

## Om Cellestofbestemmelse i Hø.

Af R. K. Kristensen.

### 80. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

De i nærværende Beretning offentliggjorte Undersøgelser er foranledigede af de ved Samarbejde mellem det landøkonomiske Forsøgslaboratorium, Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur og den lokale Forsøgsvirksomhed iværksatte Forsøg til Belysning af Slættidens Indflydelse paa Afgrødens Størrelse og Høets Kvalitet (Beretninger om disse Forsøg vil senere fremkomme). Undersøgelserne er udførte paa Forsøgslaboratoriet, der har stillet Lokaler m. v. til Raadighed. De er planlagte og udførte af Bestyrer R. K. Kristensen, der ligeledes har affattet Beretningen.

Bestyrerne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Bestemmelse af Cellestof er som bekendt en usikker Analyse, og der er efterhaanden fremkommet et stort Antal Metoder til Cellestofbestemmelse<sup>1)</sup>. Blandt disse indtager Hennebergs Metode, den saakaldte Weende-Metode, en særlig Plads, da det er den ældste og hidtil mest anvendte. Ved den gamle Form for Foderstofanalyse, hvor Indholdet af »kvælstoffri Ekstraktstoffer« bestemmes som Differens, og hvor Resultatet af Cellestofbestemmelsen faar Indflydelse paa den fundne Mængde

<sup>1)</sup> Se saaledes: Cellulose, an outline of the structural elements of Plants (London 1903) af *Cross og Bevan*.

Die Chemie der Cellulose (Berlin 1911) af *Carl G. Schwalbe*.

Den kemiske Analyse af Foderstoffer (58. Beretning fra Forsøgslaboratoriet) af *V. Storch*.

kvælstoffri Ekstraktstoffer, har Cellestoffet som Regel været bestemt efter Hennebergs Metode. Kønigs Metode er af nyere Dato, men den vinder mere og mere Udbredelse, og den er autoriseret af Landbrugsministeriet<sup>1)</sup>. Den er simpel og let at udføre og giver bedre Overensstemmelse mellem Fællesanalyserne end Hennebergs Metode. Desuden er det fremkomne Cellestof renere end Cellestoffet efter Hennebergs Metode. Medens det sidste ifølge forskellige Undersøgelser indeholder en stor Del Pentosaner, er Cellestoffet efter Kønigs Metode nogenlunde pentosanfrit. Naar man, som det var Tilfældet, da de i nærværende Beretning forelagte Undersøgelser iværksattes, staar over for Valget af en Metode til Cellestofbestemmelse, har en Sammenligning mellem disse to Metoder, udført paa det foreliggende Materiale, derfor sin Interesse. I det nærmest følgende Afsnit af denne Beretning forelægges Resultaterne af en saadan sammenlignende Undersøgelse.

Det anvendte Materiale bestod af 6 Høprøver fra de lokale Landboforeningers Forsøg med forskellig Slættid<sup>2)</sup>. Prøverne stammede fra en 2. Aars Græsmark. Ifølge den botaniske Analyse var ca. 20 pCt. af Høet Bælgplanter, hovedsagelig Kællingetand, og Resten Græsser (Hundegræs, Timothe og Drap-havre). De tre Prøver, der er betegnede med A, repræsenterer tidlig, middeltidlig og sen Slaaning, og det samme gælder B-Prøverne (ved Forsøgenes Udførelse var disse behandlede paa en noget anden Maade end A-Prøverne). De 6 Prøver indeholdt gennemsnitlig (i pCt. af Tørstoffet):

23.15 pCt. Pentosaner,	1.433 pCt. Totalkvælstof,
6.23 — Æggehvidestoffer,	1.039 — Æggehvidekvælstof,
6.31 — Askebestanddele,	0.394 — Kvælstof i andre Forbindelser.

I disse Prøver, der var skaarne i Hakkelse og malede paa en Ekskelsior-Mølle, blev der udført Cellestofbestemmelser efter Hennebergs og efter Kønigs Metode. Der blev anvendt 4 Fællesanalyser. Fremgangsmaaden ved de to Metoder var følgende:

Hennebergs Metode. 2.5 g Stof kommes i en Kvartlitters Kogeflaske og koges  $\frac{1}{2}$  Time med 200 cm<sup>3</sup> fortyndet Svovlsyre (indehol-

<sup>1)</sup> Se: Fælles Arbejdsmetoder for Undersøgelser, foretagne i Medfør af Lov om Handel med Gødnings- og Foderstoffer af 26. Marts 1898. Fastsatte af Landbrugsministeriet som gældende fra 1. Oktober 1908.

<sup>2)</sup> En særlig Beretning om disse Forsøg vil senere fremkomme.

dende 1.25 pCt.  $H_2SO_4$ ). Der filtreres og vaskes med varmt Vand. Stoffet bringes tilbage i Flasken og koges  $\frac{1}{2}$  Time med 200 cm<sup>3</sup> af en Kaliopløsning, der indeholder 1.25 pCt. KOH. Derefter filtreres ved Benyttelse af Sugepumpe gennem en forud vejet Goosch' Digel med Asbest i Bunden og vaskes grundigt med varmt Vand, Vinaand og Æter, hvorefter Diglen med Stoffet tørres og vejes.

**Königs Metode.** 2.5 g Stof koges 1 Time med 150 cm<sup>3</sup> Glycerin, Vægfylde 1.25, som indeholder 20 g koncentreret Svovlsyre pr. Liter<sup>1)</sup>. Kogningen foregaar i en Halvliter-Kolbe, som er forsynet med et langt, skraatstillet Glasrør og staar paa en Asbestplade. Flammen holdes i en saadan Højde, at Vædsken kan koge roligt og de udviklede Dampe fortættes i Svalerøret. Efter Kogningen fortyndes Vædsken med varmt Vand, filtreres gennem Asbest i en vejet Goosch' Digel, idet Sugepumpen benyttes, vaskes med varmt Vand, Vinaand og Æter, tørres og vejes.

Naar Cellestoffet ikke skal bruges til fortsatte Undersøgelser, bortglødes det, og Diglen vejes efter Glødningen. Differensen mellem Vægten før og efter Bortglødningen angiver da Mængden af askefrit Cellestof. Ved disse Undersøgelser blev Cellestoffet, som det senere skal omtales, benyttet til forskel-

Tabel 1. Cellestoffbestemmelser efter Hennebergs og efter Königs Metode. pCt. Cellestof (askeholdigt).

Prøvens Mærke	Hennebergs Metode					Königs Metode					Differens mellem begge Metoder
	1	2	3	4	Gsn.	1	2	3	4	Gsn.	
A, 1. Slæt..	40.48	42.39	40.86	41.28	41.24	30.84	30.98	30.80	31.11	30.93	10.31
A, 2. — ..	42.54	43.51	42.20	44.44	43.17	32.48	32.58	32.26	32.61	32.46	10.71
A, 3. — ..	48.09	48.00	46.05	46.47	47.15	35.02	34.71	34.91	34.79	34.86	12.29
B, 1. — ..	44.35	44.12	43.59	43.02	43.92	32.67	32.76	32.80	32.98	32.80	11.12
B, 2. — ..	43.74	44.15	42.57	44.18	43.66	33.07	33.38	33.20	32.89	33.14	10.52
B, 3. — ..	49.28	49.05	48.11	49.10	49.02	36.59	36.32	36.45	36.28	36.41	12.61
	Gennemsnit				44.69	Gennemsnit				33.43	11.26

lige Bestemmelser. Resultaterne af Cellestoffbestemmelserne er opførte i Tabel 1. Det fundne askeholdige Cellestof er angivet i pCt. af Tørstoffet. (I nærværende Beretning er alle Analyseresultater beregnede paa vandfrit Stof).

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Unters. der Nahrungs- und Genussmittel, 1898, Side 3—16.

Som det ses, har Hennebergs Metode givet langt højere Resultater end Königs Metode, gennemsnitlig 11.<sup>26</sup> pCt. mere; Forskellen er, hvad der er ret naturligt, størst ved de Prøver, der indeholder mest Cellestof. Men der er en vis relativ Overensstemmelse mellem begge Metoder, idet de Prøver, der har det højeste Cellestofindhold efter den ene Metode, ogsaa staar højest efter den anden. Königs Metode har, som det kunde ventes, givet den bedste Overensstemmelse mellem Fællesanalyserne. Her er Middelfejlen paa de enkelte Analyser 0.<sup>15</sup> eller 0.5 pCt. af det fundne Cellestofindhold. For Hennebergs Metode er Middelfejlen 0.<sup>80</sup> eller 1.8 pCt. af det fundne Indhold<sup>1)</sup>.

Cellestoffet fra alle Analyserne efter hver af de to Metoder blev blandet sammen, og i det sammenblandede Stof blev udført Bestemmelser af Pentosaner (furfurolgivende Stoffer, beregnede som Xylan), Æggehvidestoffer og Aske. Desuden blev Indholdet af Kiselsyre bestemt som den Del af Asken, der efter Indtørring med Saltsyre var uopløselig i Saltsyre og opløselig i Natron. Pentosanbestemmelserne blev udførte paa sædvanlig Maade ved Destillation med Saltsyre og Fældning med Floroglucin. Æggehvidebestemmelserne blev udførte ved at bestemme Kvælstofindholdet og multiplicere dette med 6 (se Forsøgslaboratoriets 58. Beretning, Side 73. Kvælstofholdige Stoffer, som ikke hører til Æggehvidestofferne, maa jo betragtes som fjærnede ved den forudgaaende Behandling). Der blev anvendt 2 Fællesanalyser. Resultaterne (beregnete paa tørt Stof) ses i Tabel 2.

Tabel 2. Bestemmelser i Cellestof efter Hennebergs og Cellestof efter Königs Metode. pCt.

	Hennebergs Metode			Königs Metode		
	1	2	Gsn.	1	2	Gsn.
Pentosaner .....	23.87	23.98	23.90	2.57	2.64	2.61
Æggehvidestoffer .....	0.68	0.67	0.68	0.78	0.76	0.75
Aske .....	1.47	1.45	1.46	4.92	5.02	4.97
Kiselsyre .....	0.16	0.16	0.16	3.98	4.01	4.00

<sup>1)</sup> Middelfejlen er beregnet af Formlen  $m = \sqrt{\frac{[v^2]}{p(n-1)}}$ , hvor v er den enkelte Analyses Afvigelse fra Middeltallet af de sammenhørende Fællesanalyser, og n er Antallet af disse (4), medens p er Prøvernes Antal (6).

Medens Cellestoffet efter Hennebergs Metode kun indeholdt 1.46 pCt. Aske, gav Kønig-Cellestoffet 4.97 pCt. Aske, hvad der svarer til omtrent en Fjerdedel af den oprindelige Askemængde i Høet. Kiselsyrebestemmelserne viser, at Asken efter de to Metoder har en meget forskellig Sammensætning. Henneberg-Cellestoffet indeholdt kun 0.16 pCt. Kiselsyre, d. v. s. 11 pCt. af Asken, derimod indeholdt Kønig-Cellestoffet 4.00 pCt. Kiselsyre eller 80 pCt. af Asken. Dette ligger selvfølgelig i, at ved Anvendelsen af Hennebergs Metode behandles Stoffet baade med sur og med alkalisk Vædske, medens der ved Kønigs Metode kun anvendes en sur Vædske, som ikke egner sig til at bringe Kiselsyren i Opløsning. Nogle Kiselsyrebestemmelser i Høet viste, at næsten hele det oprindelige Indhold af Kiselsyre var blevet tilbage i Cellestoffet. Men dette Forhold er jo ved den almindelige Fremgangsmaade uden Indflydelse paa Analyseresultatet, da Askemængden ikke indgaar i dette. Æggehvidebestemmelserne viser, at Cellestoffet efter begge Metoder kun indeholder en ringe Mængde Æggehvidestoffer, under 1 pCt. Derimod er der, som det maatte ventes, stor Forskel paa Indholdet af Pentosaner. Kønig-Cellestoffet indeholdt kun 2.61 pCt. Pentosaner, Henneberg-Cellestoffet derimod 23.90 pCt. De 6 Høprøver, som Cellestoffet stammede fra, indeholdt som tidligere nævnt, 23.15 pCt. Pentosaner. Cellestoffets procentiske Indhold af dette Stof var altsaa fuldt saa stort som selve Høets. Af den oprindelige Pentosanmængde var henimod Halvdelen, 46 pCt., blevet tilbage i Cellestoffet. Tabel 3 viser, hvor meget Cellestof der i Gennemsnit for de 6 Høprøver blev fundet ved de to Metoder, efter som man tager den samlede Mængde af urent Cellestof, eller dette beregnes frit for 1) Aske, 2) Aske og Pentosaner, 3) Aske, Pentosaner og Æggehvidestoffer.

