

HET SPILVORMGETAL VAN GROVE DENNEN IN NEDERLAND

DOOR

A. H. L. BÄHLER EN K. BOSMAN

MET NASCHRIFT DOOR PROF. DR. A. H. BERKHOUT

In de publicatie: „Het meten der boomen in verband met hun aanwas”, is aangetoond, dat er zoo goed als geen verband bestaat tusschen het spilvormgetal (V) en de hoogte (H) der grove dennen, en evenmin tusschen V en den diameter (D).

De vraag deed zich nu voor, bestaat er toch wel verband tusschen hoogte, dikte en vormgetal, al is dit dan ook van gecompliceerden aard.

Om deze quaestie op te lossen werd in de eerste plaats met hulp van de normaal vergelijkingen uit de 101 boomen van het Fijnbosch te Breda de constanten c en m uit de formule $V = cH^m$ berekend en daarvoor gevonden (zie bijlage I)

$$\log c = 0,73933 \quad c = 5,487$$
$$m = -0,257474.$$

Bij vergelijking van de cijfers, verkregen bij toepassing van het op deze beide constanten gebaseerde staatje, met de cijfers gevonden met de sectiemethode bleek $E_0 = 0,036$ te zijn.

Met behulp van dit staatje werden daarna de vormgetallen van het Afgebrande bosch berekend en vergeleken met die welke gevonden waren uit de berekening der toegepaste sectiemethode. De constante fout was 0,008; de $E_0 = 0,032$, d.w.z., past men het vormgetal staatje van het Fijnbosch toe op het Afgebrande bosch dan ligt de fout in 67 van de 100 gevallen tusschen de $0,008 \pm 0,032$. De constante fout is weg te nemen door steeds bij de uitkomst 0,008 op te tellen. De E_0 's der beide bosschen komen vrij goed overeen (0,036 en 0,034).

Andere formules als $V = c + \frac{c^1}{H}$ enz. (zie bijlage II) werden berekend uit het totaal aantal boomen van het Afgebrande

bosch te Wageningen, Hoeven en Zuiderbosch te Ede en het Fijnbosch te Breda, maar gaven geen betere resultaten.

Uit 1066 boomen van verschillende Ned. bosschen werd de correlatie coëfficiënt γ tusschen hoogte en vormgetal berekend en gevonden $-0,984$. Ook diameter en vormgetal gaf een goede correlatie coëfficiënt n.l. $-0,959$.

Dat er hier zoo'n goed verband bestaat, terwijl voor het Afgebrande bosch resp. Hoeven + Zuiderbosch de γ slechts $-0,425$ en $-0,254$ was voor diameter en vormgetal, en $-0,507$ en $-0,223$ voor hoogte en vormgetal, behoeft niet te verwonderen. Maakt men n.l. een grafische voorstelling van hoogte en vormgetal of diameter en vormgetal, van het totaal der bosschen en van de afzonderlijke bosschen dan ziet men, dat die der afzonderlijke bosschen slechts een klein gedeelte der grafische voorstelling bedekt, en de punten in dit gedeelte over het geheele stuk verdeeld liggen.

Daar er zoowel tusschen vormgetal en hoogte als tusschen vormgetal en diameter, wanneer men met een groot aantal boomen werkt, een goede correlatie gevonden werd, is getracht een formule te vinden, die het vormgetal als functie van hoogte en diameter uitdrukt maar bovendien zoo eenvoudig mogelijk en tevens buigzaam is.

Hiervoor werd gekozen $V = c.H^m D^l$.

De constanten, c , m en l werden in bijlage III berekend en gevonden $c = 9,708$, $m = -0,1100119$, $l = -0,12032$, zoodat de formule wordt $V = 9,708 H^{-0,1100119} D^{-0,12032}$.

Hieruit blijkt, hoe de hoogte en de diameter ten naaste bij een gelijken invloed uitoefenen op het verloop van het vormgetal. Dit is in overeenstemming met de correlatiecoëfficiënten.

Voor E_0 werd $0,075$ gevonden. (Zie bijlage IV.)

