a	Finster- gefäll	938	75	31,2	36,5	"	"	3	b	"	750	75	24,5	31,8																		
"	"	3	d	"	"	"	"	"	"	IX	3	d	Wagnerau- häng	763	73	23,4	35,0																		
Neureichenau	XVIII	3	a	Hieselberg	885	75	24,2	31,8	Neureichenau	XIX	6	g	Abenberg	1060	75	22,2	28,0																		
"	XIX	4	c	Lerchen- baumstee	810	75	24,2	27,4	"	XIX	5	a	Janinau	820	80	28,0	33,5																		
"	XVIII	2	b	Gegenhäng	975	85	22,8	28,3	"	XIX	2	b	Michelsseite	962	85	24,2	28,6																		
"	XIX	5	f	Janinau	835	90	29,5	32,4	Maut-West	XXVIII	3	b	Ähorn- brunn	775	80	20,7	26,0																		
"	"	2	c	"	845	103	29,2	32,4	Bischofsrent	VII	1	c	Grenz- waldl	890	100	33,3	40,0																		
Bischofsrent	II	2	a	Almaier- Schlag	855	95	29,5	36,2	Maut-West	XII	4	d	Bockau	790	100	20,8	28,3																		

Wolffstein Aff. B.	I	2	a	Schwen- rentseite	853	110	30,4	35,3
Schlichten- berg	III	2	e	Lichtau	910	110	24,5	30,9
"	IV	1	b	Finster- gefäß	938	109	31,2	36,5
Bischofsrent	IV	4	e	Goldgru- benhäng	988	110	28,9	33,6
Wolffstein Aff. Schlich- tenberg	I	3	a	Bärenrent	853	115	26,2	35,0
Bischofsrent	I	1	d	Fuchsloch	850	120	29,5	35,3
"	III	5	c	Schwarz- bachhäng	910	130	32,4	38,8
"	VI	4	d	Marberau	875	130	34,7	39,1

III. Region zwischen 1000 bis 1200 m Seehöhe.

Neureichenau	VIII	2	e	Licht- geichtet	1105	75	20,7	25,7
"	"	2	c	"	1135	95	20,7	27,1
Maut-Ost	XVII	5	a	Sieben- steinkopf	1175	125	30,6	36,4
"	XVIII	1	b	Muckenloch	1175	140	29,2	35,5
"	"	1	b	"	1138	140	29,2	34,7
"	XIX	3	a	Bach- schlucht	1063	160	35,5	39,7
"	XX	2	b	Lichtgsteinet	1100	165	30,2	39,2
"	XXII	5	a	Hochbuch- waldbhäng	1025	160	37,0	41,5
"	XIX	1	a	dr. Fiß	1188	150	28,8	38,2
"	"	1	d	"	1175	172	25,7	35,8
"	"	1	d	"	1163	172	26,8	36,7
"	"	2	b	Bärenhöhl	1150	175	30,7	35,8
"	"	2	b	"	1160	175	25,7	35,2
"	XX	1	a	Eben- geichtet	1188	175	27,4	33,5

IV. Region über 1200 m Seehöhe.

Neureichenau	XVII	3	d	Marktweib	1235	75	19,0	21,6
Maut-Ost	XXI	1	-	Marktopf	1288	90	26,5	35,0
Maut-West	XXXIII	5	b	Hoch- geichtet	1200	120	23,3	29,1