Tabel 3. Cellestofindholdet efter Hennebergs og efter Kønigs Metode. pCt. af Tørstoffet.

	Med Aske, Pentosaner og Æggehvidestoffer	Uden Aske	Uden Aske og Pentosaner	Uden Aske, Pentosaner og Æggehvidestoffer
Hennebergs Metode ..	44.69	44.04	33.36	33.06
Kønigs Metode .....	33.43	31.77	30.90	30.65

Det fremstillede Cellestofs Renhed er imidlertid kun den ene Side af Sagen. Det kommer ogsaa an paa, om Cellestoffet angribes — og da i hvor høj Grad — af de Opløsningsmidler, der skal fraskille de øvrige Bestanddele af Stoffet. Ved forskellige Undersøgelser er det paavist, at Cellestof i Form af Filtrepapir, Vat og lignende Stoffer angribes mere eller mindre af de Opløsningsmidler, der anvendes ved de forskellige Metoder til Bestemmelse af Cellestof. Spørgsmaalet kan belyses ved at underkaste det fremstillede Cellestof en fornyet Behandling med de paagældende Opløsningsmidler. 4 Prøver af det sammenblandede Cellestof fra hver af de to Metoder blev underkastet en fornyet Behandling efter de respektive Metoder, idet der blev gaaet frem paa samme Maade som ved den første Behandling. Efter den gentagne Behandling fandtes nu i pCt. af den Stofmængde, der var taget i Arbejde:

Hennebergs Metode	Königs Metode
1. 86. <sup>29</sup> pCt.	1. 85. <sup>40</sup> pCt.
2. 87. <sup>49</sup> —	2. 86. <sup>20</sup> —
3. 86. <sup>98</sup> —	3. 85. <sup>88</sup> —
4. 86. <sup>85</sup> —	4. 85. <sup>25</sup> —
Middel 86. <sup>89</sup> —	Middel 85. <sup>68</sup> —

Henneberg-Cellestoffet var altsaa svundet 13.<sup>11</sup> pCt., Königs-Cellestoffet 14.<sup>32</sup> pCt. Tallene har størst Interesse for Königs-Cellestoffets Vedkommende, fordi Königs Metode har saa afgørende Fortrin i andre Henseender. Naar Stoffet svinder over 14 pCt. ved den gentagne Behandling, var det berettiget at slutte, at der ogsaa gaar en betydelig Mængde Cellestof tabt ved den første Behandling, selv om der ikke paa Grundlag af denne Undersøgelse kunde drages bestemte Slutninger om, hvor meget der var gaaet tabt. Med det Formaal at skaffe bedre Holdepunkter for en Bedømmelse af Tabets Størrelse blev der foretaget nogle mere indgaaende Undersøgelser over Cellestoffets Opløselighed ved Behandling med Glycerin-Svovlsyre. Disse Undersøgelser falder i fire Afsnit, der i det følgende betegnes som 1., 2., 3. og 4. Forsøgsrække.

### 1. Forsøgsrække.

Cellestoffet fra den gentagne Behandling efter Königs Metode blev underkastet en Række fornyede Behandlinger. I 1. Kolonne af Tabel 4 er opført den Stofmængde, der blev fundet

ved de enkelte Behandlinger, angivet i pCt. af den Stofmængde, der var taget i Arbejde i hvert enkelt Tilfælde<sup>1)</sup>. Differenserne mellem disse Tal og 100 — eller den Stofmængde, der var gaaet tabt ved Behandlingen — er opførte i 2. Kolonne. Som det ses, er der ingen ensidig Bevægelse at spore i denne Tal-

Tabel 4. Gentagne Behandlinger af Cellestoffet efter Kønigs Metode.

	Fundet pCt.	Tab pCt.	I pCt. af Cellestoffet fra 1. Behandling		I pCt. af oprindeligt Stof (Hø), konstant Tab (14.64 pCt.)		
			vari-erende Tab	konstant Tab (14.64 pCt.)	urent, askeholdigt Cellestof	askefrit Cellestof	rent Cellestof
	1	2	3	4	5	6	7
1. Behandling . . . . .			100	100	33.48	31.77	30.65
2. — . . . . .	85.68	14.82	85.68	85.36	28.54	27.12	26.16
3. — . . . . .	84.91	15.09	72.75	72.86	24.36	23.15	22.33
4. — . . . . .	86.15	13.85	62.68	62.19	20.79	19.76	19.06
5. — . . . . .	85.83	14.17	53.80	53.09	17.75	16.87	16.27
6. — . . . . .	84.80	15.20	45.62	45.32	15.15	14.40	13.89
7. — . . . . .	85.64	14.36	39.07	38.68	12.98	12.29	11.86
8. — . . . . .	83.73	16.27	32.71	33.02	11.04	10.49	10.12
9. — . . . . .	86.18	13.82	28.19	28.18	9.42	8.95	8.64
Gennemsnit . . . . .	85.36	14.64					

række, Tabet synes hverken at blive større eller mindre ved de fortsatte Behandlinger. Gennemsnitlig er der gaaet 14.64 pCt. tabt ved den enkelte Behandling. Udregnes ved Hjælp af Tallene i 1. Kolonne, hvor meget der efter de gentagne Behandlinger vilde være tilbage af den Mængde Cellestof, der blev fundet ved den første Behandling (den almindelige Cellestoffbestemmelse), fremkommer Tallene i 3. Kolonne, medens Tallene i 4. Kolonne angiver, hvor meget der vilde være tilbage, hvis Stoffet hver Gang var svundet 14.64 pCt. (det gennemsnitlige Tab). Tager man under samme Forudsætning de 6 Høprøvers gennemsnitlige Indhold af urent, askeholdigt Cellestof

<sup>1)</sup> Ved den enkelte Behandling kunde ikke hele den Stofmængde, der var blevet tilbage fra den forrige Behandling, tages i Arbejde, da der hver Gang maatte blive en Smule Stof tilbage paa Asbestlaget i Diglen.

(33.48 pCt., se Tabel 3) til Udgangspunkt, faar man de i 5. Kolonne opførte Tal, der altsaa angiver, hvor meget Cellestof (urent, askeholdigt) man vilde finde ved at behandle Stoffet det paagældende Antal Gange. Gaar man ud fra, at Tabet af askefrit Cellestof og rent Cellestof forholder sig i det væsenlige paa samme Maade som Tabet af det urene, askeholdige Cellestof, og tager Høprøvernes Indhold af askefrit og af aske-, pentosan- og æggehvidefrit Cellestof, »rent Cellestof«, til Udgangspunkt, fremkommer Tallene i 6. og 7. Kolonne. Tallene i den sidste Kolonne kan, som det let indses, findes af Ligningen

$$y = 30.65 \left( \frac{100 \div 14.64}{100} \right)^x \div 1 = 30.65 \times 0.8536^{x \div 1},$$

hvor y er den søgte Størrelse, og x er det Antal Behandlinger, Stoffet har været underkastet. Denne Formel kan dog ikke benyttes til en Beregning af den Mængde Cellestof, der var gaaet tabt ved den almindelige Cellestofbestemmelse, fordi Undersøgelsen kun omfattede Behandlinger, der blev foretagne, efter at den almindelige Behandling af Stoffet var afsluttet.

## 2. Forsøgsrække.

Der blev tilvejebragt en Gennemsnitsprøve af det Materiale, der var benyttet ved de forrige Undersøgelser, idet der blev taget lige meget Stof fra alle 6 Høprøver. I dette Materiale blev der udført en Række Cellestofbestemmelser ved Kogning med Glycerin-Svovlsyre, idet Kogningstiden blev varieret og udstrakt over længere Tidsrum. Der blev kogt i 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 og 9 Timer. I Stedet for de gentagne Behandlinger blev der saaledes anvendt uafbrudt Kogning. Der afsluttedes med den sædvanlige Vaskning med Vand, Alkohol og Æter, men de mellemliggende Vaskninger faldt altsaa bort. De maatte, naar det drejer sig om en Sammenligning med den almindelige Cellestofbestemmelse, betragtes som et forstyrrende Moment, da Behandlingen med det egentlige Opløsningsmiddel, Glycerin-Svovlsyren, foregaar uden Afbrydelse ved en almindelig Cellestofbestemmelse<sup>1)</sup>. Der blev anvendt 2 Fællesanalyser. I

<sup>1)</sup> Naar man, efter at Glycerin-Svovlsyren er frafiltreret, og der er vasket med Vand, begynder at vaske med Vinaand, bliver den gennemløbende Vædske farvet mørkebrun, hvilket er Tegn paa, at der ved denne Vaskning gaar en Del Stof i Opløsning.



Cellestoffet fra 1, 2, 3 og 4 Timers Kogning blev der udført Bestemmelser af Pentosaner, Æggehvide-stoffer og Aske. Ved de øvrige Cellestofbestemmelser blev Cellestoffet bortglødet og Mængden af askefrit Cellestof bestemt som Differens (jvf. Side 225). Tabel 5 viser Resultaterne af Cellestofbestemmelserne.

Tabel 5. Fundet Cellestof, forskellig Kogningstid.

Kogningstid	pCt. Cellestof, askeholdigt			Kogningstid	pCt. Cellestof, askefrit		
	1	2	Gsn.		1	2	Gsn.
1 Time . . . . .	33.26	33.40	33.33	5 Timer . . . . .	22.14	21.66	21.90
2 Timer . . . . .	30.81	30.23	30.27	6 — . . . . .	21.22	20.97	21.10
3 — . . . . .	28.58	28.27	28.43	7 — . . . . .	18.41	19.01	18.71
4 — . . . . .	25.99	26.19	26.09	8 — . . . . .	17.91	19.10	18.51
				9 — . . . . .	17.95	17.05	17.50

Fællesanalyserne viser temmelig store Uoverensstemmelser, særlig ved længere Tids Kogning, hvad der sandsynligvis skyldes den Omstændighed, at smaa Forskelligheder i Opløsningsbetingelserne giver større Udslag, jo længere Behandlingen varer.

Det undersøgte Cellestof indeholdt:

Kogningstid	Pentosaner	Æggehvide-stoffer	Aske
1 Time	2.54 pCt.	0.71 pCt.	4.87 pCt.
2 Timer	1.87 —	0.55 —	5.42 —
3 —	1.67 —	0.52 —	5.80 —
4 —	1.66 —	0.52 —	6.99 —

Som det ses, er Indholdet af Pentosaner og Æggehvide-stoffer noget mindre efter 2 Timers end efter 1 Times Kogning, men efter flere Timers Kogning synes Cellestoffets procentiske Indhold af disse Stoffer nærmest at være konstant. Derimod er Askeindholdet stigende, hvad der skyldes den Omstændighed, at det fundne Cellestof aftager i Mængde (se nærmere Side 235).