Andere formules voor hoogte en vormgetal of diameter en vormgetal afzonderlijk gaven minder goede uitkomsten.

De vormgetallen van 20 boomen uit „de Brakken” te Breda, welke boomen niet behoorden tot de 1066, waaruit de formule werd berekend, werden volgens de formule $V = cH^m D^l$ bepaald. (Zie bijlage V). Voor E_0 werd $0,041$ gevonden.

Prof. Dr. A. SCHWAPPACH geeft in: „Formzahlen und Massentafeln für die Kiefer” een tabel voor spilvormgetallen. Hij verdeelt de opstanden in 3 ouderdomsklassen n.l. 21—40 jaar, 41—80 jaar en boven 80 jaar. Verder maakt hij onderscheid tusschen Noord-Duitschland (Brunswijk, Pruisen en Saksen) en Zuid-Duitschland (Baden, Hessen en Württemberg). De tabellen hebben tot ingang hoogte en diameter.

De vormgetallen van de 20 boomen van „de Brakken” te

Breda werden ook volgens SCHWAPPACH berekend (ouderdomsklasse 41—80 jaar Noord-Duitschland). De E_0 bleek 0,053 te zijn.

Dezelfde boomen werden volgens KUNZE (Neue Methode zur raschen Berechnung der unächten Schaftformzahlen der Fichte und Kiefer) berekend en hierbij werd een E_0 van 0.016 gevonden. KUNZE geeft hier de beste uitkomst, wat zou kunnen toegeschreven worden aan het feit dat KUNZE als ingang ook de q_2 (diameter op halve hoogte : diameter op borsthoogte) gebruikt.

Voor deze 20 boomen werden de q_2 's nauwkeurig bepaald door meting met de klem van den diameter op halve hoogte der boom.

Het opmeten der dikte op halve hoogte is, wanneer men de boom niet beklimt, minder nauwkeurig, waardoor de q_2 's en daarmee ook de vormgetallen volgens KUNZE grootere fouten zullen geven.

Voor zoover de tabellen van SCHWAPPACH voor Noord- en Zuid-Duitschland voor de ouderdomsklasse boven 80 jaar aangeven, zijn deze toegepast op de samengetrokken aantallen van 't Afgebrande bosch, Fijnbosch en Hoeven + Zuiderbosch.

De tabel voor Noord-Duitschland geeft in bijna alle gevallen een te hooge uitkomst. De constante fout bedraagt + 4,5 % $E_0 = 10,7$ %. De tabel van Zuid-Duitschland stemde in dit geval beter met de werkelijkheid overeen. De constante fout hiervan was 0,9 %, $E_0 = 7,7$ % (zie bijlage VI).

Om de grenzen vast te leggen tusschen welke de vormgetallen ineen bepaalden opstand liggen, werd de deviatie der vormgetallen van de boomen in enkele bosschen berekend en in bijlage VII weergegeven.

Hieruit zien we, dat de E_0 's in de eerste vijf bosschen vrijwel constant zijn. Voor het laatste bosch werd een grooter deviatie gevonden.

Echter moet hierbij in aanmerking genomen worden, dat in het Zandbosch alleen het uitgekapte dunnings-materiaal werd opgenomen.

Om te zien hoeveel boomen men noodig heeft om een vrijwel constante deviatie te krijgen, werden de boomen der verschillende bosschen in groepen verdeeld van 30—35 individuen. Volgens bijlage VII blijkt dit aantal voldoende te zijn om E_0 vast te leggen.

Berekent men de deviatie der vormgetallen van alle boomen van het Afgebrande bosch, Fijnbosch, Hoeven en Zuiderbosch te samen, dan vindt men 0,049, terwijl de bosschen afzonderlijk respectievelijk een E_0 gaven van 0,037, 0,035 en 0,035. Dat de

E_0 der gezamenlijke bosschen grooter is dan van de afzonderlijke bosschen, komt doordat de gemiddelde vormgetallen vrij sterk uiteenloopen. Deze gemiddelden zijn respectievelijk 0,524, 0,459 en 0,447.

