

**FINSKA SUOMEN**  
**KEMISTSAMFUNDETS KEMISTISEURAN**  
**MEDDELANDEN TIEDONANTOJA**

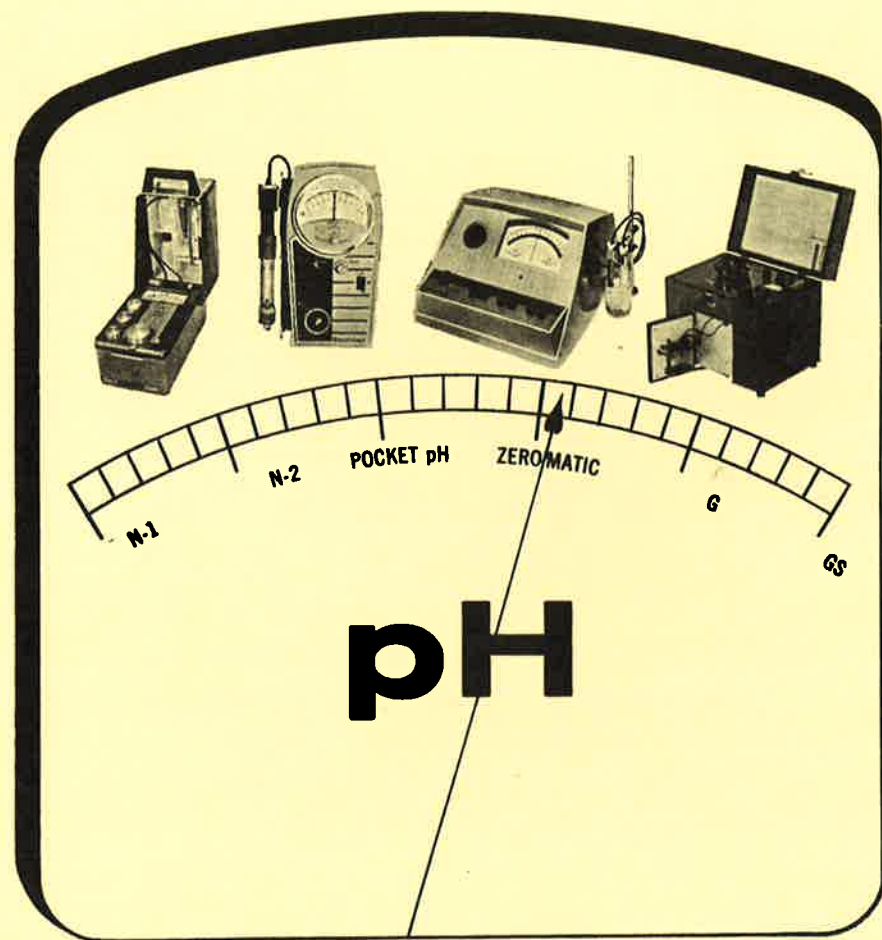
REDAKTÖR — TOIMITTAJA

Harald Nyberg

INNEHÅLL — SISÄLTÖ

|  |    |
|--|----|
| Terje Enkvist: Erik Hägglund in memoriam .....   | 1  |
| J. Johan Lindberg: Über einige Versuche zur Charakterisierung von Wasserstoffbrücken der Lignine .....                       | 5  |
| T. Nortia, A. Ekman, J. Rastas ja P. Kivalo: Eräiden aineiden $c_p$ -arvoja ( <i>Tables of Molar Heat Capacities</i> ) ..... | 18 |
| Kemiska Sällskapet i Åbo verksamhet.....   | 35 |
| Finska Kemistsamfundets verksamhet .....   | 38 |
| Notiser — Utisita .....  | 42 |

**B E C K M A N**



**pH-mätare  
för alla ändamål**



**G. W. BERG & Co**

Helsingfors - Fabiansg. 14 - Tel. 11 541

**FINSKA SUOMEN  
KEMISTSAMFUNDETS KEMISTISEURAN  
MEDDELANDEN TIEDONANTOJA**

68 årg.