Omregnes det ved de forskellige Kogningstider fundne Indhold af urent Cellestof til aske-, pentosan- og æggehvidefrit Cellestof, fremkommer Tallene i 1. Kolonne af Tabel 6. (For de 5 sidste Kogningstiders Vedkommende, 5—9 Timer, er der regnet med samme pCt.-Indhold af Pentosaner og Æggehvide-stoffer i Cellestoffet som efter 4 Timers Kogning). Den i Til-

læget til nærværende Beretning anførte Bearbejdelse af disse Resultater gav følgende Formel for Analyseresultatet, det ved de forskellige Kogningstider fundne Indhold af rent Cellestof, naar dette kaldes y, og Kogningstiden, angivet i Timer, kaldes x:

$$y = 33.58 \times Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times \dots \times Q_x,$$

$$\text{hvor } Q_n = 1 \div 0.0878 \times 0.96^{n-1}.$$

Formlen giver de i 2. Kolonne af Tabel 6 anførte Værdier af y. Angives ethvert af disse Tal i pCt. af det foregaaende i Rækken, fremkommer Tallene i 3. Kolonne, og trækkes disse fra 100, faas Tallene i 4. Kolonne, der svarer til 2. Kolonne i Tabel 4 og angiver det Tab af Cellestof, der ved den fortsatte Kogning har fundet Sted i den paagældende Time, idet Tabet er udtrykt i pCt. af den Mængde Cellestof, der var til Stede ved Begyndelsen af Timen. Medens Tabet kunde betragtes

Tabel 6. Forskellig Kogningstid, rent Cellestof.

Kogningstid	pCt. Cellestof		pCt. af foregaaende	Tab, pCt.
	Fundet	Beregnet		
	1	2	3	4
0 Timer.....		33.58		
1 — .....	30.62	30.68	91.22	8.78
2 — .....	27.90	28.05	91.57	8.43
3 — .....	26.16	25.78	91.91	8.09
4 — .....	23.85	23.78	92.23	7.77
5 — .....	21.42	22.00	92.54	7.46
6 — .....	20.64	20.43	92.84	7.16
7 — .....	18.30	19.02	93.18	6.87
8 — .....	18.11	17.77	93.40	6.60
9 — .....	17.12	16.64	93.67	6.33

som konstant ved de gentagne Behandlinger (se Tabel 4), er det nu aftagende fra Time til Time; men Tabet aftager efter samme Maalestok, idet det i hver enkelt Time udgør 96 pCt. af Tabet i den foregaaende Time (se nærmere Side 249—250).

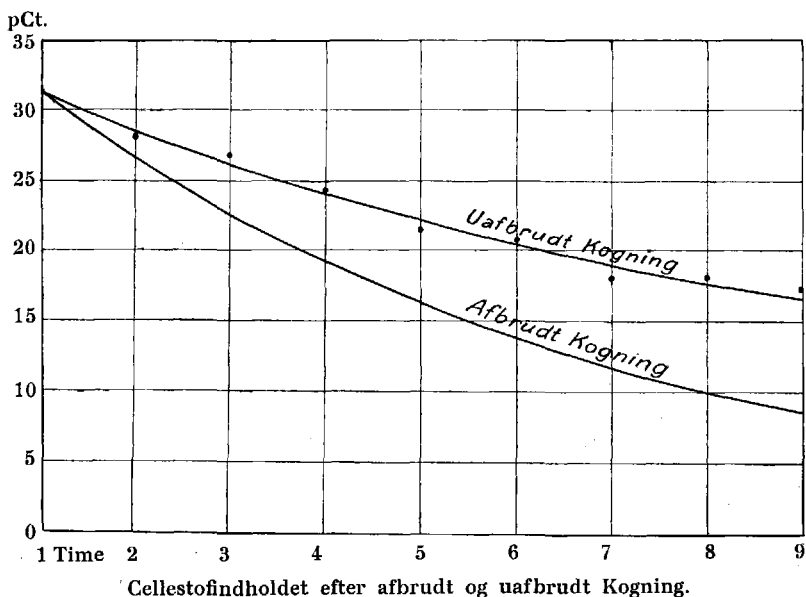
I Tabel 7 er de beregnede Resultater af den uafbrudte Kogning sammenstillede med de beregnede Resultater fra de gentagne Behandlinger eller den afbrudte Kogning (se Tabel 4, 7. Kolonne).

Det ses, hvorledes den afbrudte Kogning giver lavere og lavere Resultater i Sammenligning med den afbrudte, hvad

Tabel 7. Afbrudt og uafbrudt Kogning. pCt. Cellestof (rent).

Samlet Kogningstid	Afbrudt Kogning	Uafbrudt Kogning	Differens
1 Time .....	30.65	30.68	÷0.02
2 Timer .....	26.16	28.05	1.89
3 — .....	22.88	25.78	3.45
4 — .....	19.06	23.78	4.72
5 — .....	16.27	22.00	5.78
6 — .....	13.89	20.48	6.54
7 — .....	11.86	19.02	7.16
8 — .....	10.12	17.77	7.65
9 — .....	8.64	16.64	8.00

der altsaa maa skyldes Fornylsen af Opløsningsmidlet, Glycerin-Svovlsyren, og de mellemliggende Vaskninger med Vand, Alkohol og Æter. Nedenfor ses en grafisk Fremstilling af Analyseresultaterne efter de to Fremgangsmaader. Kurverne er tegnede over de beregnede Resultater, men for den uafbrudte Kognings Vedkommende svarer de afsatte Punkter til de ved Analysen fundne Resultater. For den afbrudte Kognings Vedkommende kan selve Analyseresultaterne ikke benyttes ved den grafiske Fremstilling, da de kun indirekte danner Grund-



laget for denne, men sammenholdes Tallene i 3. og 4. Kolonne af Tabel 4, ses det, at der her er mindre Forskel mellem beregnede og fundne Resultater end ved den uafbrudte Kogning.

Hovedinteressen ved de Undersøgelser, der er beskrevne i dette Afsnit, knytter sig imidlertid til den i Tabel 6 opførte Værdi for det beregnede Cellestofindhold efter 0 Timers Kogning, det vil sige det Indhold, man skulde finde, hvis der ikke gik Cellestof tabt under Kogningen. Som det ses, er denne Værdi 33.58 pCt., medens der efter en Times Kogning er fundet 30.68 pCt. (beregnet). Ifølge disse Undersøgelser er der altsaa gaaet  $33.58 \div 30.68 = 2.95$  pCt. Cellestof tabt ved den almindelige Behandling af Stoffet.

### 3. Forsøgsrække.

I det nævnte Gennemsnitsmateriale fra de 6 Høprøver blev der udført en Række Cellestofbestemmelser, hvor der ligesom ved den forrige Undersøgelse blev anvendt uafbrudt Kogning. Kogningstiden blev varieret ligesom før, men der blev anvendt kortere Kogningstider. Regnet fra det Øjeblik, da Glycerinvædsken begyndte at boble, blev der kogt i  $1/4$ ,  $1/2$ ,  $3/4$ , 1,  $1\frac{1}{4}$ ,  $1\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{3}{4}$  og 2 Timer (i det følgende bruges for Nemheds Skyld Betegnelserne 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Kvarter), men i øvrigt blev der — ligesom ved 2. Forsøgsrække — gaaet frem som ved en almindelig Cellestofbestemmelse efter Königs Metode. Der blev udført 4 Fællesanalyser. Cellestoffet fra de 4 sammenhørende

Tabel 8. Cellestofbestemmelser m. m.  
Forskellig Kogningstid, kortere Behandling.

Kogningstid	Fundet Cellestof, pCt.					Cellestoffet indeholdt, pCt.		
	1	2	3	4	Gennemsnit	Pentosaner	Æggehvide	Aske
1 Kvarter .....	38.74	38.61	39.06	39.15	38.89	7.07	1.44	4.22
2 — .....	35.69	36.28	36.01	36.14	36.03	4.10	1.05	4.68
3 — .....	34.50	34.68	34.64	34.91	34.68	3.14	0.89	4.68
4 — .....	33.17	33.76	33.89	33.57	33.47	2.57	0.75	4.94
5 — .....	32.66	32.52	32.80	32.48	32.48	2.36	0.65	4.98
6 — .....	32.17	31.90	31.61	32.24	31.98	2.10	0.59	5.19
7 — .....	30.66	30.78	31.32	31.05	31.00	1.90	0.60	5.22
8 — .....	30.69	30.28	30.45	30.28	30.41	1.90	0.57	5.36

Analysen blev blandet sammen og brugt til Bestemmelser af Pentosaner, Æggehvide-stoffer og Aske. Resultaterne er opførte i Tabel 8.

Som det ses, aftager Cellestoffets Indhold af Pentosaner og Æggehvide-stoffer stærkt i Løbet af den første Time, derefter er Nedgangen kun ringe (en mere indgaaende Behandling af Tallene findes Side 253—255, jvf. Side 241—243). Askeindholdet viser en lille Stigning, men denne skyldes — som tidligere berørt — den Omstændighed, at Cellestoffet aftager i Mængde, hvad der fremgaar af Tabel 9, hvor Cellestoffets Indhold af de nævnte Stoffer er omregnet til pCt. af det oprindelige Stof (Hø, vandfrit). Her er Askemængden nærmest konstant, Gennemsnitsindholdet er 1.64 pCt. De i Tabel 9 opførte Tal for Mængden af »rent Cellestof« er fremkomne ved at trække Summen af Pentosaner, Æggehvide-stoffer og Aske fra Mængden af det urene Cellestof. Ved den Side 251—253 anførte Bearbejdelse af disse Tal i Forbindelse med Tallene fra 2. Forsøgsrække blev der fundet følgende Formel for Analyse-

Tabel 9. Cellestofbestemmelser m. m. pCt. af Høet (vandfrit).

Kogningstid	Cellestof, urent	Pentosaner	Æggehvide-st.	Aske	Cellestof, rent
1 Kvarter .....	38.89	2.75	0.56	1.64	33.94
2 — .....	36.08	1.48	0.38	1.67	32.50
3 — .....	34.68	1.09	0.29	1.62	31.68
4 — .....	33.47	0.86	0.25	1.65	30.71
5 — .....	32.48	0.73	0.21	1.62	29.92
6 — .....	31.98	0.67	0.19	1.66	29.46
7 — .....	31.00	0.59	0.19	1.62	28.60
8 — .....	30.41	0.58	0.17	1.68	28.03

resultatet, det fundne Indhold af rent Cellestof, naar dette kaldes  $y$  og Kogningstiden i Kvarter kaldes  $x$ :

$$y = 35.79 \times Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \cdots \times Q_x, \text{ hvor}$$

$$Q_n = 1 \div 0.0581 \times q_1 \times q_2 \times q_3 \times \cdots \times q_{n-1}, \text{ og}$$

$$q_m = 0.99 \div 0.27 \left(\frac{2}{3}\right)^{m-1}.$$

Formlen giver de i Tabel 10, 1. Kolonne, opførte Værdier af  $y$ , beregnede for Kogningstiderne 0—16 Kvarter. Disse Værdier er derefter behandlede paa samme Maade som de tilsva-

rende i Tabel 6 (2. Kolonne), idet hver enkelt Værdi er angivet i pCt. af den foregaaende i Rækken og de fundne pCt. trukket fra 100. De saaledes fremkomne Tal for Tabet af Cellestof viser — ligesom de tilsvarende i Tabel 6 —, at Tabet er aftagende fra det ene Tidsrum til det andet, men medens det ved den forrige Undersøgelse aftog efter samme Maalestok, idet hver enkelt Værdi af Tabet udgjorde 96 pCt. af den foregaaende

Tabel 10. Forskellig Kogningstid (rent Cellestof).  
Beregnete Resultater.