Ook voor het totaal dezer gezamenlijke bosschen werden groepen gevormd, en wel van 70 boomen. Het aantal boomen per groep is grooter genomen (vroeger 30—35), omdat de vormgetallen der boomen uit verschillende bosschen meer uiteenloopen dan de vormgetallen uit eenzelfde opstand.

Groep	Aantal	Gemiddeld vormgetal	E_0
I	70	0.469	0.051
II	70	0.477	0.050
III	70	0.478	0.051
IV	70	0.481	0.054
V	70	0.472	0.046
VI	70	0.466	0.054

Zooals men ziet loopen de E_0 's bij een aantal van 70 boomen niet veel uiteen.

Ook werd de deviatie berekend der vormgetallen van 6 groepen, zoo, dat in groep I de vormgetallen kwamen van 0,360—0,399, groep II van 0,400—0,439 enz.

Groep	Klasse	Aantal boomen	Gemiddeld vormgetal	E_0
I	0.360 — 0.399	27	0.386	0.012
II	0.400 — 0.439	90	0.423	0.012
III	0.440 — 0.479	128	0.459	0.012
IV	0.480 — 0.519	97	0.500	0.012
V	0.520 — 0.559	59	0.534	0.012
VI	0.560 — 0.599	25	0.575	0.011

Dat de deviatie nu klein wordt spreekt van zelf, aangezien de vormgetallen reeds naar hun grootte gerangschikt zijn. Dit heeft in de praktijk geen zin, omdat men aan de boomen in een opstand niet kan zien in welke klasse ze volgens hun vormgetal zouden moeten ingedeeld worden.

Wageningen, 14 November 1922.

A. H. L. BÄHLER.
K. BOSMAN.

NASCHRIFT.

Wanneer de houtteler in Nederland er belang bij heeft den spilinhoud van een groven den eenigszins nauwkeurig vast te stellen, meet hij diens hoogte en dikte.

Daarna elaat hij in een Duitsche tabel op het vormgetal, dat bij de gevonden maten past, en is hij dan in staat uit de drie bekend geworden factoren den inhoud te berekenen.

Herhaaldelijk werd nu geklaagd, dat de Duitsche vormgetallen niet goed passen bij de in Nederland groeiende dennen.

De eerste vraag, die zich bij het beoordeelen van deze klacht voordoet, betreft hare gegrondheid.

Slechts wanneer men een groot aantal boomen nauwkeurig onderzocht heeft kan men over de queastie een oordeel vellen.

Tijdens mijn hoogleeraarschap aan de Landbouwhoogeschool zijn een 1000-tal dennen met hulp der sectiemethode gecubeerd geworden en vonden vooronderzoekingen plaats, die in de hier voorafgaande bladzijden door mijn toenmalig hulppersoneel gedeeltelijk zijn verwerkt.

Het blijkt nu inderdaad, dat o.a. de SCHWAPPACHSCHE Noord-Duitsche tafel minder geschikt is voor Nederland.

De met haar gevonden uitkomsten zijn 4,5 % te hoog.

De Zuid-Duitsche is beter bruikbaar, gaf slechts een afwijking van 0,9 % met $E_0 = 7,7$ %.

Wanneer men dus met de laatste werkt doet men goed van het in de tafel gevonden bedrag 1 % af te trekken.

Men moet er rekening mede houden, dat men dan nog niet zeker is van het cijfer, maar dat men gevoeglijk een weddenschap kan aangaan van 2 tegen 1 dat de afwijking naar de positieve of negatieve zijde niet grooter is dan 7,7 % of met andere woorden dat van de vormgetallen van een 100 tal boomen ongeveer 67 stuks liggen tusschen de gevonden cijfers vermeerderd en verminderd met 7,7 %.

Een tweede vraag is het waaraan de afwijkingen zijn toe te schrijven.

De vorm der grove dennen kan in Duitschland anders zijn dan hier, waar een ander klimaat heerscht.