1959 N:o 1

68 vuosik.

Utgiven av — Julkalsija  
Finska Kemistsamfundet — Suomen Kemistiseura  
Styrelse — Hallitus

MAGNUS ALFTHAN — TERJE ENKVIST — PER FALCK  
WALDEMAR JENSEN — GÖSTA SILÉN — TOR SMEDSLUND  
ALBERT SUNDGREN — JACOBUS SUNDMAN

Sekreterare — Sihteeri  
TOR-MAGNUS ENARI Rönnvägen 30 Pihlajatie tel 53 902, 48 55 17 puh  
Kassör — Rahastonhoitaja

B. C. FOGELBERG: S. Hesperlagatan 4 E. Hesperlankatu  
tel 44 01 01, 67 10 19 puh

Arkivarie — Arkistonhoitaja  
ANNA GRÖNVIK, S. Hesperlagatan 4 E. Hesperlankatu tel 44 01 01, 44 73 99 puh

Redaktör — Toimittaja  
HARALD NYBERG, Ädvägen 4 Haahkatie tel 61 768, 67 52 60 puh



**Erik Hägglund in memoriam**

Den 13 mars 1959 avled i Stockholm den berömde träforskaren, Finska Kemistsamfundets hedersledamot, professor emeritus Erik Hägglund.

Han föddes år 1887 i Hässjö socken, nära Sundsvall och Indalsälvens utlopp, i hjärtat av Norrlands trävaru- och cellulosa-industriområde. Efter studier i Stockholm blev han filosofiedoktor

år 1914, var 1911—1915 kemist vid Bergviks sulfitecellulosafabrik och sedan lektor i Eksjö för ett år 1915—1916. År 1916, mitt under det första världskriget, blev han avdelningschef vid firman Th. Goldschmidt AG i Essen i Tyskland, där han stannade till 1920 och bl.a. samarbetade med den bekante F. Bergius, uppfinnaren av högstryckshydreringen av brunkol. År 1920 kallades han till förste innehavare av professuren i skogsprodukternas kemi och kemiska teknologi vid den nygrundade Åbo Akademi, där han kvarstod under hela 1920-talet och bedrev ett omfattande forskningsarbete. År 1930 utsågs han till förste innehavare av den nya professuren i cellulosateknik och träkemi vid K. Tekniska Högskolan i Stockholm. Där utökades hans verksamhet då Cellulosaindustrins Centrallaboratorium (CCL) kom till år 1936 och Hägglund blev dess första chef. Detta laboratorium har i många stycken som förebild AB Centrallaboratorium i Finland, som grundades tjugo år tidigare och under Hägglunds tid i Åbo under några år verkade i denna stad. Mot slutet av andra världskriget, år 1944, begynte det nya stora Svenska Träforskningsinstitutet (STFI) i Stockholm sin verksamhet. Det upprätthålles genom samarbete mellan staten, som står för grundforskningen, K. Tekniska Högskolan, som har två professorer knutna vid institutet, och industrin, som där har en rad centrallaboratorier, för cellulosaindustrin, pappersindustrin, wallboardindustrin, den grafiska industrin etc. Institutet har ingen egentlig högsta chef, men Hägglund kom där som professor och chef för den träkemiska avdelningen och CCL att vara *primus inter pares*. År 1954 avgick han från sin professur och sina övriga befattningar, men förblev konsulterande vid CCL ända till sin sista sjukdom. Han var ledamot av Ingenjörsvetenskapsakademien i Stockholm och av Svenska Tekniska Vetenskapsakademien i Finland samt hedersdoktor vid Heidelbergs universitet och Åbo Akademi och fick mottaga Mitscherlich-medaljen och Svenska cellulosa- och pappersingenjörsföreningens stora Ekman-medalj.