Kogningstid	pCt. Cellestof	pCt. af foregaaende	Tab, pCt.	pCt. af foregaaende
	1	2	3	4
0 Kvarter.....	35.79			
1 — .....	33.80	94.00	5.31	
2 — .....	32.00	96.18	3.82	72
3 — .....	31.59	96.91	3.09	81
4 — .....	30.74	97.31	2.69	87
5 — .....	29.99	97.55	2.45	91
6 — .....	29.30	97.70	2.30	94
7 — .....	28.85	97.79	2.21	96
8 — .....	28.08	97.86	2.14	97
9 — .....	27.45	97.90	2.10	98
10 — .....	26.88	97.92	2.08	99
11 — .....	26.32	97.94	2.06	99
12 — .....	25.78	97.96	2.04	99
13 — .....	25.26	97.98	2.02	99
14 — .....	24.76	98.00	2.00	99
15 — .....	24.27	98.02	1.98	99
16 — .....	23.79	98.04	1.96	99

i Rækken, aftager det ved denne Undersøgelse, hvor Tabet er bestemt paa et tidligere Tidspunkt af Kogningen, stærkest i Begyndelsen men gaar efterhaanden over til at aftage efter samme Maalestok, idet hver enkelt Værdi af Tabet, som det ses i 4. Kolonne, udgør 99 pCt. af den foregaaende (jvf. Side 251—252).

Den for  $x=0$  fundne Værdi af  $y$ , Cellestofindholdet efter 0 Kvarters Kogning, er ved denne Undersøgelse 35.79 pCt. Dette Resultat skal senere — sammen med det tilsvarende fra 2. Forsøgsrække — gøres til Genstand for nærmere Omtale.

## 4. Forsøgsrække.

I Forsøgslaboratoriets 58. Beretning, Den kemiske Analyse af Foderstoffer af Professor V. Storch, er beskrevet et Forsøg paa at bestemme Cellestof ad indirekte Vej. Forsøget blev anstillet med Byg. Af de sønderdelte Kærner blev Stivelsen bortskaffet, idet den blev forkløstret og ved Tilsætning af frisk Maltudtræk omdannet til Dekstrin og Sukker, der sammen med andre letopløselige Stoffer blev fjernet ved Filtrering og Udvaskning med Vand, Vinaand og Æter. I det tilbageblevne Stof, der udgjorde 20.58 pCt. af den lufttørre Byg, blev Indholdet af Pentosaner, Æggehvdestoffer og Aske bestemt. De udgjorde tilsammen 59.72 pCt. af Stoffet. Resten, 40.28 pCt., der altsaa repræsenterede det fundne Cellestof efter denne Metode, svarede til 8.29 pCt. af den oprindelige Bygprøve. En direkte Bestemmelse efter Schulzes Metode gav kun 5.16 pCt.

I de 6 Høprøver, der er omtalte i det foregaaende, blev der udført nogle tilsvarende Bestemmelser, men med den Forskel, at der ikke blev taget Hensyn til Stivelseindholdet, da der kun fandtes Spor af Stivelse i Materialet. 5 g Stof blev anbragt i en Kvarrtliters Kogeflaske, overhældt med 200 cm<sup>3</sup> Vand og kogt 1/2 Time over aabent Blus, hvorefter der blev filtreret og vasket med varmt Vand, Vinaand og Æter, til Filtratet var farveløst. Det tilbageblevne Stof, »uopløselige Stoffer«, blev derefter tørret og vejjet. Der blev udført 2 Fællesanalyser. I det sammenblandede Stof fra 2 og 2 sammenhørende Analyser blev der udført Bestemmelser af Aske, Pentosaner og Æggehvdestoffer (Kvælstofindholdet multipliceret

Tabel 11. Bestemmelser af uopløselige Stoffer m. m.

Prøvens Mærke	Uopløselige Stoffer, pCt.			De uopløselige Stoffer indeholdt, pCt.		
	1	2	Middel	Pento- saner	Ægge- hvdest.	Aske
A, 1. Slæt . . . . .	73.84	73.98	73.89	28.16	6.58	2.29
A, 2. — . . . . .	75.13	74.94	75.03	27.98	6.82	1.87
A, 3. — . . . . .	77.87	76.87	77.12	28.59	5.07	2.41
B, 1. — . . . . .	76.52	76.61	76.57	29.57	7.08	2.42
B, 2. — . . . . .	76.87	77.16	77.02	27.88	7.26	2.28
B, 3. — . . . . .	82.89	82.00	82.20	28.22	5.40	1.92

med 6). Ogsaa her blev der udført Dobbeltbestemmelser, men kun Middeltallene af disse, der viste god Overensstemmelse, er opførte i Tabel 11, som viser de umiddelbare Resultater af Undersøgelsen.

I Tabel 12 er de uopløselige Stoffers Indhold af Pento- saner, Æggehvide-stoffer og Aske omregnet til pCt. af det op- rindelige Stof (Hø, vandfrit) og Summen af disse Stoffer trukket fra Mængden af uopløselige Stoffer. Den fremkomne Rest (»Cellestoffet«) udgør i Gennemsnit for alle 6 Prøver 48.68 pCt.

Tabel 12. Bestemmelser af uopløselige Stoffer m. m. pCt. af Høet (vandfrit).

Prøvens Mærke	Uopløse- lige Stoffer	Pento- saner	Ægge- hvide- stoffer	Aske	Rest
A, 1. Slæt.....	73.89	20.81	4.86	1.89	46.53
A, 2. — .....	75.03	20.99	4.74	1.40	47.90
A, 3. — .....	77.12	22.05	3.91	1.86	49.30
B, 1. — .....	76.57	22.64	5.38	1.85	46.70
B, 2. — .....	77.02	21.05	5.59	1.72	48.66
B, 3. — .....	82.20	23.20	4.44	1.58	52.98
Gennemsnit...	76.97	21.79	4.82	1.68	48.68

Da der ikke anvendes stærke Opløsningsmidler ved denne Fremgangsmaade, maa man gaa ud fra, at der ikke er gaaet noget Cellestof tabt, og Resultatet kan derfor sammenstilles med de ved 2. og 3. Forsøgsrække, hvor Stoffet blev behandlet med Glycerin-Svovlsyre, fundne Værdier af  $y$  for  $x = 0$  (det beregnede Cellestofindhold efter Kogningstiden 0), og man har da følgende Værdier for det uformindskede Cellestofindhold:

2. Forsøgsrække, 33.58 pCt.
3. do. 35.79 —
4. do. 48.68 —

Den afgørende Forskel mellem 2. og 3. Forsøgsrække er, at ved 2. Forsøgsrække er den første Cellestofbestemmelse foretaget efter 1 Times Kogning med Glycerin-Svovlsyre, men ved 3. Forsøgsrække allerede efter  $\frac{1}{4}$  Times Forløb, medens Resultatet af 4. Forsøgsrække kan betragtes som Resultatet af en lignende Undersøgelse, hvor den første Cellestofbestemmelse er foretaget efter 0 Timers Kogning, idet Stoffer, der er opløselige i Vand, Vinaand og Æter, betragtes som udelukkede.



Heraf kan sluttes, at en Forsøgsrække, hvor den første Cellestofbestemmelse blev foretaget efter en Kogningstid, der laa mellem 0 og  $\frac{1}{4}$  Time, vilde for det uformindskede Cellestofindhold give en Værdi, der laa mellem 35.79 og 48.68 pCt.; jo nærmere Kogningstiden laa ved 0, desto nærmere vilde Værdien ligge ved 48.68 pCt. At man saaledes finder en højere Værdi for det uformindskede Cellestofindhold, jo tidligere den første Cellestofbestemmelse foretages, er simpelthen et Udtryk for, at der i Begyndelsen af Kogningstiden forsvinder noget »Cellestof«, som er mere opløseligt, angribes stærkere af Glycerin-Svovlsyren, end det øvrige. Dette ses umiddelbart i Tabel 10, hvor Tabet er særlig stort i den første Del af Kogningstiden. Spørges der nu, om dette let opløselige »Cellestof« bør kaldes Cellestof eller betragtes som en særlig Stofgruppe, maa det erindres, at Cellestofindholdet er bestemt som Differens. Skal det uformindskede Cellestofindhold ved 4. Forsøgsrække, 48.68 pCt., betragtes som Cellestof, maa det forudsættes, at Høets uopløselige Stoffer kun omfatter Cellestof, Pentosaner, Æggehvdestoffer og Aske, men denne Forudsætning er ikke berettiget. I sin Beskrivelse af den indirekte Metode (58. Beretning, Side 102) finder Professor *Storch* det ikke usandsynligt, at den før omtalte, fra Byggets Skaldele stammende »Rest« foruden Cellestof kan have indeholdt andre, hidtil ubekendte Stoffer, og endnu mere sandsynligt er det, at sadaanne umodne Stoffer som Hø indeholder forskellige ubekendte Stoffer, der maaske danner Overgangsformer til de mere kendte Stoffer eller Stofgrupper. Det er derfor rigtigst at opfatte det omtalte let opløselige »Cellestof« som en særlig Stofgruppe, der kan betegnes som pentosan-, kvælstof- og askefri Stoffer, uopløselige i Vand, Vinaand og Æter, men — i Modsætning til Cellestoffet — let opløselige i Glycerin-Svovlsyre. I det følgende kaldes denne Stofgruppe for Nemheds Skyld »tungt opløselige Kulhydrater«. Skal Grænsen mellem Cellestof og tungt opløselige Kulhydrater bestemmes nærmere, maa der ved Beregningen af det uformindskede Cellestofindhold anvendes en Formel, som er fremgaaet af en Undersøgelse, der er udført efter at de tungt opløselige Kulhydrater kan betragtes som fjærnede, thi først da kan Cellestoffets Opløselighedsforhold fastsættes. Det fremgik af de foregaaende Undersøgelser, at Pentosaner og Æggehvdestoffer kan betragtes som praktisk talt fjærnede efter 1 à 2 Timers Kogning, og det

er da nærliggende at gaa ud fra, at de tungt opløselige Kulhydrater ogsaa kan betragtes som fjærnede efter 1 à 2 Timers Forløb. Det ses i Tabel 10, at der netop er indtraadt et konstant Opløselighedsforhold efter Forløbet af et lignende Tidsrum, idet Tabet da, som tidligere nævnt, aftager efter samme Maalestok<sup>1)</sup>. Man vilde — med andre Ord — finde det samme Opløselighedsforhold, selv om Tidspunktet for den første Cellestofbestemmelse blev udskudt yderligere. Det uformindskede Cellestofindhold bør derfor beregnes ved Hjælp af den Formel, der blev fundet ved 2. Forsøgsrække, da denne i det væsentlige omfattede Behandlinger af Cellestof, der viste et konstant Opløselighedsforhold og kunde betragtes som nogenlunde frit for fremmede Bestanddele. Den ved 2. Forsøgsrække fundne Værdi for det uformindskede Cellestofindhold, 33.58 pCt., maa saaledes betragtes som det rigtigste Udtryk for det anvendte Materiales virkelige Indhold af Cellestof. (Hvorledes den kemiske Sammensætning af dette Cellestof forholder sig, er et andet Spørgsmaal, som ikke skal behandles nærmere her. Cellestof maa i denne Forbindelse defineres som pentosan-, kvælstof- og askefri Stoffer, uopløselige i Vand, Vinaand og Æter, tungt opløselige i Glycerin-Svovlsyre). Differensen mellem denne Værdi og den ved 4. Forsøgsrække fundne »Rest« er da Materialets Indhold af tungt opløselige Kulhydrater, som derefter vil være  $48.68 \div 33.58 = 15.10$  pCt. Forskellen mellem det ufor-

Tabel 13. Analyseresultater (beregnete) ved 2. og 3. Forsøgsrække.