Ware nu de overeenstemming tusschen de Nederlandsche vormgetallen en die van Noord-Duitschland beter geweest, dan die met de Zuid-Duitsche dan zou men geneigd zijn het klimaat de schuld van de afwijking te geven, nu zal men eerder aannemen, dat andere factoren in het spel zijn.

Het ligt dan ook voor de hand, dat men het verschil toeschrijft aan de methode van berekening der vormgetallen.

In tabel VII ziet men, dat de vorm der boomen uit een en het zelfde bosch vrijwel gelijk is.

Zondert men het Zandbosch uit dan kan men *grosso modo* verklaren, dat de E_0 voor alle in die tabel vermelde bosschen bedraagt 0,04.

Wanneer men de vormgetallen in een dier bosschen b.v. in het Fijnbosch graphisch opdraagt vallen 67 % binnen een strook, die b.v. voor het Fijnbosch ligt tusschen $0.459 + 0.035 = 0.494$ en $0.459 - 0.035 = 0.424$.

In het Afgebrande bosch vielen in 1916 de vormgetallen der 154 toen gemeten boomen tusschen $0.523 + 0.037$ en $0.523 - 0.037$ dus tusschen 0,560 en 0,486.

Gebruikt men nu het vormgetal van het Fijnbosch (0,459) voor de boomen in het Afgebrande bosch (in 1916 0,523) dan begaat men een belangrijke fout, want de gemiddelde vormgetallen dier beide bosschen wijken af 14 %

$$\frac{0,523 - 0,459}{0,459} \times 100 = 14 \%$$

Uit het voorafgaande volgt, dat het wenschelijk is voor verschillende bosschen diverse vormgetallen te gebruiken.

Heeft men een tafel gemaakt voor de gezamenlijke boomen uit het Afgebrande en het Fijnbosch dan zal die tafel voor een bepaald gebied betrouwbare totale uitkomsten geven zoo in dat boschgebied de boomen voor de helft bestaan uit stammen van het type van het Afgebrande bosch en voor de helft van het type Fijnbosch.

Nu schuilt een groote moeilijkheid in het maken van een tabel van een bruikbaar mengsel der typen.

Hoe meer uiteenloopende typen men tot één tabel verwerkt des te grooter wordt natuurlijk E_0 zooals uit een graphische voorstelling direct is in te zien.

Het is verklaarbaar dat men bij de samenstelling van een vormgetaltafel deze gescheiden maakt voor verschillende typen of m. a. w. dat men ze maakt met verschillende ingangen.

De tafel van KUNZE bleek in Wageningen het best te voldoen, doordat daarbij gebruik gemaakt wordt van het vormquotient d. i. de verhouding tusschen de dikte op halve- en op borsthoogte.

Terecht maakt men hier in de voorafgaande verhandeling de opmerking, dat het meten van de dikte op halve hoogte een moeilijke zaak is en slechts voldoende nauwkeurig geschieden kan door beklimming van den boom.

Gaat men daartoe over dan doet men verstandig de diameter

tevens te meten bij 1, 3, 5 enz. M. en dus de sectiemethode toe te passen.

De optische diktemeting is voor Nederlandsche grove dennen niet aanbevelenswaardig. Zij kost, wil ze nauwkeurig geschieden meer tijd dan de beklimming en staat daarbij bovendien in graad van nauwkeurigheid ten achter.

Zoolang er geen betrouwbare tafels voor vormgetallen bestaan (en zulks is o.i. met uitzondering van de moeilijk te gebruiken tafel van KUNZE het geval) moet den raad gegeven worden bij nauwkeurige opnamen den inhoud met hulp van de sectiemethode vast te stellen.

Voor het gewone grovere werk bereikt men het vlugst en het best zijn doel door voor den groven den in Nederland te bezigen een inhoudstafel in den vorm van die welke gepubliceerd werd in de Mededeelingen XVII afl. 4 en 5.

Mocht men er t. z. t. toe overgaan een nauwkeurige vormgetal-tafel voor den groven den samen te stellen dan wijzen de plaatsgevonden onderzoekingen den weg, welke bewandeld moet worden.

