

## Udtagning af taveprøver af spindhør til kvalitative undersøgelser.

Ved Asger Larsen.

### 427. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

I beretningen gøres der rede for undersøgelser over metodikken ved udtagning af prøver af spindhørtave til undersøgelser for visse kvalitative egenskaber. Arbejdet, der er udført på forsøgsstationen ved Aarslev, er tilrettelagt og forestået af assistent *Asger Larsen*.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Orienterende undersøgelser af spindhørs kvalitative egenskaber på statens forsøgsstation, Aarslev, har vist, at et tilsyneladende ensartet materiale fra samme forsøgsled kan variere stærkt i forskellig henseende, både indenfor fællesparcellerne og fra den ene fællesparcel til den anden, og for at få et indtryk af variationens størrelse og dens betydning for bestemmelsen af tavens metriske nummer ( $Nm$ )<sup>1)</sup>, blev den efter rødning udvundne skættehør fra fire fællesparceller af et til normal rusketid svarende forsøgsled i et rusketidsforsøg heglet parcelvis, først på en grov og derefter på en finere hegle — med et heglesvind på ialt ca. 40 pct. Af hver parcel blev derefter udtaget 5 lokker og af hver af disse på midten udskåret et stykke af nøjagtig 10 cm længde og heraf aftalt 100 enkelte »taver«. Hver parcel var således repræsenteret af  $5 \times 100$  taver og hele forsøgsledet af  $4 \times 5 \times 100$  taver.

Efter udtagningen af ovennævnte lokker blev resten af skættehørrønnen fra fællesparcellerne slået sammen til eet parti, omhyggeligt blandet og for at opnå en yderligere egalisering derefter ganske

<sup>1)</sup> Om specielle udtryk og formler, se forklaring side 368.

let heglet på en grov hegle. Af det således egaliserede parti blev udskåret og aftalt  $5 \times 100$  taver, som skitseret ovenfor. Samtlige bundter à 100 taver blev derefter vejjet enkeltvis. Initialvægten og vægten efter tørring til konstans i termostat er opført i tabel 1.

Tabel 1. Vægt af  $5 \times 100$  taver pr. fællesparcel og  $5 \times 100$  taver fra egaliseret parti af hele forsøgsledet.

Parcel		Vægt i mg og svind i pct. af prøver à 100 »taver«, nr.:					Gens.
		1	2	3	4	5	
147	Initialvægt	42.15	54.39	53.19	38.92	40.72	45.87
	Slutvægt	37.68	48.52	47.81	34.44	36.99	41.09
	pct. svind	10.8	10.8	10.1	11.5	9.2	10.4
148	Initialvægt	40.84	38.26	40.39	44.61	42.50	41.32
	Slutvægt	36.93	35.07	36.79	40.98	38.48	37.65
	pct. svind	9.6	8.3	8.9	9.1	9.5	8.9
149	Initialvægt	51.18	55.15	49.06	42.98	56.94	51.06
	Slutvægt	46.44	50.70	44.79	39.22	52.40	46.71
	pct. svind	9.2	8.1	8.7	8.7	8.0	8.5
150	Initialvægt	39.21	42.42	49.28	41.42	42.67	43.00
	Slutvægt	35.68	38.65	45.24	37.68	38.92	39.23
	pct. svind	9.0	8.9	8.2	9.0	8.8	8.8
Egalis. parti	Initialvægt	43.00	48.82	50.72	53.53	46.28	48.47
	Slutvægt	39.29	44.73	45.80	48.80	42.40	44.20
	pct. svind	8.6	8.4	9.3	8.8	8.4	8.8

Som det fremgår af tabellen, er der betydelig variation i de enkelte prøvers vægt såvel som i de enkelte parcellers gennemsnitsværdi for vægten af 100 taver til trods for, at materialet både ved en umiddelbar og en omhyggelig bedømmelse fremtrådte som værende meget ensartet. Tages initialvægten, vil det på grundlag heraf fundne Nm i parcellerne 147—150 variere mellem 196—242, i gennemsnit af de 20 prøver være 223 og for de 5 prøver af det egaliserede parti 207. Slutvægten, der refererer til de efter tørring i termostat fremkomne vejjetal, viser den samme variation. Nm beregnet på grundlag af disse tal, bliver henholdsvis 214—266, 243 og 226, d. v. s. væsentlig højere tal. Tallene i tabel 1 understreger således betydningen af, at der ved bestemmelse af Nm arbejdes under konstante temperatur- og fugtighedsforhold, idet en variation i luftens fugtighedsindhold vil påvirke tavens vandindhold og dermed dens vægt og Nm.