Kogningstid	pCt. »Cellestof«, beregnet		
	2. Forsøgsrække	3. Forsøgsrække	Differens
0 Kvarter .....	33.58	35.79	2.21
1 — .....	32.80	33.89	1.09
2 — .....	32.06	32.80	0.54
3 — .....	31.33	31.59	0.26
4 — .....	30.63	30.74	0.11
5 — .....	29.65	29.99	0.04
6 — .....	29.29	29.30	0.01

<sup>1)</sup> Det bemærkes, at Værdierne i 4. Kolonne af Tabel 10 ikke korresponderer med Værdier, der staar paa samme Linie i 1. Kolonne, men med Værdier, der ligger forud.

mindskede Cellestofindhold ved 2. og 3. Forsøgsrække,  $35.79 \div 33.58 = 2.21$  pCt., kan da opfattes som en mindre Stofgruppe, der repræsenterer den mindst opløselige Del af de tungt opløselige Kulhydrater. Tabel 13 giver et Billede af denne Stofgruppes Opløselighedsforhold. Tabellen viser de beregnede Værdier af  $y$  (Cellestofmængden efter de forskellige Kogningstider) ved 2. og 3. Forsøgsrække indtil det Punkt, hvor de to Rækker løber sammen, og den omtalte Stofgruppe fremtræder da som Differens mellem disse Værdier (for 2. Forsøgsrækkes Vedkommende er de mellem hele Timer liggende Værdier fundne ved en simpel Interpolation som den, der er omtalt Side 251).

Pentosanernes Opløselighed er bestemt ved Formlen (se Side 254):

$$y = 23.15 \times Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times \dots \times Q_x, \text{ hvor}$$

$$Q_n = 1 \div (0.0228 \times 0.99^{n+1} + 0.8584 \times q_1 \times q_2 \times q_3 \times \dots \times q_{n+1})$$

$$\text{og } q_m = 0.50 + 1.44 \frac{1 \div (\frac{5}{12})^{m+1}}{7},$$

idet  $y$  betyder Cellestoffets Indhold af Pentosaner, beregnet paa det oprindelige Stof (Hø, vandfrit), og  $x$  er Kogningstiden i Kvarter.

For Æggehvidestoffernes Vedkommende er den tilsvarende Formel (se Side 255):

$$y = 6.23 \times Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times \dots \times Q_x, \text{ hvor}$$

$$Q_n = 1 \div (0.0228 \times 0.99^{n+1} + 0.8873 \times q_1 \times q_2 \times q_3 \times \dots \times q_{n+1}),$$

$$\text{og } q_m = 0.34 + 0.33 \frac{1 \div 0.1^{m+1}}{0.9}.$$

De fundne Værdier af  $y$ , beregnede for Kogningstiderne 0—16 Kvarter, er opførte i 3. og 4. Kolonne af Tabel 14, der giver et samlet Billede af de her omhandlede Stoffers Opløselighedsforhold. Tallene i 1. Kolonne, »rent Cellestof«, er fundne ved Interpolation af de beregnede Resultater fra 2. Forsøgsrække (se Tabellerne 13 og 21). De tungt opløselige Kulhydrater i 2. Kolonne falder, naar den første Værdi undtages, sammen med den før omhandlede Differens mellem Resultaterne fra 2. og 3. Forsøgsrække (se Tabel 13). Tallene for Kogningstiden 0 Kvarter i 3., 4. og 5. Kolonne angiver selve Høets Indhold af Pentosaner, Æggehvidestoffer og Aske (se Side 224). I Modsætning til de øvrige Stoffer er Askemængden ens for alle Kogningstiderne, naar 0 undtages (jvf. Side 235). Summen

af Tallene i de 5 første Kolonner er opført i 6. Kolonne, »urent Cellestof«. Udelades Askemængden af denne Sum, fremkommer Tallene i sidste Kolonne, der svarer til Analyseresultatet ved den almindelige Fremgangsmaade, hvor Cellestoffet bortglødes og Mængden af urent, askefrit Cellestof opgives. Tallene for 0 Kvarter i 6 og 7. Kolonne er sat i Klamme, da disse Tal ifølge Sagens Natur er noget uvirkelige (Værdien 84.<sup>37</sup>, 6. Kolonne, er Summen af de ved disse Under søgelser bestemte Stoffer. Trækkes den i Vand, Vinaand og Æter opløselige Del af disse Stoffer fra — 7.<sup>40</sup> pCt., jvf. Tabel 16 — faas den ved 4. Forsøgsrække fundne Værdi for Mængden af uopløselige Stoffer, 76.<sup>97</sup> pCt., se Tabel 12).

Tabel 14. Analyseresultater efter forskellig Kogningstid. pCt. af Høet (vandfrit). Beregnede Værdier.

Kogningstid	Cellestof, rent	Tungt opløsel. Kulhydrater	Pentosaner	Æggehvide-stoffer	Aske	Urent Cellestof	Urent, askefrit Cellestof
	1	2	3	4	5	6	7
0 Kvarter . . . . .	33.58	15.10	23.150	6.230	6.31	(84.37)	(78.06)
1 — . . . . .	32.80	1.09	2.750	0.560	1.64	38.84	37.20
2 — . . . . .	32.06	0.54	1.509	0.379	1.64	36.13	34.49
3 — . . . . .	31.33	0.26	1.073	0.294	1.64	34.60	32.96
4 — . . . . .	30.63	0.11	0.858	0.246	1.64	33.48	31.84
5 — . . . . .	29.95	0.04	0.734	0.216	1.64	32.58	30.94
6 — . . . . .	29.29	0.01	0.655	0.196	1.64	31.79	30.15
7 — . . . . .	28.66		0.601	0.182	1.64	31.08	29.44
8 — . . . . .	28.05		0.563	0.172	1.64	30.43	28.79
9 — . . . . .	27.46		0.535	0.165	1.64	29.80	28.16
10 — . . . . .	26.88		0.512	0.159	1.64	29.19	27.55
11 — . . . . .	26.32		0.494	0.153	1.64	28.61	26.97
12 — . . . . .	25.78		0.479	0.149	1.64	28.05	26.41
13 — . . . . .	25.25		0.466	0.145	1.64	27.50	25.86
14 — . . . . .	24.74		0.455	0.142	1.64	26.98	25.34
15 — . . . . .	24.25		0.444	0.138	1.64	26.47	24.83
16 — . . . . .	23.78		0.434	0.135	1.64	25.99	24.35

Tabel 15 giver et mere umiddelbart Billede af det urene Cellestofs Sammensætning, idet de indeholdte fremmede Stoffer er angivne i pCt. af den samlede Stofmængde (Cellestof plus Urenheder, 6. Kolonne i Tabel 14).

Ifølge de udførte Beregninger har de beskrevne Under søgelser som tidligere nævnt givet det Resultat, at der er gaet

Tabel 15. Det urene Cellestofs Indhold af Pentosaner m. m.  
Beregnete Værdier. pCt.

Kogningstid	Tungt opløselige Kulhydrater	Pentosaner	Æggehvide-stoffer	Aske
0 Kvarter .....	(17.90)	(27.44)	(7.38)	(7.48)
1 — .....	2.81	7.08	1.44	4.22
2 — .....	1.49	4.18	1.05	4.54
3 — .....	0.75	3.10	0.85	4.74
4 — .....	0.33	2.56	0.73	4.90
5 — .....	0.12	2.25	0.66	5.03
6 — .....	0.03	2.06	0.62	5.16
7 — .....		1.93	0.59	5.28
8 — .....		1.85	0.57	5.39
9 — .....		1.80	0.55	5.50
10 — .....		1.75	0.54	5.62
11 — .....		1.73	0.53	5.73
12 — .....		1.71	0.53	5.85
13 — .....		1.70	0.53	5.96
14 — .....		1.69	0.53	6.08
15 — .....		1.68	0.52	6.20
16 — .....		1.67	0.52	6.31

$53.58 \div 30.63 = 2.95$  pCt. Cellestof tabt ved en Times Kogning, men det ses i Tabel 14, at Fejlen i Analyseresultatet ved den almindelige Fremgangsmaade er noget mindre, fordi Cellestoffets Indhold af Urenheder (Pentosaner, Æggehvide-stoffer og den lille »Differens«) dækker en Del af Tabet. Efter en Times Kogning er Indholdet af urent, askefrit Cellestof 31.84 pCt. og Fejlen altsaa  $33.58 \div 31.84 = 1.74$  pCt. Det rigtige Resultat ligger, som Tabellen viser, mellem 2 og 3 Kvarters Kogning.

Ved at indføre den før omtalte Bestemmelse af »tungt opløselige Kulhydrater« formindsker man i betydelig Grad den Rest af ubekendte Stoffer, der unddrager sig de analytiske Bestemmelser, og som for Høets Vedkommende er særlig stor. Da de tungt opløselige Kulhydrater bestemmes som Differens mellem Indholdet af Cellestof og den ved den indirekte Bestemmelse fundne Rest, vil en negativ Fejl ved Bestemmelsen af Cellestoffindholdet give en positiv Fejl i den fundne Mængde tungt opløselige Kulhydrater og omvendt; men det maa betragtes som en Fordel, at Fejlen ved den usikre Cellestofbestemmelse saaledes afbalanceres paa en nærstaaende Stofgruppe.

Ved denne Bestemmelse af tungt opløselige Kulhydrater

bliver Mængden af uopløselige Pentosaner, Æggehvide-stoffer og Aske (uopløselige i Vand, Vinaand og Æter) bestemt, og ved at sammenholde disse med det totale Indhold af de samme Stoffer faar man et Indblik i disse Stoffers Opløselighed. Samtidig faar man en simpel Adskillelse af hele Materialet i opløselige og uopløselige Stoffer. Tabel 16 giver paa dette Grundlag en Oversigt over den kemiske Sammensætning af Materialet, der blev anvendt til disse Undersøgelser, idet Gennemsnitstallene fra de 6 Høprøver er benyttede. For Cellestofindholdets Vedkommende er den ved Analyserne fundne, ikke korrigerede Værdi benyttet (se Tabellerne 1 og 3). Da denne Værdi er lidt for lav, er det anførte Indhold af tungt opløselige Kulhydrater lidt højere end det beregnede.

Tabel 16. Oversigt over den kemiske Sammensætning af de anvendte Høprøver. pCt. af Tørstoffet.

	Cellestof	Tungt opløsel. Kulhydrater	Pentosaner	Æggehvide-stoffer	Aske	Ikke bestemte Stoffer	Tilsammen
Uopløselig.....	31.77	16.91	21.79	4.82	1.68	0.00	76.97
Opløselig.....	0.00	0.00	1.36	1.41	4.63	15.63	23.03
I alt...	31.77	16.91	23.15	6.23	6.31	15.63	100.00
Opløselig i pCt....	0.00	0.00	5.87	22.63	73.38	100.00	23.03

I den nederste Talrække, der angiver den opløselige Del af hver enkelt Stofgruppe, udtrykt i pCt. af hele Stofgruppen, ses det, hvorledes de opstillede Stofgrupper viser en stigende Opløselighed fra venstre til højre. De to første, Cellestof og tungt opløselige Kulhydrater, der begge er uopløselige i Vand, Vinaand og Æter, er adskilte ved deres Forhold over for det stærkere Opløsningsmiddel, Glycerin-Svovlsyren, hvori Cellestoffet er tungt opløseligt, men den anden Gruppe let opløselig. Som det ses, udgør de ikke bestemte Stoffer 15.<sup>63</sup> pCt. af Materialet. Om disse giver Analyserne den Oplysning, at de er opløselige (i Vand, Vinaand og Æter) og at de indeholder 2.<sup>52</sup> pCt. Kvælstof (Differensen mellem Totalkvælstof og Æggehvidekvælstof, 0.<sup>394</sup> pCt., se Side 224, omregnet til pCt. af 15.<sup>63</sup>).

— De 6 Høprøver indeholdt i Gennemsnit 2.<sup>28</sup> pCt. Sukker og 2.<sup>42</sup> pCt. æteropløselige Stoffer, det saakaldte Raafedt. Naar disse forholdsvis smaa Stofgrupper tages med i Beregningen, vil de 15.<sup>68</sup> pCt. ikke bestemte Stoffer reduceres til 10.<sup>98</sup> pCt.