De vraag evenwel is of het wel ooit gelukken zal een vormgetal-tafel samen te stellen die nauwkeurig geacht moge worden voor fijn werk.

Bennekom, November 1922.

A. H. BERKHOUT.

Berekening der formule $V = c.H^m$ voor het Fijnbosch te Breda volgens de normaal vergelijkingen:

$$[n]. \log c + m. [n \log H] = [n \log V]$$

$$[n \log H]. \log c + m. [n \log^2 H] = [n \log V. \log H]$$

n	H.	V.	log H.	log V.	n.log H.	n.log V.	n.log ² H.	n.log H. log V.
1	1550	0.440	0.19033	0.64345	0.19033	0.64345	0.036226	0.122468
7	1700	0.491	0.23045	0.69108	1.61315	4.83756	0.371750	1.114816
6	1782	0.479	0.25091	0.68034	1.50546	4.08204	0.377735	1.024225
24	1892	0.468	0.27692	0.67025	6.64608	16.08800	1.840432	4.454535
19	2006	0.448	0.30233	0.65128	5.74427	12.37432	1.736665	3.741128
21	2101	0.458	0.32243	0.66087	6.77103	13.87827	2.183183	4.474771
10	2186	0.438	0.33965	0.64147	3.39650	6.41470	1.153621	2.178753
11	2287	0.448	0.35927	0.65128	3.95197	7.16408	1.419824	2.573839
2	2368	0.458	0.37438	0.66087	0.74876	1.32174	0.280321	0.494833
101					30.56755	66.80216	9.399757	20.179368

De aanwijzers voor log H en log V zijn in de berekening gemakshalve weggelaten.

De normaal vergelijkingen worden derhalve:

$$101 \log c + 30,56755 m = 66,80216$$

$$30,56755 \log c + 9,399757 m = 20,179368$$

Hieruit worden log c en m berekend.

$$\log c = 0,73933 \quad c = 5,487$$

$$m = -0,257474.$$

Berekening van E_0 .

$$V(\text{formule}) = 5,487 H^{-0,257474}$$

n	H	Vorm- getal volgens formule	Vorm- getal volgens sectie- methode	Vershil = v	v. v.	n. v. v.
1	1550	0.490	0.440	0.050	0.002500	0.002500
7	1700	0.479	0.491	0.012	0.000144	0.001008
6	1782	0.473	0.479	0.006	0.000036	0.000216
24	1892	0.466	0.468	0.002	0.000004	0.000096
19	2006	0.459	0.448	0.011	0.000121	0.002299
21	2101	0.453	0.458	0.005	0.000025	0.000525
10	2186	0.449	0.438	0.011	0.000121	0.001210
11	2287	0.443	0.448	0.005	0.000025	0.000275
2	2368	0.439	0.458	0.019	0.000361	0.000722
101						0.008851

$$E_0 = \sqrt{\frac{0.008851}{7}} = \sqrt{0.00126443} = 0.036$$

H	log H	m log H	log V	V
9	0.95424 — 1	+ 0.01178	0.75111	0.564
10	0.	0.	0.73933	0.549
11	0.04139	— 0.01066	0.72867	0.535
12	0.07918	— 0.02039	0.71894	0.524
13	0.11394	— 0.02934	0.70999	0.513
14	0.14613	— 0.03762	0.70171	0.503
15	0.17609	— 0.04534	0.69399	0.494
16	0.20412	— 0.05256	0.68677	0.486
17	0.23045	— 0.05933	0.68000	0.479
18	0.25527	— 0.06573	0.67360	0.472
19	0.27875	— 0.07177	0.66756	0.465
20	0.30103	— 0.07751	0.66182	0.459
21	0.32222	— 0.08296	0.65637	0.453
22	0.34242	— 0.08816	0.65117	0.448
23	0.36173	— 0.09314	0.64619	0.443
24	0.38021	— 0.09789	0.64144	0.438
25	0.39794	— 0.10246	0.63687	0.433
26	0.41497	— 0.10684	0.63249	0.429

Uit de formule $\log V = \log c + m \log H$ zijn de vormgetallen berekend bij een hoogte van 9, 10 enz. M. Is de boom b.v. 20 M. hoog, dan is het vormgetal 0,459.