På grundlag af de i tabel 1 refererede tal er foretaget fejl-beregning og resultatet er opført i tabel 2.

Tabel 2. Middelfavgivelse (m) og middelfejl (M) på vægten af bundter à 100 taver (tabel 1). Absolut og procentisk.

Parcel nr.	m				M			
	Initialvægt		Slutvægt		Initialvægt		Slutvægt	
	absolut	procentisk	absolut	procentisk	absolut	procentisk	absolut	procentisk
147	7.33	16.0	6.58	16.0	3.28	7.2	2.94	7.2
148	2.38	5.8	2.22	5.9	1.08	2.8	0.99	2.8
149	5.49	10.8	5.20	11.1	2.43	4.8	2.32	5.0
150	3.77	8.8	3.55	9.1	1.65	3.8	1.61	4.1
147—150	5.89	13.0	5.47	13.3	1.32	2.9	1.22	3.0
Egal. parti	4.08	8.4	3.58	8.1	1.82	3.8	1.60	3.8

Løjnefaldende er her den betydning det har for prøveudtagningens sikkerhed, at materialet først er omhyggeligt blandet. I ovenstående tilfælde giver 5 prøver efter egalisering større sikkerhed end 20 udtaget af det foreliggende materiale, idet »m« er henholdsvis 4.08 og 5.89 — eller 8.4 pct. og 13.0 pct. af tavernes vægt. Ønsker man, at »M« ikke må være større end ca. 5 pct. af resultatet, får man, idet man benytter formlen  $M = \frac{m}{\sqrt{n}}$ , at man ved egalisering kan nøjes med 10 prøver, medens man uden en sådan må tage 24 prøver for at bestemme vægten af 100 taver med den ønskede sikkerhed — hvortil svarer ca. 10 enheder i Nm, og mindre sikkerhed kan der næppe arbejdes med ved sådanne undersøgelser. Det skal bemærkes at m, beregnet for de 20 prøver, der repræsenterer hele forsøgsledet, foruden de egentlige arbejdsfejl ved prøveudtagningen, også er et udtryk for jordens uensartethed fra parcel til parcel og derfor vil være forskellig fra det ene forsøg til det andet og i enkelte tilfælde muligvis være af samme størrelse som m beregnet på egaliseret parti.

På et andet materiale af rødnet skættehør gennemførtes en lignende undersøgelse af prøveudtagningens nøjagtighed og, som det fremgår af oversigten i tabel 3, med overensstemmende resultat:

Tabel 3. Gennemsnitlig vægt pr. parcel af bundter à 100 taver, mg.

	Initialvægt		Efter tørring over silicagel		Slutvægt		pct. svind ialt
	mg	m	mg	m	mg	m	
Parc. 143	39.33	4.70	38.15	4.80	36.45	4.62	7.3
» 144	41.18	3.66	39.41	3.25	38.11	3.14	7.5
» 145	42.41	0.18	41.11	0.17	39.13	0.34	7.7
» 146	37.74	0.38	36.30	0.22	35.13	0.47	6.9
Gns. 143—146	40.16	3.14	38.74	3.00	37.21	2.83	7.3
Egal. parti	39.60	3.47	38.32	3.47	36.77	2.98	6.9