Bischofsrent	IV	4	d	Goldgru- benhäng	1015	110	27,1	33,3
Maut-West	XXVIII	3	c	Horn- brunn	790	110	28,9	35,3
"	"	2	b	Schwarzan	838	115	26,3	33,0
Bischofsrent	IV	4	a	Goldgru- benhäng	985	115	29,2	35,3
"	"	1	b	Bartlau	960	115	30,0	33,8
"	"	3	e	Gabswalb	930	115	28,3	33,8
"	"	1	d	Bartlau	988	120	27,7	35,6
Neureichenau	XIV	1	c	Bärenlücke	880	120	30,0	34,4
Bischofsrent	VII	4	a	Hammered	830	120	32,4	39,4
"	IV	2	b	Jägerhäng	963	125	31,2	41,1
"	VI	1	c	Neuschlag	925	125	31,2	42,6
"	V	2	b	Säggügel	1030	125	27,7	34,7
"	VII	3	b	Theresen- häng	840	127	32,4	39,4
Maut-Ost	XVII	3	b	Holzschub- brunn	1012	125	29,2	34,4
Neureichenau	XIII	4	e	Brumm- dobel	830	125	32,4	36,8
"	"	4	b	"	850	130	29,5	32,7
"	XIII	7	b	Hirschberg	835	130	33,8	35,9
"	XIV	2	a	Zundersteig	895	130	30,9	35,6
"	"	3	c	Steinberg	930	130	30,9	35,6
"	"	5	c	Jägerau	870	130	28,9	34,4
"	XII	1	c	Landesnecht	875	135	31,8	38,2
"	XIII	2	c	Kohlschlag	840	135	32,4	36,8
"	XV	1	b	Hinter- Blößberg	955	135	28,9	33,8
"	"	2	a	Lichtauwalb	965	138	28,3	33,8
"	XII	3	a	Rund- gsteibwalb	888	140	28,6	38,2
"	XIII	1	c	Brenntfäß	825	150	31,5	36,8
"	XV	5	b	Borber- Blößberg	945	150	29,5	35,6
Bischofsrent	V	3	a	Kaltan	1063	155	25,4	30,1
Maut-Ost	XVII	2	b	Strenberg	1012	150	34,1	37,6
"	XXII	4	c	Bären- riegeln	1033	157	37,1	41,5
"	XIX	2	a	Reischhäng	1140	160	28,9	36,7

Untersuchungen über das Höhenwachstum der Fische etc.

Wachstums auf ihren naturgesetzlichen Zusammenhang zu prüfen. Die Negation jeder Gesetzmäßigkeit in diesem Gebiete, wie sie kürzlich ein Kritikus schroff aussprach, würde den Zuwachsuntersuchungen überhaupt jede Bedeutung absprechen, da ihre Ergebnisse auf andere Fälle als die untersuchten nicht übertragbar wären.

Außer dem Zuwachsgang der einzelnen Stämme und Stammklassen eines Bestandes ist für theoretische und praktische Zwecke der Verlauf der **Bestandes-Mittelhöhen** von Wichtigkeit; dieselben erhält man als geometrische Mittel aus der Bestandesmasse, indem letztere durch das Produkt von Stammgrundflächensumme mal mittlerer Formzahl dividiert wird. Zu diesem Zwecke berechnete ich aus den Original-Aufnahmen der Probeflächen die Stammgrundflächensummen für jede einzelne Probe-
fläche und die mittlere Schaftformzahl unter Zugrundelegung der bayerischen Massentafeln. Der Quotient ist die Bestandes-Mittelhöhe, welche in der Tabelle III eingetragen und nach Höhenregionen der Standorte gruppiert wurde. Diese Tabelle III auf Seite 8 und 9 zeigt gleichzeitig, in
(Siehe Tabelle III S. 8 und 9).