### Sammenligning mellem forskellige Metoder til Cellestofbestemmelse.

I den tidligere nævnte 58. Beretning fra Forsøgslaboratoriet har Professor V. Storch forelagt Resultaterne af en Række Undersøgelser over Cellestofbestemmelser i forskellige Fodermidler. Ved disse Undersøgelser blev der anstillet Sammenligninger mellem Hennebergs og Schulzes Metode. Fremgangsmaaden ved den sidste var følgende:

Stoffet ekstraheres med Æter, tørres og anbringes i et Glas med tilsleben Glasprop. For hver Del Tørstof tilsættes 12 Dele Salpetersyre af Vægtfylde 1.<sup>10</sup> og 0.<sup>8</sup> Dele klorsurt Kali, hvorefter Glasset under jævnlig Omrystning henstaar 12 à 14 Dage ved en Temperatur paa omtrent 15° C. Der fortyndes med Vand, filtreres og vaskes med koldt og derefter varmt Vand. Stoffet skylles over i et Bægerglas og digereres i  $\frac{3}{4}$  Time med fortyndet Ammoniak ved en Temperatur af omtrent 60° C., derefter filtreres, vaskes med fortyndet Ammoniak, Vand, Alkohol og Æter. Stoffet tørres, vejes og brændes til Aske, og dennes Vægt trækkes fra Vægten af det fundne Cellestof.

I 8 forskellige Prøver af Agerhø (lufttør Tilstand) var Indholdet af Cellestof, bestemt efter begge Metoder, følgende:

Prøve Nr.	Hennebergs Metode	Schulzes Metode	Differens
1	28. <sup>42</sup> pCt.	28. <sup>40</sup> pCt.	0. <sup>02</sup> pCt.
2	26. <sup>42</sup> —	24. <sup>56</sup> —	1. <sup>86</sup> —
3	23. <sup>70</sup> —	21. <sup>83</sup> —	1. <sup>87</sup> —
4	29. <sup>36</sup> —	25. <sup>39</sup> —	3. <sup>97</sup> —
5	23. <sup>92</sup> —	23. <sup>08</sup> —	0. <sup>86</sup> —
6	24. <sup>46</sup> —	25. <sup>70</sup> —	÷ 1. <sup>24</sup> —
7	25. <sup>05</sup> —	23. <sup>89</sup> —	1. <sup>16</sup> —
8	26. <sup>16</sup> —	25. <sup>94</sup> —	0. <sup>22</sup> —
Gennemsnit	25.94 pCt.	24.85 pCt.	1.09 pCt.
Beregnet paa Tørstoffet <sup>1)</sup>	33.03 —	31.64 —	1.39 —

<sup>1)</sup> Prøverne indeholdt i Gennemsnit 21.<sup>46</sup> pCt. Vand (meddelt af Professor V. Storch).

## Cellestoffet indeholdt:

	Hennebergs Metode	Schulzes Metode
Pentosaner <sup>1)</sup> . . . . .	20.71 pCt.	22.51 pCt.
Æggehvide-stoffer . . . . .	1.01 —	1.89 —

I en fornylig udkommen Afhandling af Professor, Dr. phil. K. Rørdam om den kemiske Sammensætning af nogle Græsser og Kløverarter paa forskellige Modningsstadier<sup>2)</sup> er der offentliggjort en Del Undersøgelser over Anvendelsen af H. Müllers Brommetode. Fremgangsmaaden ved denne Metode var følgende:

Stoffet anbringes i et rummeligt Pulverglas med indsleben Prop, overhældes med Bromvand og henstaar i et eller halvandet Døgn under jævnlig Omrystning og Tilsætning af lidt stærkt Bromvand. Der filtreres og udvaskes med koldt og derefter varmt Vand. Massen paa Filtret overhældes med fortyndet Ammoniakvand og vaskes med varmt Vand. Der overhældes med en 2 pCt.holdig Opløsning af Kaliumpermanganat og udvaskes paany. De udskilte Manganilter opløses i fortyndet Saltsyre under Tilsætning af Svovlsyrlingvand. Massen vaskes svovlsyrefri og bringes over paa et tørret og vejte Filter, vaskes med Vinaand, tørres i to Døgn og vejes. Cellestoffets Indhold af Aske bestemmes, og Mængden af askefrit Cellestof udregnes.

5 Græsarter og 3 Kløverarter blev undersøgte, dels som almindeligt Hø, dels i moden, tærsket Tilstand (Frøhalm). Der blev udført Cellestofbestemmelser efter Müllers og efter Kønigs Metode. For Høprøvernes Vedkommende var Resultaterne følgende, angivne i pCt. af Tørstoffet:

	Müllers Metode	Königs Metode	Differens
Ital. Rajgræs . . . . .	31.65 pCt.	25.14 pCt.	6.51 pCt.
Draphavre . . . . .	38.72 —	25.52 —	13.20 —
Ager-Hejre . . . . .	35.43 —	26.26 —	9.19 —
Hundegræs . . . . .	37.08 —	28.64 —	8.64 —
Engsvingel . . . . .	36.68 —	27.00 —	9.08 —
Gennemsnit . . . . .	35.92 pCt.	26.61 pCt.	9.31 pCt.
Sildig Rødkløver . . . . .	23.72 —	17.46 —	6.26 —
Kællingetand . . . . .	25.73 —	18.74 —	6.99 —
Rundbælg . . . . .	27.07 —	20.44 —	6.68 —
Gennemsnit . . . . .	25.51 pCt.	18.88 pCt.	6.63 pCt.

I det efter Müllers Metode fremstillede Cellestof, der ifølge K. Rørdams Undersøgelser maa antages at være Pektocellu-

<sup>1)</sup> Furfurologivende Stoffer, beregnede som Xylan.

<sup>2)</sup> Videnskabernes Selskabs Skrifter, 7. Række.



lose, blev der udført Bestemmelser af Pentosanindholdet. For Græsarternes Vedkommende var det gennemsnitlige Indhold af Pentosaner i Cellestoffet fra Høprøverne (beregnet askefrit) 12.87 pCt., for Kløverarternes omtrent det samme, 12.68 pCt.<sup>1)</sup>. Hvad Kønigs Metode angaar, blev der efter Kogningen med Glycerin-Svovlsyre foretaget en Behandling med Ammoniakvand<sup>2)</sup> og en Blegning med Kaliumpermanganat og Svovlsyrling. Ved denne Efterbehandling tabte Cellestoffet 1.5—2.0 pCt. i Vægt for Græsarternes Vedkommende, men mere, op til 6 pCt.<sup>3)</sup>, for Kløverarternes Vedkommende. Det blegede Cellestof syntes at være fuldstændig kvælstoffrit og gav ikke paaviselige Mængder af Furfurol ved Destillation med Saltsyre.

Der kan nu foretages en Jævnføring af Analyseresultaterne efter de 4 Metoder, der er omtalt i det foregaaende. Ved den tidligere omtalte Sammenligning mellem Kønigs og Hennebergs Metode (se Tabel 1) gav den første 31.77 pCt. Cellestof, den sidste 44.04 pCt., naar der regnes med det urene, askefrie Cellestof, som faas ved den almindelige Fremgangsmaade efter begge Metoder (se Tabel 3). Sættes Resultatet efter Kønigs Metode lig 100, gav Hennebergs Metode 138.8. Ved de i Forsøgs-laboratoriets Beretning offentliggjorte Undersøgelser gav Hennebergs Metode 33.03 pCt., Schulzes Metode 31.64 pCt. Sættes Hennebergs Metode lig 138.8, gav Schulzes Metode 132.8. Ved *K. Rørdams* Undersøgelser gav for Græssernes Vedkommende Kønigs Metode 26.61 pCt., Müllers Metode 35.92 pCt. Sættes Kønigs Metode lig 98, idet der tages Hensyn til den omtalte Efterbehandling, gav Müllers Metode 132.3. For Kløverarternes Vedkommende gav Kønigs Metode 18.88 pCt., Müllers Metode 25.51 pCt. Sætter man her Kønigs Metode lig 96 (se Fodnoten nederst), faar man for Müllers Metode 129.7. Sammenstilles disse Resultater, har man:

Kønigs Metode	Hennebergs Metode	Schulzes Metode	Müllers Metode Græsser	Müllers Metode Kløver
100	139	133	132	130

<sup>1)</sup> I Originalafhandlingen er Indholdet af Pentosaner beregnet som lige Dele Araban og Xylan. Her er Indholdet omregnet til Xylan for Sammenligningens Skyld ved Multiplikation med 0.91 (jvf. Krøbers Tabeller, Journ. f. Landw., 1900).

<sup>2)</sup> Se *König*: Die Unters. landw. und gewerbl. wicht. Stoffe, 1906, S. 251.

<sup>3)</sup> Gennemsnitlig ca. 4 pCt. (meddelt af Professor *K. Rørdam*).

Beregnes det askefri Cellestof efter Hennebergs, Schulzes og Müllers Metoder frit for Pentosaner, kommer Tallene til at ligge hverandre nærmere, idet man faar (samme Rækkefølge):

100	105	98	115	113
-----	-----	----	-----	-----

Gaar man ud fra, at det ved Anvendelsen af Königs Metode fundne Resultat er 1.74 pCt. for lavt (se Side 243), og korrigerer Resultatet ved at lægge denne Størrelse til, vil man i Stedet for 31.77 pCt. Cellestof faa 33.51 pCt. Sættes dette Resultat, der maa betragtes som det mest korrekte Udtryk for Cellestoffindholdet, lig 100, faar man, naar Cellestoffets Indhold af Pentosaner ikke fradrages:

Königs Metode (korrigeret)	Hennebergs Metode	Schulzes Metode	Müllers Metode Græsser	Kløver
100	131	126	125	123

Hvis man derimod, ligesom før, regner med pentosanfrit Cellestof for de tre sidste Metoder faas:

100	100	93	109	107
-----	-----	----	-----	-----

Hennebergs Metode staar nu lige med det korrigerede Resultat efter Königs Metode, medens Schulzes Metode staar noget lavere, Müllers Metode noget højere. Grunden til, at Resultatet efter Schulzes Metode ligger saa lavt, er maaske, at Cellestoffet efter denne Metode, som nærmere udviklet i Forsøgslaboratoriets Beretning, indeholder en Del Oxycellulose, der giver Furfurol ved Destillation med Saltsyre, saa at det fundne — og fradragne — Pentosanindhold er beregnet for stort. At Müllers Metode endnu staar forholdsvis højt, kan ifølge *K. Rørdam* forklares ved, at Cellestoffet efter denne Metode indeholder noget Kutin og en Del pektinagtige Stoffer.

### Tillæg.

Resultaterne af de ved 2. Forsøgsrække udførte Cellestofbestemmelser, der, som nævnt Side 231, viste temmelig store Uoverensstemmelser mellem Fællesanalyserne, var ikke saa regelmæssige, at de i den foreliggende Form egnede sig til at danne Grundlag for videre Beregninger. Der er derfor udført en grafisk Udjævning paa den Maade, at der paa kvadreret Papir er tegnet en Kurve over de fundne Resultater, hvorefter der er foretaget en skønsmæssig Udjævning af

Kurven og de fremkomne Resultater aflæste paa Papirets Inddelinger, idet der samtidig er sørget for, at Summen af positive og Summen af negative Afvigelser fra den oprindelige Kurve er blevet omtrent lige store, og at det samme med Tilnærmelse gælder, naar Kurven deles paa Midten, og hver Halvdel tages for sig. Dette ses i nedenstaaende Sammenstilling af de udjævnede og de virkelig fundne Resultater (den midterste Afvigelse er halveret).

Tabel 17. pCt. Cellestof (rent). 2. Forsøgsrække.