Her er desuden indføjet et tredje forsøgsled, idet prøverne, inden udtørring i termostat, er anbragt ca. 2 døgn over silicagel, der giver en langsommere og ikke fuldstændig udtørring. Heller ikke her synes en særlig tørring af prøverne før vejningen at frembyde fordele i retning af øget sikkerhed, der kan opveje de ulemper, der følger dermed. Til sådanne må regnes, at fuldstændigt udtørrede taver optager vand meget hurtigt. Deres vægt kan, ifølge undersøgelser foretaget her, stige op til 5—8 pm. eller mere pr. minut ved successive aflæsninger i et lokale, hvor luftfugtigheden ligger omkring det normale, og omvendt kan vægttabet have en lignende størrelse, når vejningen finder sted efter opbevaring i relativ fugtig luft. Bemærkelsesværdigt i denne forbindelse er imidlertid, at det procentiske svind fra initial til slutvægt, som det fremgår af tabel 1 og 3, har varierende størrelse i forskellige fællesparceller og navnlig, at det også kan være stærkt afvigende i egaliserede prøver af forskellige forsøgsled opbevaret under ens forhold, som også tidligere undersøgelser har vist (*Hönig* 1918, *Herzog* 1919). Ovennævnte prøver er udtaget af materialer, der opbevares i et mod nord vendende lagerrum med forholdsvis små svingninger i luftens relative fugtighedsindhold. Prøverne er imidlertid ikke alle udtaget samme dag og svingningerne i fugtighedsindholdet er derfor resultat dels af typiske forskelle og dels af svingninger i luftens fugtighedsindhold mellem 2 prøveudtagninger. I det ene tilfælde er vandindholdet 8.8 pct., i det andet 6.9 pct., og forskellen er her så stor, at tavevægten må korrigeres herfor før Nm beregnes og beregningen heraf ske på basis af et vedtaget teoretisk vandindhold.

Iagttagelser her synes at vise, at udtørringen i termostat ved bestemmelsen af tavens vandindhold kan nedsætte tavens styrke noget. Bestemmelsen af vandindholdet bør derfor sikkert foregå på et andet end det til styrkebestemmelse udsete taveparti af samme egaliserede prøve.

Sammenfattende kan det om bestemmelsen af Nm siges, at den til grund herfor liggende vejning af taven af forskellige årsager er behæftet med ret stor usikkerhed: 1) Selv i et egaliseret parti kan vægten svinge 20 pct. eller mere mellem successivt af-talte bundter à f. eks. 100 taver. 2) Taveprøver fra forskellige forsøgsled kan have forskellig vandindhold a) som følge af prøvernes forskellige hygroskopicitet og, når materialet ikke opbevares i luftkonditionerede lokaler, b) som følge af svingninger i luftens fugtighedsindhold mellem to prøveudtagninger. Den usikkerhed der herved, gennem Nm, overføres til bestemmelsen af brudlængden, er så stor, at dennes værdi i mange tilfælde vil være problematisk. *Det er derfor nødvendigt at kende den sikkerhed, hvormed Nm i hvert enkelt tilfælde bestemmes, og at korrigere for vandindholdet.*

Som det i reglen vil være tilfældet, når det drejer sig om undersøgelser af skættehør, er materialet heglet før prøveudtagningen finder sted. Ved heglingen underkastes materialet visse forandringer, og vigtigt i denne forbindelse er, at en del urenheder i form af bark- og vedrester fjernes. Tavernes gennemsnitlige vægt bliver derved mindre og Nm større. For at undersøge heglingsgradens betydning for bestemmelse af Nm, blev samme materiale heglet til 30, 63 og 86 pct. heglingssvind, og i hvert tilfælde blev der derefter udtaget og vejte 10 prøver på sædvanlig måde. Resultatet er opført i tabel 4. Desuden er der medtaget et forsøgsled

Tabel 4. Heglinggradens betydning for bestemmelse af tavens Nm og styrke.

Forsøgsled	Vægt af 100 taver, mg gns. af 10 × 100 tav.	Nm	Tavebundternes gns. tværnsnitsareal (oval)	Brudlængde km
30% heglesvind, uafpuds.	85.26 ± 3.58	117 ± 4.90	6280 ± 303	32.2 ± 1.75
30 » » afpudset	57.86 ± 1.39	174 ± 4.22	4725 ± 230	41.5 ± 1.99
63 » » »	43.18 ± 1.21	232 ± 6.50	3680 ± 207	47.2 ± 2.91
86 » » »	41.49 ± 0.83	241 ± 4.82	3763 ± 180	45.6 ± 2.16

»uafpudset«, hvor man ikke, som det ellers er tilfældet, har gjort sig særlige anstrengelser for at dele tavebundterne op, selv om det tydeligt fremgik, at de bestod af 2 eller flere løsere forbundne dele.

Som det fremgår af tabellen, er vægten stærkt afhængig af heglingsgraden, og dermed også de heraf afledte størrelser, som Nm og brudlængde.