Han var en synnerligen framstående, mångsidig och initiativrik forskare, som utförde viktiga och framgångsrika arbeten på nästan alla gebit av träkemin och var berömd över hela världen. Han var kanske den siste, som bedrev forskning över i stort sett hela träkemins område. En god bild därav ger hans handbok *Holzchemie*, varav första upplagan utkom 1929, den andra 1939 och den senaste på engelska under namnet *Chemistry of Wood* 1951.

Hägglunds första träkemiska publikation av 1915 gällde försökring av trä med svavelsyra, saltsyra och andra syror. Under sin verksamhet i Tyskland under det första världskriget kom han att på ett avgörande sätt utveckla och förbättra försökring av träavfall med koncentrerad saltsyra, vilken tidigare som

laboratorieförsök utförts av Willstätter och på vars tillämpning i tekniken Bergius uttog patent. Firman Goldschmidt önskade få fram socker för förfäring till alkohol, som sedan via etylen skulle överföras till etylenglykol. Hägglund iakttog bl.a., att en saltsyrelösning, som redan uttömt sin hydrolyserande förmåga på träspån, överförd i ett annat kärl och där bragt i kontakt med färsk träspån åter kunde bilda nytt socker. Detta ledde till uppställande av ett diffusionbatteri, en rad behållare fyllda med träspån, där saltsyran successivt överfördes från den ena till den andra och det längst hydrolyserade träet utsattes för den färskaste saltsyran. Den nödiga förhydrolysen av hemicellulosa, återvinnigen av saltsyran, glukosens kristallisation och mycket annat erbjöd otaliga svårigheter, som dock successivt övervunnos. Hägglund intresserade sig hela sitt liv för denna träförsöckningsprocess och hans sista publikation, ett bidrag i *Svensk Papperstidnings festskrift till Gunnar Sundblads 70-årsdag* senaste höst handlar om detta »Rheinau-Holzchemie-Verfahren», som utvecklats till en hög grad av teknisk fulländning. Bl.a. kan numera ej endast grövre vedspån utan även sågspån användas och även det erhållna ligninet synes kunna utnyttjas.

Utgående från träförsöckringen kom Hägglund att intressera sig även för förfäring av sulfitecellulosa-avlutarnas socker till alkohol, varöver han 1921 utgav en kort handbok. I samband därmed studerade han bl.a. sockerförstöringen under sulfitekoken, sulfitekokens mekanism, och särskilt den stegvisa utlösningen av ligninet genom först sulfitering och sedan hydrolys, hemicellulosans sammansättning och utlösning, egenskaperna hos saltsyre- och annat lignin, sulfitekoksyrans sönderfall och olika förslag till modifierade sulfitek, särskilt 2-stegskok. Detta ledde bl.a. till NAF-Hägglund-2-stegs-sulfitek, som var särskilt aktuellt under andra världskriget, och Hägglund har genom sina forskningar säkerligen direkt eller indirekt inspirerat bl.a. till de moderna 2-stegs-natriumsulfiteprocesserna. Också de alkaliska kokenin tresserade han sig tidigt för. Tillsammans med Bergius uttog han redan 1917 patent på ett nytt regenereringsförfarande för svartlutsalkali innebärande kontinuerlig tryckupphettning vid 350° och bildning av bl.a. lignintjära, gaser, natriumacetat, aceton m.m. Dessa försök fortsatte Hägglund under 1920-talet i Åbo. År 1926 utgav han en handbok »*Natronzellstoff*» i serien *Technik und Praxis der Papierfabrikation*. Senare studerade han med medarbetare systematiskt också sulfitekokens mekanism, bl.a. bildningen av tiolignin, fabrikation av metylsulfid genom tryckupphettning och framställning av garvämnen ur sulfatlignin. Man bör ej heller förglömma att under Hägglunds tid vid CCL eller STFI på hans avdelning eller i nära samverkan med den av olika medarbetare utfördes åtskilliga andra vackra arbe-

ten, såsom t.ex. Erdtmans upptäckt av hur pinosylvinet och dess metyleter förhindrar sulfitkok på tall, Langes ultraviolettspektroskopiska påvisande av att ligninet föreligger som aromatisk substans i veden, Adlers studier av ligninets struktur med modellförsök m.m. Ultraviolettspektroskopiska undersökningar av lignin hade Hägglund bedrivit redan under 1920-talet i Finland tillsammans med F. W. Klingstedt.