Kogningstid	Fundet	Grafisk udjævnet	Differens	Sum af Differenser
1 Time	30.62	30.65	÷ 0.03	$\left. \begin{array}{l} \div 0.47 \\ + 0.51 \\ \\ \div 1.51 \\ + 1.53 \\ \\ \div 1.04 \\ + 1.02 \end{array} \right\}$
2 Timer	27.90	28.05	÷ 0.15	
3 —	26.16	25.75	0.41	
4 —	23.85	23.75	0.10	
5 —	21.42	22.00	÷ 0.58	
6 —	20.64	20.40	0.24	
7 —	18.80	19.05	÷ 0.75	
8 —	18.11	17.80	0.31	
9 —	17.12	16.65	0.47	

Resultaterne af den grafiske Udjævning danner Grundlaget for Tabel 18. De er opførte i 1. Kolonne af Tabellen. Divideres ethvert af disse Tal med det foregaaende, faas Kvotienterne i 2. Kolonne. Trækkes disse fra 1, faas de i 3. Kolonne anførte Tal for Tabet ved den fortsatte Kogning, angivet i Dele af 1 (jvf. Tabellerne 4, 6 og 10, hvor Tabet er angivet i pCt.), og divideres ethvert af disse Tal med det foregaaende, fremkommer Kvotienterne i sidste Kolonne. Disse ligger i Nærheden af hverandre og varierer uden nogen ensidig Bevægelse

Tabel 18. Kvotientberegning. Rent Cellestof. 2. Forsøgsrække.

Kogningstid	pCt. Cellestof (udjævnet)	Kvotient	Tab	Kvotient
	1			
1 Time	30.65			
2 Timer	28.05	0.9152	0.0848	
3 —	25.75	0.9180	0.0820	0.97
4 —	23.75	0.9223	0.0777	0.95
5 —	22.00	0.9263	0.0737	0.95
6 —	20.40	0.9273	0.0727	0.99
7 —	19.05	0.9338	0.0662	0.91
8 —	17.80	0.9344	0.0656	0.99
9 —	16.65	0.9354	0.0646	0.98

omkring Gennemsnitsværdien, der er 0.96. Benyttes denne som Udgangspunkt, og udføres de Regninger, der ligger til Grund for Opstillingen, i modsat Retning, fremkommer Tallene i Tabel 19, der er udvidet til foruden de virkelig anvendte Kogningstider at omfatte Kogningstiden 0. Tallene i 1. og 3. Kolonne er beregnede med de fremhævede Værdier, 30.62 og 0.0848, som Udgangspunkt. De er Gennemsnitsværdier, uddraget af det foreliggende Materiale. Kaldes de

søgte Værdier henholdsvis a og b, findes — som det fremgaar af nedenstaaende Opstilling — de enkelte Værdier af b ved Benyttelse af den konstante Kvotient, 0.96, og Tallene i 3. Kolonne af Tabel 18 og de enkelte Værdier af a ved Benyttelse af Kvotienterne i 2. Kolonne af Tabel 19 og Tallene i 1. Kolonne af Tabel 18.

1 Time,		a = 30.65,	a = 30.65
2 Timer, b = 0.0843,	b = 0.0843.	a × 0.9157 = 28.05,	a = 30.68
3 — , b × 0.96 = 0.0820,	b = 0.0854.	a × 0.9157 × 0.9191 = 25.75	a = 30.60
4 — , b × 0.96 <sup>2</sup> = 0.0777,	b = 0.0843.	a × 0.9157 × 0.9191 × 0.9228 = 23.75,	a = 30.60
5 — , b × 0.96 <sup>3</sup> = 0.0737,	b = 0.0833.	.....	a = 30.68
6 — , b × 0.96 <sup>4</sup> = 0.0727,	b = 0.0856.	.....	a = 30.59
7 — , b × 0.96 <sup>5</sup> = 0.0682,	b = 0.0812.	.....	a = 30.67
8 — , b × 0.96 <sup>6</sup> = 0.0656,	b = 0.0833.	.....	a = 30.69
9 — , b × 0.96 <sup>7</sup> = 0.0646,	b = 0.0890.	.....	a = 30.64
	Gennemsnit 0.0843.		Gennemsnit 30.68

Tabel 19. Konstant Kvotient for Tabet. Rent Cellestof.  
2. Forsøgsrække.

Kogningstid	pCt. Cellestof	Kvotient	Tab	Kvotient
	1	2	3	4
0 Timer	33.58			
1 —	30.63	0.9122	0.0878	
2 —	28.05	0.9157	0.0843	0.96
3 —	25.78	0.9191	0.0809	0.96
4 —	23.78	0.9223	0.0777	0.96
5 —	22.00	0.9254	0.0746	0.96
6 —	20.43	0.9284	0.0716	0.96
7 —	19.02	0.9313	0.0687	0.96
8 —	17.77	0.9340	0.0660	0.96
9 —	16.64	0.9367	0.0633	0.96

Ved Hjælp af Tabel 19 kan der dannes følgende almindelige Udtryk for Analyseresultatet, naar dette kaldes y, og x er Kogningstiden, angivet i Timer:

$$y = 33.58 \times Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times \dots \times Q_x, \text{ hvor } Q_n = 1 \div 0.0878 \times 0.96^{n-1}.$$

Denne Formel giver altsaa de i 1. Kolonne af Tabel 19 opførte Værdier, der slutter sig meget nær til de ved den grafiske Udjævning fundne.

Resultaterne af Cellestofbestemmelserne fra 3. Forsøgsrække, der i øvrigt var langt mere regelmæssige end Resultaterne fra 2. Forsøgsrække, er ligeledes gjort til Genstand for en grafisk Udjævning, udført som den før beskrevne. Tabel 20 viser paa samme Maade som Tabel 17 Forskellen mellem de udjævnede og de virkelig fundne Resultater.

De udjævnede Resultater er derefter behandlede i Tilknnytning til Resultaterne fra 2. Forsøgsrække. Af de beregnede Analyseresultater herfra (se Tabel 19) er dog kun Resultaterne af 2, 3 og 4 Timers Kogning

Tabel 20. pCt. Cellestof (rent). 3. Forsøgsrække.

Kogningstid	Fundet	Grafisk udjævnet	Differens	Sum af Differenser
1 Kvarter	33.94	33.90	0.04	} $\div 0.14$
2 —	32.50	32.00	$\div 0.10$	
3 —	31.68	31.60	0.08	} $\div 0.12$
4 —	30.71	30.75	$\div 0.04$	
5 —	29.92	30.00	$\div 0.08$	} $\div 0.15$
6 —	29.46	29.80	0.16	
7 —	28.60	28.65	$\div 0.05$	} $\div 0.16$
8 —	28.08	28.05	$\div 0.02$	

benyttede, idet Kogningstiderne er omsatte til Kvarter og Analyse-resultaterne for de mellemliggende Kvarter fundne ved en simpel Interpolation. Systemet i denne fremgaar af nedenstaaende Opstilling, der viser Differenserne mellem to og to interpolerede Resultater og Forskellen mellem disse Differenser. Denne Forskel er fundet paa følgende Maade:

$$28.06 \div 25.78 = 2.27, \quad 2.27 : 4 = 0.57.$$

$$25.78 \div 23.78 = 2.00, \quad 2.00 : 4 = 0.50.$$

De første 4 Kvarter giver altsaa en Middeldifferens paa 0.57, de 4 sidste en Middeldifferens paa 0.50. Forskellen mellem 0.57 og 0.50 er 0.07, og Fjerdedelen heraf er omtrent 0.02.

	pCt. Cellestof	Differens	Forskel mellem Differenser
8 Kvarter (2 Timer) .....	28.05	0.59	0.01
9 — .....	27.46	0.58	0.02
10 — .....	26.88	0.56	0.02
11 — .....	26.32	0.54	0.01
12 — (3 Timer).....	25.78	0.53	0.02
13 — .....	25.26	0.51	0.02
14 — .....	24.74	0.49	0.02
15 — .....	24.23	0.47	0.02
16 — (4 Timer).....	23.78		

Den saaledes fremkomne Analyserække og de udjævnedes Resultater fra Tabel 20 danner Grundlaget for Opstillingen i Tabel 21, der svarer til Tabel 18.

Medens Kvotienten i 4. Kolonne kunde betragtes som konstant ved 2. Forsøgsrække (se Tabel 18), er den her tiltagende i Begyndelsen af Rækken (de kortere Kogningstider), men gaar efterhaanden over til at blive tilnærmelsesvis konstant. For de sidste 7—8 Kvarters Vedkommende er Gennemsnitsværdien 0.99. Tallene i 5. Kolonne viser Differensen mellem to og to Kvotienter. Sættes den første Differens til 0.06 og Forholdet mellem en Differens og den foregaaende i Rækken til  $\frac{2}{3}$ , og sættes den første Kvotient i 4. Kolonne til 0.81, faar man, naar Kogningstiden 0 medtages, de i Tabel 22, 4. Kolonne, opførte Kvotienter, der slutter sig nær til de tilsvarende i Tabel 21. De øvrige Tal i Tabel 22 er derefter beregnede paa Grundlag af de

Tabel 21. Kvotientberegning. Rent Cellestof. 3. Forsøgsrække.

Kogningstid	pCt. Cellestof	Kvotient		Tab	Kvotient	Differens
		1	2			
1 Kvarter	33.90					
2 —	32.60	0.9617	0.0888			
3 —	31.60	0.9608	0.0807	0.80		0.08
4 —	30.75	0.9781	0.0269	0.88		0.08
5 —	30.00	0.9756	0.0244	0.91		0.04
6 —	29.30	0.9767	0.0238	0.95		0.00
7 —	28.65	0.9778	0.0222	0.95		÷ 0.01
8 —	28.05	0.9701	0.0209	0.94		0.06
9 —	27.46	0.9790	0.0210	1.00		0.00
10 —	26.88	0.9789	0.0211	1.00		÷ 0.01
11 —	26.82	0.9792	0.0208	0.99		0.00
12 —	25.78	0.9795	0.0205	0.99		0.01
13 —	25.25	0.9795	0.0205	1.00		÷ 0.01
14 —	24.74	0.9798	0.0202	0.99		÷ 0.01
15 —	24.25	0.9802	0.0198	0.98		÷ 0.01
16 —	23.78	0.9806	0.0194	0.98		0.00

regelmæssige Kvotienter i 4. Kolonne paa samme Maade, som Tallene i Tabel 19 blev beregnede med den konstante Kvotient som Udgangspunkt. Værdierne 33.89 og 0.0382 er Gennemsnitsværdier, fundne paa samme Maade som de tilsvarende i Tabel 19. De enkelte Værdier var følgende:

0.0288, 0.0279, 0.0282, 0.0281, 0.0279, 0.0284, 0.0272, 0.0282, 0.0287,  
 0.0286, 0.0284, 0.0288, 0.0286, 0.0282, 0.0278, Gennemsnit 0.0282.  
 33.90, 33.90, 33.90, 33.90, 33.90, 33.90, 33.89, 33.91, 33.91, 33.90,  
 33.89, 33.88, 33.87, 33.86, 33.86, 33.87, Gennemsnit 33.89.

Tabel 22. Regelmæssig Kvotient for Tabet. Rent Cellestof. 3. Forsøgsrække.