Denne variation i de enkelte »tavers« vægt skyldes først og fremmest en variation i deres størrelse, d. v. s. tværnsnitsareal, thi hvad der ved sådanne undersøgelser betegnes som »taver«, er ikke de enkelte elementartaver, men et større eller mindre antal af sådanne som, trods den mere eller mindre vidtgående behandling, de har været udsat for, stadig er fast sammenkittet af pektin og fremtræder i større eller mindre faste cellebundter. Størrelsen af denne variation fremgår af tabel 5, hvor »tavens« udstrækning i to på hinanden vinkelrette retninger, målt i mikroskop, samt det hertil svarende areal, beregnet som oval, er opført for 32 enkelte »taver«, udtaget successivt af en af ovennævnte bundter à 100 taver.

Som det fremgår af tabellen, varierer arealet fra 1816  $\mu^2$  til 20357  $\mu^2$ . Regnes der med, at den enkelte elementarcelles areal

Tabel 5. Største og mindste bredde, samt tværnsnitsareal af 32 successivt målte taver. Normal rusketid. Grønskættet.

Tave nr.	Tavens bredde $\mu$		Tavens tværnsnitsareal (oval) $\mu^2$	Tave nr.	Tavens bredde $\mu$		Tavens tværnsnitsareal (oval) $\mu^2$
	største	mindste			største	mindste	
1	70	48	2639	17	128	54	5429
2	82	60	3864	18	68	34	1816
3	88	48	6318	19	166	76	9909
4	112	56	4926	20	190	130	19939
5	70	42	2309	21	108	80	6786
6	180	100	14137	22	156	84	10292
7	240	108	20357	23	78	74	4533
8	172	90	12158	24	138	60	3676
9	142	84	9368	25	142	84	9368
10	180	98	13854	26	194	18	2743
11	186	100	14608	27	144	86	9726
12	96	46	3468	28	220	100	17279
13	112	64	5630	29	200	84	13195
14	116	78	10169	30	82	50	3220
15	184	110	15897	31	128	78	7841
16	116	66	6013	32	172	90	12156

ligger omkring 1200—1400  $\mu^2$  (Tammes 1907), svarer arealet til henholdsvis 1—2 og 14—18 elementarceller i den enkelte »tave«, der således snarere bør benævnes et tavebundt. Under forudsætning af, at tavebundternes volumenvægt d. v. s. vægt pr. brutto-rumfangsenhed, og deres specifikke vægt  $\rho$ : vægt pr. rumfangsenhed af tavesubstansen, er den samme fra tave til tave indenfor og mellem forsøgsleddene, skulle en omregning af vægten til et bestemt tværsnitsareal bevirke, at vejetalene blev identiske. En sådan omregning er foretaget i tabel 6 for samtlige 6 forsøgsled i et rusketidsforsøg. For hvert forsøgsled er det gennemsnitlige areal bestemt ved måling i mikroskop af 300 enkelte tavebundter efter ovenfor skitserede fremgangsmåde.

Tabel 6. Rusketidsforsøg, Aarslev 1946.

Forsøgsled nr.	Gns. vægt mg af 100 tavebundter	Tavebundternes gns. areal $\mu^2$	Vægt i mg af 100 tavebundter omregn. til forsøgsled 1's areal	Vægt i pct. af forsøgsled 1	
				før korrektion	efter korrektion
1	77.72	5699	77.72	100	100
2	73.05	5532	75.26	94	97
3	94.85	7666	70.51	122	91
4	87.08	6399	78.09	113	100
5	67.16	5461	70.09	86	90
6	75.65	6052	71.24	97	92

Som det fremgår af tabellen er der, selv om der har fundet en væsentlig udligning sted, dog en betydelig forskel i den omregnede vægt. Forskellen mellem forsøgsleddenes gennemsnitlige vægt må da, foruden forskel i tavebundternes gennemsnitlige areal skyldes andre forhold, og som nævnt bl. a. forskel i volumenvægten og muligvis også i tavens specifikke vægt.