Sina forskningsresultat framlade Hägglund i ca. 250 publikationer och i talrika, elegant utarbetade och hållna föredrag både i de nordiska länderna, Tyskland och U.S.A. Genom hans verksamhet och initiativ fick icke minst grundforskningen på det träkemiska området erkännande och fria händer på ett helt annat sätt än förut, särskilt i Sverige, som under hans tid kan sägas ha blivit det ledande landet på området.

Hägglund var djupt intresserad av sin forskning och följde intensivt genom ingående dagliga samtal med sina medarbetares verksamhet. Hans vidsträckta erfarenhet gjorde honom till en levande uppslagsbok i träkemin och dess utveckling och han hade förmågan för att ställa målet högt och inlänka verksamheten på de stora och väsentliga problemen.

Om Hägglund säger hans gamle vän och gynnare, f.d. disponenten vid Iggesunds Bruk dr Gunnar Sundblad i en minnesartikel i Svensk Papperstidning bl.a. »Som människa verkade väl Erik Hägglund för en obekant något tillknäppt, men bland medarbetare och vänner var han öppen, glad och alltid intresserad både av vetenskapliga diskussioner, av tekniska ämnen och av kamratlivet». Detta är riktigt. Om också hans tankar under vardagen mest rörde sig om forskningen och institutet, kunde han vid tillfälle vara en mycket underhållande och charmerande värd, icke minst i kretsen av sina anhöriga i sitt hem vid de trevliga och glada julbjudningarna för medarbetarna.

Hägglund hade många medarbetare från andra länder än Sverige, bl.a. från Tyskland och Finland, och personalen vid Svenska Träforskningsinstitutet hade på hans tid en mycket internationell sammansättning. Under senare år använde han som många äldre forskare en standard-inledning när han ville säga, att något inom arbetsområdet var gammalt och känt. Han brukade då börja »Redan i Åbo . . .», och på detta sätt blev Åbo namn och rykte väl kända för en hel generation av både svenska och utländska forskare och cellulosa-tekniker. Vårt land besökte han gärna, han följde med våra öden och var upprörd när fara syntes hota oss. Både under sin tioåriga verksamhet i Finland och senare har han givit våra träforskare och cellulosa-tekniker mycken inspiration och många goda lärdomar. Finlands kemister ha all anledning att med tacksamhet minnas Erik Hägglund.

*Terje Enkvist*

## Über einige Versuche zur Charakterisierung von Wasserstoffbrücken der Lignine

*J. Johan Lindberg*

*Chemisches Institut der Universität Helsingfors*

Direkte Untersuchungen über die Wasserstoffbrückenbildung des natürlichen oder isolierten Lignins stossen auf grosse Schwierigkeiten, teils wegen der Polydispersität und teils wegen der inhomogenen Struktur der Substanz. In einigen einleitenden Arbeiten (1) (2) wurde gezeigt, dass bei Thioligninen in fester Phase und in Dioxan-Lösung starke Ultrarotabsorptionsbanden in der Region von 32 00—35 00  $\text{cm}^{-1}$  auftreten, welche auf wasserstoffbrückenbildende Hydroxylgruppen mit einer Bindungsenergie von etwa 2—5 Kcal/Mol hindeuten (vgl. auch die Beobachtungen in (3)). Es scheint deshalb durchaus möglich, dass die intramolekularen Wasserstoffbrücken des Lignins ein relativ homogenes sekundäres Valenzfeld bilden, das mit einer Potentialbarriere von obengenannter Stärke verknüpft ist. In derselben Richtung liegen auch die Untersuchungen von Schuerch (4), nach welchen solche Lösungsmittel auf Lignine lösend wirken, welche imstande sind, Wasserstoffbrücken von mindestens 2—3 Kcal/Mol \* Stärke mit phenolischen und alkoholischen Hydroxylgruppen zu bilden und welche auch mittelstarke innere Kohäsion aufweisen (vgl. auch die Arbeiten von Björkman (5)).