BILAGE II.

Overzicht van eenige formules voor het vormgetal en de toepassing op verschillende bosschen.

Formule	Berekend uit:	E_0	Toegepast op:	Con- stante fout	E_0
$V = c + \frac{c'}{H}$	Afgebrande bosch, Hoeyen, Zuiderbosch en Fijnbosch..	0.046	Brakken te Breda	0.022	0.036
			Papennuts " "	0.007	0.031
			Fijnbosch " "	0.007	0.033
	Hoeyen en Zuiderbosch, Ede		0.005	0.034	
	Afgebrande bosch		0.000	0.031	
$V = c + \frac{c'}{H} + c'' D^2$	Idem	0.047	Brakken	0.029	0.037
$V = c + c' D^2$	Idem	0.051			
$V = c + \frac{c'}{D}$	Idem	0.107			
$V = c, H, m$	Fijnbosch te Breda	0.036	Afgebrande bosch	0.008	0.032
			Papennuts te Breda	0.000	0.032

Berekening van de constanten c , m , en l uit de formule
 $V = c.M^m D^l$ voor 1066 Nederlandsche grove dennenboomen.

n.	V.	H.	D.	log V.	log H.	log D.	n. log V.	n. log H.
375	0.650	6.51	5.2	0.81291	0.81358	0.71600	304.84125	305.09250
134	0.586	7.92	8.7	0.76790	0.89873	0.93952	102.89860	120.42982
21	0.573	10.85	14.6	0.75815	1.03543	1.16435	15.92115	21.74403
80	0.494	15.87	19.7	0.69373	1.20058	1.29447	55.49840	96.04640
134	0.483	16.98	24.5	0.68395	1.22994	1.38917	91.64930	164.81196
165	0.477	17.49	29.2	0.67852	1.24279	1.46538	111.95580	205.06035
92	0.457	19.10	34.3	0.65992	1.28103	1.53529	60.71264	117.85476
47	0.453	20.25	38.1	0.65610	1.30643	1.58092	30.83670	61.40221
10	0.419	21.65	43.8	0.62221	1.33546	1.64147	6.22210	13.35460
4	0.415	20.53	47.6	0.61805	1.31239	1.67761	2.47220	5.24956
3	0.431	22.86	52.5	0.63448	1.35908	1.72016	1.90344	4.07724
1	0.446	22.17	60.0	0.64933	1.34577	1.77815	0.64933	1.34577
1066							785.56091	1116.46920

n.log D.	n.log D. log V.	n.log D. log H.	n.log ² D	n.log H. log V.	n.log ² H
268.50000	218.26633	218.44623	192.24600	248.01274	248.21716
125.89568	96.67529	113.14622	118.28151	92.47806	108.23389
24.45135	18.53779	25.31766	28.46993	16.48524	22.51442
103.55760	71.84101	124.32918	134.05221	66.63027	115.31139
186.14878	127.31646	228.95183	258.59230	112.72314	202.70882
241.78770	164.05779	300.49134	354.31086	139.13755	254.84695
141.24668	93.21151	180.94123	216.85462	77.77471	150.97548
74.30324	48.75036	97.07198	117.46748	40.28599	80.21769
16.41470	10.21339	21.92118	26.94424	8.30937	17.83453
6.71044	4.14739	8.80671	11.25750	3.24449	6.88947
5.16048	3.27422	7.01351	8.87685	2.58693	5.54130
1.77815	1.15461	2.39298	3.16182	0.87385	1.81110
1195.95480	857.44615	1328.83005	1470.51532	808.54234	1215.10220

De normaalvergelijkingen worden:

$$1066 \quad \log c + 1195.9548 \quad l + 1116.4692 \quad m = 785.56091$$

$$1195.9548 \quad \log c + 1470.51532 \quad l + 1328.83005 \quad m = 857.44615$$

$$1116.4692 \quad \log c + 1328.83005 \quad l + 1215.10220 \quad m = 808.54234$$

Uit deze drie vergelijkingen kunnen $\log c$, l en m berekend worden.

$$\log c = 0.98713 \quad c = 9.708 \quad l = -0.12032 \quad m = -0.1100119$$

BIJLAGE IV.