Denne variation i de enkelte tavebundters størrelse  $\rho$ : vægt og tværnit, betyder naturligvis, at man må tilstræbe at gennemføre prøveudtagningen således, at de forskellige størrelsesgrupper har den rigtige repræsentation i analyseprøven, og dette er så meget mere vigtigt, som tavens styrke og elasticitet, målt f. eks. i Luis Schoppers tavestyrkeapparat, er forskellig i de forskellige størrelsesgrupper — arealgrupper —, hvilket for styrkens vedkommende fremgår af tabel 7, der viser forholdene i ovennævnte rusketidsforsøg. Da vægten af hver enkelt tave ikke er konstateret

i disse undersøgelser, men kun vægten af bundter à 100 »taver«, har det ikke været muligt at finde arealgruppernes gennemsnitlige brudlængde. Derimod er »brudstyrken« beregnet, og da den i al almindelighed viser samme svingninger som brudlængden, illustrerer den udmærket forholdet. (Brudstyrke =

$$\frac{\text{brudbelastningen, mg}}{\text{tavernes gen. tværsnitsareal, } \mu^2}$$

Tabel 7. Rusketidsforsøg, Aarslev 1946. 300 obs. pr. forsøgsled.

Rusketid	Areal (oval) og brudstyrke mg gns. for arealgrupperne:									
	< 3300		3301—4400		4401—6300		6301—9900		> 9901	
	areal	brudst.	areal	brudst.	areal	brudst.	areal	brudst.	areal	brudst.
1	2397	71.5	3801	67.0	5421	44.7	7493	38.3	12339	27.8
2	2617	72.7	3811	58.7	5333	48.6	7307	34.7	11164	29.9
3	2420	71.5	3768	60.8	5351	49.7	7263	36.3	13486	25.6
4	2573	68.4	3860	56.4	5154	45.9	7697	35.0	12497	25.7
5	2374	76.2	3776	58.7	5186	47.1	7587	39.2	13835	23.2
6	2571	62.4	3885	48.9	5257	46.5	7451	35.7	12351	27.0

  

Rusketid	Taverns gennemsnitlige		Arealets		i pct. af gennems. areal	
	areal	brudstyrke	medianv.	modulus	medianv.	modulus
1	5699	54.0	4944	3434	87	60
2	5532	50.4	4659	2913	84	53
3	7666	45.9	6301	3571	82	47
4	6399	46.7	6266	6000	98	94
5	5461	55.0	4491	2551	82	47
6	6052	45.9	5179	3433	86	57

Karakteristisk er en — beregnet pr. arealenhed af taveværnsnittet — jævnt og sikkert aftagende styrke med stigende tværsnitsareal af tavebundet indenfor samme forsøgsled. Hvis prøven derfor indeholder relativt mange tavebundter med lille tværsnitsareal, vil resultatet blive en overvurdering af det pågældende forsøgsleds styrke. En beregning af arealets medianværdi og modulus giver et indtryk af fordelingskurvens form, idet disse skal være identiske med gennemsnitsarealet, hvis der er tale om en normal fordeling. Det fremgår af tabel 7, at det kun — med tilnærmelse — er tilfældet i 4. rusketid, medens der i de andre er tale om en udpræget skæv fordeling i analysematerialet. Hvis prøven imidlertid har samme værdi for gennemsnit, median og modulus som ud-



gangsmaterialet, må den anses for at være rigtigt udtaget, uanset, hvordan disse værdiers indbyrdes forhold er. *Er dette ikke tilfældet, kan forskelle i diverse forsøgsleds styrke være dels anatomisk begrundet, men også resultatet af en forkert repræsentation af de forskellige størrelsesgrupper af taver i prøven, og de fundne tal vil da være uden større værdi.*

#### Resumé.

Undersøgelserne viser, at udtagning af prøver i skættehør til kvalitative undersøgelser er behæftet med en betydelig usikkerhed. Denne er dels en følge af egentlige arbejdsfejl ved prøveudtagningen og dels resultatet af den variation, som selv materiale af samme forsøgsled er underkastet som følge af forskellige vækstvilkår m. v., i forskellige lokaliteter af forsøgsarealet. Undersøgelserne understreger desuden betydningen af, at der ved bestemmelsen af Nm tages hensyn til heglingsgraden såvel som til den varierende hygroskopicitet, som hørtaver af forskellig oprindelse er i besiddelse af, og endelig at prøveudtagningen gennemføres således, at analyseprøvens repræsentation af de forskellige størrelsesgrupper af taver er identisk med udgangsmaterialets.