Eine besonders grosse lösende Wirkung auf Lignine weisen solche Lösungsmittel oder binäre Gemische auf, die Protonenakzeptor- und Protonendonorguppen enthalten. So sind Methyl-

\* Die von Schuerch angegebenen Daten sind hier auf Bindungsstärke umgerechnet (vgl. auch (3)).

cellosolv und einige Prozente Wasser enthaltendes Dioxan sehr gute Lösungsmittel für Lignine. Ähnliche Phänomene sind auch bei monomeren Substanzen, z.B. bei p-Nitrobenzoesäure festgestellt worden (vgl. auch (6)).

Weiter haben auch solche Lignine, welche grössere Mengen von stark polaren Gruppen enthalten wie z.B. Carboxyl- oder Sulfonsäuregruppen, anomale Löslichkeitseigenschaften. Dasselbe gilt auch, wie von Ekman (7) gezeigt wurde, für Lignine, die Kohlenhydratkomplexe enthalten. In diesem Falle beeinträchtigt der stark hydrophile Zuckerreicht in beträchtlicher Weise die Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln. Auch andere bei isolierten Ligninen festgestellte Anomalien sind wahrscheinlich durch ähnliche Effekte zu erklären (vgl. auch Mikawa (8)).

Auf alle Fälle, mit Hinsicht auf die vorgenannten Untersuchungen, dürfte es berechtigt sein, nähere Information über den Zusammenhang zwischen Löslichkeit und Gehalt an Protonenakzeptor- und Protonendonorguppen im Ligninaggregat zu suchen. Im folgenden Bericht hat der Verfasser einen Ansatz gemacht, den Totalgehalt der genannten Gruppen einiger Lignine mit der Ausfällbarkeit aus Dioxan-Lösung sowie mit den Ultraviolet- und Ultrarotspektren derselben Präparate zu vergleichen.

*Untersuchungsmaterial.* Folgende Reihe von Ligninpräparaten aus Fichtenholz, mit Aceton entharzt, wurde auf die in den Referenzen angegebene Weise dargestellt: 1) NaSH-Lignin durch 36 stdg. Kochung bei 100° mit phosphatgepuffertem NaSH-Lösung von pH 8.5 (9). — 2) Sulfatlignin durch 6 stdg. Kochung bei 100° mit Weisslauge von 15 % Alkalität, und 30 % Sulfidität (9). — 3,4) Soda (NaOH)-Lignin durch zweistufige Kochung mit Weisslauge von 15 % Alkaliverhältnis (Gesamtalkali als NaOH, % vom Holz), erst 6 Stunden bei 100°, und dann nach Abfiltrieren und Waschen des Zellstoffs dessen erneute Kochung mit frischer Weisslauge 6 Stunden lang bei 170° (9). — 5) Soda (NaOH)-Lignin durch 6 stdg. Kochung bei 140° mit Weisslauge von 15 % Alkalität. — 6) Thioglykolsäurelignin (10). — 7) Äthanollignin (11). — 8) Willstätter(HCl)-Lignin (12).

Ausserdem wurden folgende Substanzen untersucht: 9) Technisches Sulfatlignin, aus der Schwarzlauge der Fabriken von Enso-Gutzeit Oy, Kotka. — 10) Björkman-Lignin, welches von Dr. Björkman, Schweden, freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde (vgl. (5)).