welchen Waldorten die Untersuchungen über die Probestämme angestellt worden sind und bildet so gewissermaßen eine orientierende Ergänzung zu der graphischen Darstellung auf Seite 3, welche namentlich für den Lokalfundigen Interesse hat. Neben der Bestandes-Mittelhöhe ist noch die höchste auf jeder Probefläche vorkommende Scheitelhöhe eingetragen. Nachdem ich mir auch über die Bestandes-Mittelhöhen eine graphische Darstellung gemacht hatte, deren Veröffentlichung aber unterbleiben muß, konnte der Verlauf der Mittelhöhen durch folgende p des Schemas ausgedrückt werden: Am raschesten steigen die Mittelhöhen in der Region 600—800 m, aus welcher allerdings nur Bestände bis zu 100 jährigem Alter vorhanden waren. Die besten Bestände dieser Region liegen zwischen $p = 2,0$ bis 2,1 und erreichen schon bei 75 Jahren eine Mittelhöhe von 30 Metern, die geringeren Bonitäten wachsen nur mit 1,7 bis 1,8 zu. Fast das Gleiche gilt auf für die im unteren Teile des Gebirges gelegenen Fichtenbestände der Region 800—1000 m, welche aber vorwiegend der Reihe $p = 1,8$ angehören. In der nächst höheren Region 1000—1200 m liegt die Mittelhöhe hauptsächlich zwischen den Reihen der Grundzahlen 1,6 bis 1,7, geht aber in den rauheren Lagen in die Reihe der eigentlichen Hochwaldfichten mit $p = 1,5$ über. Die geringste Mittelhöhe von 18,9 m bei 140 Jahren zeigte eine Probefläche von in rauher Lage befindlichen Hochwaldfichten der Abteilung Luchsfallenhänge im Forstamte Maut-Nst, deren Reihe der Grundzahl 1,2 angehört. Um die Höhen der Fichten an der Baumgrenze des Zuzengipfels bei 1340 bis 1350 m

Seehöhe kennen zu lernen, habe ich mittels Hypsometers eine Anzahl Messungen freistehender Bäume ausgeführt und gefunden:

Eine Fichte von 63,5 cm Brusthöhendurchmesser und einem nach benachbarten Stockabschnitten eingeschätzten Alter von ca. 220 Jahren hatte eine Scheitelhöhe von 21,8 m,

eine zweite von 33,0 cm Durchm. ca. 95 jährig, maß 13,2 m

" dritte " 66,0 " " " 255 " " 24,2 "

" vierte " 90,5 " " " 280 " " 20,4 "

" fünfte " 105,0 " " " 330 " " 25,6 "

Diese Höhen entsprechen, im Sinne obiger Formel als Exponentialfunktionen der Zeit aufgefaßt, einem $p = 1,1$ bis $1,3$ und stimmen so mit den übrigen Baumhöhen der IV. und V. Klassenstämme von Hochwald-
fichten ziemlich gut überein.

Die Urich'sche Zündnadelspengschraube und ihre Verbesserungen.

Von Karl Hefele, Assistent an der kgl. forstlichen Versuchsanstalt in München.

Im Februarhefte 1894 des forstwissenschaftlichen Centralblattes macht uns Herr fürstl. Forstmeister i. B. Urich zu Darmstadt mit einer Abänderung seiner so trefflichen Sprengschraube bekannt, welche vor allem bestimmt ist, die von Heß¹⁾ der Fribolinschen Schraube zugeschriebenen Vorteile auch auf den Zündnadelapparat Urichs zu übertragen. Heß sucht nämlich die kräftigere Wirkung der Fribolinschen Schraube ohne Zweifel mit vollem Rechte einzig und allein darin,²⁾ daß sich dabei der in der Schraube befindliche Schuß in einen Hohlraum entlädt, wodurch die eingeschlossene Luft komprimiert und erhitzt wird, was zur Erhöhung des Sprengeffectes wesentlich beiträgt.

Ehe ich nun auf die Art und Weise, wie dies bei der Zündnadelspengschraube nach der neuen Abänderung erreicht werden soll, näher eingehe, möge mir gestattet sein, eine kurze Bemerkung über die Konstruktion der meist gebrauchten Fribolinschen und der Urich'schen Zündnadelspengschraube resp. über die Zündung bei denselben, voranzuschicken.

Es macht unwillkürlich einen etwas komischen Eindruck, wenn man ein Instrument vor sich liegen sieht, das einem Gewehr, wie die Fri-

1) Heß, Untersuchungen über den Erfolg und Kostenaufwand bei Stockspengungen. VI. Art. Forstw. Centralblatt 1894, S. 432.

2) Heß, ebenda, S. 442.