Berekening van E_0 van de formule $V = cH^m D^l$

$$\log c = 0.98713 \quad m = -0.110019 \quad l = -0.12032$$

De vormgetallen, berekend volgens de formule, zijn vergeleken met die welke volgens de sectiemethode gevonden zijn en hieruit is E_0 berekend.

n.	m.log H.	l.log D.	m.log H + l.log D.	m.log H H. + l. log D + log c = log V.	Vfor- mule	V. vol- gens sectie me- thode	Ver- schil = v.	v.v.	n.v.v.
	— 0.	— 0.	— 0.	0.	0.	0.	0.	0.00	0.0
375	08950	08615	17565	81148	648	650	002	0004	01500
134	09887	11304	21191	77522	596	586	010	0100	13400
21	11391	14009	25400	73313	541	573	032	1024	21504
80	13208	15575	28783	69930	500	494	006	0036	02880
134	13531	16714	30245	68468	484	483	001	0001	00134
165	13672	17631	31303	67410	472	477	005	0025	04125
92	14093	18473	32566	66147	459	457	002	0004	00368
47	14372	19022	33394	65319	450	453	003	0009	00423
10	14692	19750	34442	64271	439	419	020	0400	04000
4	14438	20185	34623	64090	437	415	022	0484	01936
3	14951	20697	35648	63065	427	431	004	0016	00048
1	14805	21395	36200	62513	422	446	024	0576	00576
									50894

$$E_0 = \sqrt{\frac{0.050894}{12-3}} = \sqrt{0.005654} = 0.075.$$

BIJLAGE IV.

Vormgetallen tabel voor Nederlandsche grove dennen berekend uit de formule $V = c.H^m D^l$.

Ingangen der tabel hoogte (H) en diameter (D).

H	VORMGETALLEN											
	D = 3	8	13	18	23	28	33	38	43	48	53	58
4	730	649										
5	713	633										
6	698	621	585									
7	687	610	576									
8	677	601	567	545								
9		594	560	538								
10		587	553	532								
11		581	548	527								
12		575	542	522	506							
13		570	538	517	502	489	479					
14		565	533	513	498	486	476	468				
15		561	529	509	494	483	473	465				
16		557	526	505	491	479	470	462				
17			522	502	487	476	467	459				
18			519	499	484	473	464	456	449			
19			516	496	482	470	461	453	447			
20			513	493	479	468	458	451	444	438		
21				491	476	465	456	448	442	436		
22				488	474	463	454	446	439	434	429	
23				486	472	460	451	444	437	432	426	
24				483	469	458	449	442	435	430	424	420

BIJLAGE V.

Vergelijking van de vormgetallen uit 20 grove dennen in „de Brakken” te Breda, berekend uit de sectiemethode, en volgens de formule $V = c.H^m D^l$ (zie staatje der vormgetallen bijlage IV).

D. c.M.	H. in meters	Vormgetallen		verschil = v.	v. v.
		werkelijk	formule		
19	15.9	0.521	0.502	0.019	0.000361
20	16.9	0.546	0.496	0.050	0.002500
20	16.4	0.582	0.498	0.084	0.007056
16	15.4	0.565	0.515	0.050	0.002500
14	14.0	0.565	0.529	0.036	0.001296
17	13.8	0.555	0.518	0.037	0.001369
20	14.8	0.493	0.504	0.011	0.000121
17	15.4	0.540	0.511	0.029	0.000841
15	15.2	0.557	0.520	0.037	0.001369
16	14.5	0.551	0.519	0.032	0.001024
15	14.5	0.489	0.523	0.034	0.001156
23	17.1	0.571	0.487	0.084	0.007056
22	18.4	0.464	0.486	0.022	0.000484
14	15.9	0.547	0.522	0.025	0.000625
14	13.6	0.530	0.531	0.001	0.000001
19	16.2	0.551	0.501	0.050	0.002500
19	17.6	0.448	0.497	0.049	0.002401
13	14.7	0.565	0.530	0.035	0.001225
18	17.1	0.509	0.502	0.007	0.000049
18	15.2	0.497	0.508	0.011	0.000121
					0.034055