Das Präparat Nr. 1 wurde durch Extraktion mit 75 proz. warmem Alkohol von der mit Wasser gewaschenen Masse abgetrennt. Die Alkohollösung wurde im Vakuum eingedunstet, der Rückstand in Dioxan gelöst und durch Zugabe von Äther ausgefällt. Der Niederschlag wurde mit Benzol und Petroläther

gewaschen und über Phosphorpentoxyd bei Zimmertemperatur getrocknet.

Die Schwarzlauge aus den Kochungen 2—5 wurden mit verdünnter Salzsäure ausgefällt und die Niederschläge mit Wasser und Äther gewaschen. Die lufttrockenen Lignine wurden feingemahlen und zuerst zur Beseitigung der Kationen mit HCl von 0,1 % und danach mit Wasser zuerst bei Zimmertemperatur und dann bei 65°C bis zur negativen Chloridreaktion gewaschen. Präparat Nr. 2 wurde ausserdem im Soxhlet mit Äther extrahiert, bis es vollständig frei von elementarem Schwefel war. Nach diesen Behandlungen wurden die Präparate weiter durch Auflösen in Dioxan und durch Ausfällung nach der Methode von Brauns (13) gereinigt.

Das technische Sulfatlignin (Präparat Nr. 9) und das Äthanollignin (Präparat Nr. 7) wurde ebenfalls nach der Methode von Brauns gereinigt. Betr. Reinigung von Willstätter- und Thioglykolsäure-Ligninen vergleiche die angegebenen Referenzen.

In der Tabelle 1. sind einige Daten über die elementare Zusammensetzung und den Kohlenhydratgehalt der untersuchten Lignine zusammengestellt, während Tabelle 2 das Verhältnis zwischen Methoxylprozent und Kohlenstoffprozent im Guajakolgerüst, den Gehalt an acetylierbaren Gruppen und an stark sauren Gruppen, den Gehalt an nicht »wasserstoffgebundenem« Sauerstoff, die Ausfällbarkeit aus Dioxan mit Tetrachlorkohlenstoff und Chlorbenzol sowie qualitative Beobachtungen über die Löslichkeit in Äthanol und Dioxan wiedergibt.

*Experimentelle Methoden.* Feuchtigkeit und Asche wurden nach Standardmethoden bestimmt (14)(15). Den Methoxylgehalt bestimmte man nach Gran (16) und den Schwefelgehalt nach Grote-Krekeler (17).

Der Gehalt an acetylierbaren Gruppen wurde durch Acetylierung mit Pyridin-Acetanhydrid und durch alkalische Verseifung und Titration der freigesetzten Essigsäure bestimmt (18)(19). Der Gehalt an stark sauren Gruppen wurde durch potentiometrische Rücktitration mit HCl erfasst (20).

Zur Feststellung der Ausfällbarkeit der Lignine wurde die Substanz in Dioxan zu einer Konzentration von 6,25 mg/ml aufgelöst. Zu dieser Lösung gab man aus einer Bürette einige Tropfen Tetrachlorkohlenstoff bzw. Chlorbenzol und als Beginn der Ausfällung wurde der ml-Wert benutzt, bei dem sich die Lösung nach einer Minute trübte. Die Ausfällbarkeit wurde nach der Gleichung

$$(1) P = \frac{\text{ml CCl}_4 \text{ (bzw. Cl-Benzol)}}{\text{ml. Dioxan}} \cdot 100 \%$$

ausgerechnet, (vgl. auch (21)). Die erhaltenen Werte wurden auf das nächste ganze 0,5 % abgerundet.

Die ultrarotspektroskopischen Untersuchungen wurden in Dioxan-Lösung mit einem Perkin-Elmer Spektrometer mit Natriumchlorid-Optik auf die früher beschriebene Weise ausgeführt (vgl. (1)).