I overensstemmelse hermed kan prøveudtagningen gennemføres således, at der af det til et forsøgsled svarende materiale efter omhyggelig egalisering og en ikke for vidtgående hegling udskilles f. eks. 10 lokker, af hvilke der på midten afskæres nøjagtig 100 mm. Af hver af de herved fremkomne bundter aftælles 100 taver og efter vejning (mg med 1 eller 2 decimaler) udtages tilfældigt det til styrkebestemmelsen nødvendige antal taver. Resten anvendes til bestemmelse af vandindhold og beregning af Nm på basis af et teoretisk vandindhold i taven på 10 pct.

#### Summary.

##### **The Sampling of Fibre Flax for the Purpose of Qualitative Investigation.**

At the government experimental station, Aarslev, some investigations have been made to ascertain the validity of sampling scutched flax with regard to the determination of Nm. From each replicate plot, there being 4 per experimental treatment, 5 samples of 100 fibres each were cut off at a length of 10 cm; and after thoroughly mixing the replicates 5 samples were also taken from each treatment as a whole. The initial weight and the weight after drying in a thermostat were determined in the case of each sample, and the loss of weight thereby found as well (table 1). The values of m and M corresponding hereto are to be found in table 2. In table 3 the calculations have been made on the basis of a similar investigation of some other material, which in addition had been dried by the use of silicagel. Table 4 shows how the size of Nm is influenced by the degree of hackling.

Summing up with regard to the determination of Nm, it may be pointed out that the fibre-weighings on which this figure is based are encumbered with a rather big uncertainty. Even in a well mixed portion the weight can vary 20 per cent in successively counted bunches of e. g. 100 fibres. On top of this comes the variation

in water content: a) the hygroscopicity of the fibre samples can differ, and b) the water content can vary, when the samples are not stored in an air-conditioned room and are brought out at different times. The uncertainty that is hereby transferred — via Nm — to the determination of the length of the fractural surface, is so great that the worth hereof in many instances is questionable. *It is therefore necessary, in each particular case, to know the validity of the Nm-determination and to correct for water content.*

The variation in the weight of fibre samples all taken from the same experimental treatment is partly accounted for by the variation in their average area of cross-section. Measurements hereof have been made with the aid of a microscope, and they show that the variation within the same treatment (table 5) as well as from one treatment to another (table 6) is of a very considerable size. This has an important bearing on the sampling, because the tensile strength of fibres with a small area of cross-section is relatively big (table 7). The sampler must therefore ensure that the fibres grouped according to size are represented equally in the sample and the original material. *If this is not done, differences in the strength of fibres from divers experimental treatments may not only be anatomically occasioned, but can also be the outcome of the various sizes of fibre being wrongly represented in the sample, and then the figures found are not of much value.*

#### Forkortelser m. m.

Nm = metrisk nummer =  $\frac{z \cdot l}{g}$ , hvor z er antallet af laver, l disses længde i mm og g deres vægt i mg.

Brudlængde =  $\frac{\text{Brudbelastning i g} \times \text{Nm}}{1000}$

m = middelfvigelse =  $\sqrt{\frac{\sum dx^2}{n-1}}$ , hvor  $\sum dx^2$  er summen af kvadraterne på de enkelte observationers afvigelse fra gennemsnittet, og n er antal observationer.

M = middelfejl =  $\frac{m}{\sqrt{n}}$

Md = medianværdi = den værdi halvdelen af observationerne ikke når og halvdelen overskrider.

Mo = modulus = hyppigste værdi =  $3 \text{ Md} \div 2$  gennemsnit (tilnærmet).

#### Litteraturliste.

1. Reimers, H. »Die Substanzfestigkeit der Textilfasern«. Mittel. der Deutsch. Forschungsinstituts f. Textilstoffe, Karlsruhe 1922.
2. Horst, A. »Studien über den Gambohan«. Faserforschung, Leipzig 1924 p. 61.
3. Sperling, Helmut, »Die Beurteilung der Eigenschaften von Bastfasern mit Hilfe physikalischen Untersuchungsmethoden«. Botanisches Archiv, Leipzig 1929, p. 217.
4. Hönig, F. »Beiträge z. Kenntnis d. hygroskopischen Eigenschaften. « Forschungsarbeiten deutsch. Forschungsinst. Textilindustrie in Dresden, 1918, H. 3,4 og 5.
5. Herzog, A. »Der Wassergehalt der ausgearbeiteten Flachsfasern«. Mittel. d. Forsch. Inst. Sorau. Bd. 1.1919.