Kogningstid	pCt. Cellestof	Kvotient		Tab	Kvotient	Differens
		1	2			
0 Kvarter	35.79					
1 —	33.89	0.9409	0.0531			
2 —	32.00	0.9618	0.0382	0.72		0.06
3 —	31.59	0.9691	0.0309	0.81		0.04
4 —	30.74	0.9731	0.0269	0.87		0.02
5 —	29.99	0.9755	0.0245	0.91		0.02
6 —	29.80	0.9770	0.0230	0.94		0.01
7 —	28.65	0.9779	0.0221	0.96		0.01
8 —	28.08	0.9786	0.0214	0.97		0.01
9 —	27.45	0.9790	0.0210	0.98		0.01
10 —	26.88	0.9792	0.0208	0.99		0.00
11 —	26.82	0.9794	0.0206	0.99		0.00
12 —	25.78	0.9796	0.0204	0.99		0.00
13 —	25.26	0.9798	0.0202	0.99		0.00
14 —	24.76	0.9800	0.0200	0.99		0.00
15 —	24.27	0.9802	0.0198	0.99		0.00
16 —	23.79	0.9804	0.0196	0.99		0.00

De beregnede Analyseresultater i 1. Kolonne falder næsten helt sammen med dem, der blev fundne ved grafisk Udjævning og ved

Interpolation (se Tabel 21). Det almindelige Udtryk for Analyse-resultatet, naar dette kaldes  $y$  og Kogningstiden i Kvarter kaldes  $x$ , vil være:

$$\begin{aligned}
 y &= 35.70 \times Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times \dots \times Q_n, \text{ hvor} \\
 Q_n &= 1 \div 0.0581 \times q_1 \times q_2 \times q_3 \times \dots \times q_{n+1}, \text{ medens} \\
 q_m &= 0.72 + 0.09 + 0.09 \times \frac{2}{3} + 0.09 \times \left(\frac{2}{3}\right)^2 + \dots + 0.09 \times \left(\frac{2}{3}\right)^{m+2} \\
 &= 0.72 + 0.09 \left[1 + \frac{2}{3} + \left(\frac{2}{3}\right)^2 + \dots + \left(\frac{2}{3}\right)^{m+2}\right] \\
 &= 0.72 + 0.09 \times 3 \left[1 \div \left(\frac{3}{2}\right)^{m+1}\right] = 0.72 + 0.27 \left[1 \div \left(\frac{3}{2}\right)^{m+1}\right] \\
 &= 0.72 + 0.27 \div 0.27 \left(\frac{2}{3}\right)^{m+1} = 0.09 \div 0.27 \left(\frac{2}{3}\right)^{m+1}.
 \end{aligned}$$

De to Formler, der er udledede i det foregaaende, er sammen med Formlen Side 230 Udtryk for visse Grundforhold, der har givet sig Udslag i Tabets Størrelse ved de forskellige Behandlinger af Cellestoffet. Ved 1. Forsøgsrække var Tabet ved de gentagne Behandlinger konstant; ved 2. Forsøgsrække var Tabet aftagende fra det ene Tidrum til det andet, men Kvotienten, der udtrykte denne Aftagen, var konstant; ved 3. Forsøgsrække var Kvotienten tiltagende, men gik efterhaanden over til at blive konstant.

Tallene i 1. Kolonne af Tabel 23 er fremkomne ved grafisk Udvæjning af de i Tabel 9, Side 235, opførte Tal for Cellestoffets Indhold af Pentosaner (beregnet paa Høet) efter de forskellige Kogningstider ved 3. Forsøgsrække. Dette gælder dog ikke den for Kogningstiden 0 anførte Værdi, 23.15 pCt., der er selve Høets Indhold af Pentosaner (se Side 224). Kvotienterne i 2. Kolonne udtrykker ligesom ved Tabel 18 og 21 Forholdet mellem to paa hinanden følgende Værdier i 1. Kolonne. Tallene i 3. Kolonne er fremkomne ved at trække Tallene i 2. Kolonne fra 1 og udtrykker paa samme Maade, som det var Tilfældet for Cellestoffets Vedkommende, Nedgangen i Pentosanmængden ved den fortsatte Kogning. Gaar man ud fra, at Cellestoffets procentiske Indhold af Pentosaner gaar over til at blive konstant efter længere Tids Kogning (jvf. Side 231), vil dette være ensbetydende med, at Nedgangen i Pentosanmængden følger Tabet af Cellestof. Efter et Par Timers Forløb er Tabet af Cellestof, som det fremgaar af Tabel 22,  $0.0210 \times 0.09^{x+9}$ , naar  $x$  er det Antal Kvarter, Kogningstiden har varet. Ved Hjælp af dette Udtryk er Tabet for Kogningstiderne 0—8 Kvarter beregnet og opført i 4. Kolonne af Tabel 23. Naar disse Værdier trækkes fra Værdierne i 3. Kolonne, fremkommer Tallene i 5. Kolonne. Behandles disse paa samme Maade, som Tallene i 3. Kolonne af Tabellerne 18 og 21, idet ethvert af Tallene divideres med det foregaaende, fremkommer Kvotienterne i 6. Kolonne. Differenserne mellem disse Kvotienter er opførte i 7. Kolonne. Sættes disse Differenser til 12,  $12 \times \frac{5}{12}$ ,  $12 \left(\frac{5}{12}\right)^2$ ,  $12 \left(\frac{5}{12}\right)^3$  o. s. v., og udføres alle Regningerne i modsat Retning, fremkommer Tallene i Tabel 24. Værdierne 23.150 og 0.8584 danner — henholdsvis — Grundlaget for 1. og 5. Kolonne. Der er ikke som ved Tabellerne 18 og 21 søgt Gennemsnitsværdier

Tabel 23. Kvotientberegning. Pentosaner. 3. Forsøgsrække.

Kogningstid	pCt. Pentosaner (udjævnet)	Kvotient		Tab	Tab	Tab	Kvo- tient	Diffe- rens
		1	2	3	(Cellestof) 4	(Forskel) 5		
0 Kvarter	23.150							
1 —	2.750	0.1188	0.8812	0.0228	0.8584			
2 —	1.510	0.5491	0.4509	0.0225	0.4284	0.50		
3 —	1.075	0.7119	0.2881	0.0223	0.2658	0.62	0.12	
4 —	0.860	0.8000	0.2000	0.0221	0.1779	0.67	0.05	
5 —	0.785	0.8547	0.1453	0.0219	0.1284	0.69	0.02	
6 —	0.655	0.8911	0.1089	0.0217	0.0872	0.71	0.02	
7 —	0.600	0.9160	0.0840	0.0214	0.0626	0.72	0.01	
8 —	0.565	0.9417	0.0583	0.0212	0.0371	0.59	÷ 0.13	

for disse Størrelser, da Materialet ikke egner sig til saadanne Gen-nemsnittsberegninger, fordi Tallene for Pentosanindholdet efter de

Tabel 24. Regelmæssig Kvotient for Tabet. Pentosaner. 3. Forsøgsrække.

Kogningstid	pCt. Pento- saner	Kvotient		Tab	Tab	Kvo- tient	Diffe- rens
		1	2	3	(Cellestof) 4		
0 Kvarter	23.150						
1 —	2.750	0.1188	0.8812	0.0228	0.8584		
2 —	1.509	0.5483	0.4517	0.0225	0.4292	0.50	0.12
3 —	1.073	0.7116	0.2884	0.0223	0.2661	0.62	0.05
4 —	0.858	0.7996	0.2004	0.0221	0.1783	0.67	0.02
5 —	0.784	0.8551	0.1449	0.0219	0.1280	0.69	0.01
6 —	0.655	0.8922	0.1078	0.0217	0.0861	0.70	0.00
7 —	0.601	0.9183	0.0817	0.0214	0.0608	0.70	0.00
8 —	0.563	0.9366	0.0634	0.0212	0.0422	0.70	0.00

længere Kogningstider er forholdsvis smaa og ligger nær ved hver-  
andre. (Dette er saaledes Aarsag til den store negative Differens i  
Tabel 23, 7. Kolonne). I Tabel 24 kan aflæses følgende Formel for  
Pentosanmængden efter de forskellige Kogningstider, idet y er Celle-  
stoffets Indhold af Pentosaner, angivet i pCt. af Høet, og x er Kog-  
ningstiden i Kvarter:

$$y = 23.15 \times Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times \dots \times Q_x, \text{ hvor}$$

$$Q_n = 1 \div (0.0228 \times 0.99^{n-1} + 0.8584 \times q_1 \times q_2 \times q_3 \times \dots \times q_{n-1}), \text{ og}$$

$$q_m = 0.50 + 0.12 + 0.12 \times \frac{5}{12} + 0.12 \left(\frac{5}{12}\right)^2 + \dots + 0.12 \left(\frac{5}{12}\right)^{m-2}$$

$$= 0.50 + 0.12 \left[1 + \frac{5}{12} + \left(\frac{5}{12}\right)^2 + \dots + \left(\frac{5}{12}\right)^{m-2}\right]$$

$$= 0.50 + 0.12 \frac{1 \div \left(\frac{5}{12}\right)^{m-1}}{\frac{7}{12}} = 0.50 + 1.44 \frac{1 \div \left(\frac{5}{12}\right)^{m-1}}{7}$$

Det ses, at Værdierne i 5. Kolonne, Tabel 24, aftager langt stær-  
kere end Værdierne i 4. Kolonne. Samtidig med, at Værdierne i 5.  
Kolonne nærmer sig 0, vil Cellestoffets procentiske Indhold af Pento-  
saner nærme sig til at blive konstant (jvf. Tabel 15), idet Tabet af  
Pentosaner nærmer sig til at blive lig Tabet af Cellestof.



For Æggehvidestoffernes Vedkommende (se Tabel 9, Side 235) er tilsvarende Beregninger gennemførte i Tabellerne 25 og 26.

Tabel 25. Kvotientberegning. Æggehvidestoffer. 3. Forsøgsrække.

Kogningstid	pCt. Æggehvidest. (udjævnet)	Kvotient	Tab	Tab (Cellestof)	Tab (Forskel)	Kvo- tient	Diffe- rens
0 Kvarter	6.280						
1 —	0.560	0.0899	0.9101	0.0228	0.8878		
2 —	0.880	0.6786	0.3214	0.0225	0.2089	0.34	
3 —	0.295	0.7763	0.2237	0.0223	0.2014	0.67	0.33
4 —	0.245	0.8305	0.1695	0.0221	0.1474	0.73	0.06
5 —	0.215	0.8775	0.1225	0.0219	0.1006	0.68	÷ 0.05
6 —	0.195	0.9070	0.0930	0.0217	0.0718	0.71	0.68
7 —	0.180	0.9231	0.0769	0.0214	0.0555	0.78	0.07
8 —	0.170	0.9444	0.0556	0.0212	0.0344	0.62	÷ 0.16

Tabel 26. Regelmæssig Kvotient for Tabet. Æggehvidestoffer. 3. Forsøgsrække.

Kogningstid	pCt. Ægge- hvidestoffer	Kvotient	Tab	Tab (Cellestof)	Tab (Forskel)	Kvo- tient	Diffe- rens
0 Kvarter	6.280						
1 —	0.560	0.0899	0.9101	0.0228	0.8878		
2 —	0.379	0.6758	0.3242	0.0225	0.8017	0.34	
3 —	0.294	0.7756	0.2244	0.0223	0.2021	0.67	0.33
4 —	0.246	0.8364	0.1636	0.0221	0.1415	0.70	0.03
5 —	0.216	0.8791	0.1209	0.0219	0.0999	0.70	0.00
6 —	0.196	0.9090	0.0910	0.0217	0.0693	0.70	0.00
7 —	0.182	0.9301	0.0699	0.0214	0.0485	0.70	0.00
8 —	0.172	0.9448	0.0552	0.0212	0.0340	0.70	0.00

Differenserne mellem de regelmæssige Kvotienter i Tabel 26, 6. Kolonne, er sat til 0.33,  $0.33 \times 0.1$ ,  $0.33 (0.1)^2$ ,  $0.33 (0.1)^3$ , o. s. v., men naar der kun benyttes to Decimaler, bliver Kvotienten hurtig konstant, og der bliver kun Brug for to Differenser. Formlen for Cellestoffets Indhold af Æggehvidestoffer, angivet i pCt. af Høet, bliver:

$$y = 6.28 \times Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times \dots \times Q_n, \text{ hvor}$$

$$Q_n = 1 \div (0.0228 \times 0.99^{n-1} + 0.8878 \times q_1 \times q_2 \times q_3 \times \dots \times q_{n-1}), \text{ og}$$

$$q_m = 0.34 + 0.33 + 0.33 \times 0.1 + 0.33 \times 0.1^2 + \dots + 0.33 \times 0.1^{m-2}$$

$$= 0.34 + 0.33 (1 + 0.1 + 0.1^2 + \dots + 0.1^{m-2})$$

$$= 0.34 + 0.33 \frac{1 \div 0.1^{m-1}}{0.9}$$