$$\sqrt{\frac{0,034055}{20}} = \sqrt{0,00170275} = 0,041$$

Vergelijking van de vormgetallen uit SCHWAPPACH voor Noord- en Zuid-Duitschland met die der werkelijk gevondene uit het Afgebrande bosch, Hoeven, Zuiderbosch en Fijnbosch.

Hoogte in Meter	21—25 c.M. diam.			26—30 c.M. diam.			31—35 c.M. diam.			36—40 c.M. diam.			41—45 c.M. diam.		
	N.-	Z.-	Wer-	N.-	Z.-	Wer-	N.-	Z.-	Wer-	N.-	Z.-	Wer-	N.-	Z.-	Wer-
	Duitschland	kelijk		Duitschland	kelijk		Duitschland	kelijk		Duitschland	kelijk		Duitschland	kelijk	
Vormgetallen.															
12	515	530	541 (15)												
13	508	519	543 (8)												
14	503	508	515 (2)												
15	498	499	437 (1)												
16	494	490	474 (5)	487	474	480 (2)									
17	490	481	480 (5)	483	466	469 (4)	478	460	475 (4)						
18	486	473	461 (13)	480	460	470 (6)	476	455	452 (5)						
19	482	467	455 (23)	476	456	456 (27)	474	453	454 (8)	474	450	456 (6)			
20	478	461	463 (14)	473	454	449 (27)	472	450	441 (15)	472	449	444 (10)	467	446	472 (2)
21	474	457	436 (11)	470	452	453 (23)	470	449	438 (25)	469	447	445 (13)	465	444	433 (6)
22	470	455	454 (3)	468	450	458 (11)	467	448	434 (16)	466	445	418 (8)	464	443	394 (3)
23				465	448	456 (6)	464	446	450 (7)	464	443	447 (9)	462	442	437 (4)
24	464	450	451 (1)				462	445	438 (3)	462	441	434 (3)	460	441	419 (2)
25				461	445	493 (1)	460	443	440 (1)						
26							458	442	467 (2)				457	439	417 (3)
27										456	438	467 (1)			

De cijfers tussehen haakjes geven de aantallen aan waaruit het werkelijke vormgetal berekend is.

BIJLAGE VII.

Overzicht der E_0 's van verschillende grove dennen bosschen in Nederland in groepen verdeeld van 30—35 boomen en van het totaal aantal van ieder bosch.

Groep		Afge- brande bosch 1916	Afge- brande bosch 1921	De Hoeven	Zuider- bosch	Fijn- bosch	Zand- bosch
I	n	31	31	34	35	34	33
	E_0	0.045	0.041	0.033	0.032	0.031	0.043
	V	0.515	0.506	0.466	0.451	0.463	0.601
II	n	31	31	34	35	34	33
	E_0	0.038	0.044	0.036	0.033	0.034	0.065
	V	0.525	0.512	0.441	0.460	0.451	0.631
III	n	31	31	34	35	33	33
	E_0	0.037	0.047	0.034	0.036	0.039	0.056
	V	0.537	0.522	0.446	0.451	0.462	0.620
IV	n	31	31	34			34
	E_0	0.031	0.031	0.030			0.058
	V	0.513	0.504	0.451			0.614
V	n	30	30	35			
	E_0	0.029	0.042	0.037			
	V	0.525	0.521	0.426			
Tot.	n	154	154	171	105	101	133
	E_0	0.037	0.042	0.035	0.034	0.035	0.057
	V	0.523	0.513	0.442	0.454	0.459	0.616
	H	12.96 M	13.30	20.91	19.07	20.15	7.43
	D	28.2 cM	29.1	28.9	32.9	28.9	5.3