Die Bildung von Wasserstoffbrücken wurde mit der Methode von Schauenstein (22) untersucht. Die Ultraviolettspektren der Lignine wurden in Wasserlösung in verschiedenen Puffern gemessen und die Absorptionsintensität bei 300  $\mu$  als Funktion von pH aufgetragen (vgl. auch (26)(27)). Aus dieser Kurve liess sich der ungefährliche Durchschnittswert von pK für die schwächeren Phenolhydroxylgruppen der untersuchten Lignine ausrechnen.

### Untersuchungsergebnisse

*Vergleich verschiedener analytischen Daten.* Nach Schuerch Jr. (23) hat ein polymerer Stoff, der ausschliesslich Propylguajakoleinheiten enthält, ein konstantes Verhältnis von 0,258 zwischen der Methoxyl- und Kohlenstoffprozenten im Guajakolkern. Da die Lignine nicht nur Propylguajakoleinheiten enthalten und ausserdem keine ideale Struktur mit immer wiederkehrenden Strukturelementen aufweisen, ist es schwierig, auf dem vorgenannten ein sicheres Vergleichskriterium zu bauen. Doch dürfte man annehmen können, dass Lignine mit ungefähr gleichem Methoxyl-Verhältnis in Hinsicht auf die Struktur einander ziemlich nahe stehen. Aus der Tabelle 2 geht hervor, dass Hydrosulfid-, Sulfat- und Soda- sowie Äthanollignine ein Methoxyl-Kohlenstoff-Verhältnis aufweisen, das innerhalb der verhältnismässig engen Grenzen 0,224—0,231 liegt. Thioglykolsäure- und Björkman-Lignine weisen einen etwas höheren Wert, 0,241 bzw. 0,246 auf, während das technische Sulfatlignin und Salzsäure-Lignin etwas niedrigere Werte, 0,204 bzw. 0,222 hat. Bezüglich Alkali-, Salzsäure-, und Thioglykolsäurelignine ist eine ziemlich nahe Übereinstimmung mit den entsprechenden Werten von Schuerch festzustellen. Eine direkte Korrelation zwischen Methoxyl-Kohlenstoff-Verhältnis und Löslichkeitseigenschaften der in Frage stehenden Präparate dürfte nicht vorhanden sein. Andererseits sieht es so aus, als ob starker Abbau zu niedrigeren Methoxyl-Kohlenstoff-Verhältnissen führen. So kann man feststellen, dass das genannte Verhältnis in der Reihenfolge Björkman-, Äthanol-, Sulfat- und Soda- samt technisches Sulfatlignin kleiner wird. Bei der letztgenannten Substanz dürfte die Seitenkette in hohem Grade abgebaut sein (18). Es ist auch interessant festzustellen, dass das Björkman-Lignin mit seinem bedeutenden Kohlenhydratgehalt das höchste Methoxyl-Kohlenstoff-Verhältnis hat.

Tabelle 1. Elementare Zusammensetzung der Präparate.

| Präparate                       | Analyse 1) 2)  |      |      |         |                  | Asche % | Feuch-<br>tig-<br>keit % | Kohlen-<br>hydrat-<br>gehalt % 5) |
|---------------------------------|----------------|------|------|---------|------------------|---------|--------------------------|-----------------------------------|
|                                 | Zahl der Atome |      |      |         |                  |         |                          |                                   |
| Nr.                             | C              | H    | O    | S       | OCH <sub>3</sub> |         |                          |                                   |
| 1. NaSH-Lignin                  | 9,13           | 7,63 | 2,00 | 1,13    | 0,87             | 0,28    | 4,95                     | —                                 |
| 2. 100°-Sulfatlignin            | 9,11           | 7,86 | 2,49 | 0,17    | 0,89             | 0,97    | 3,33                     | 0.50                              |
| 3. 100°-Sodalignin              | 9,10           | 8,36 | 2,69 | —       | 0,90             | 0,37    | 3,07                     | 1.77                              |
| 4. 170°- »                      | 9,13           | 7,77 | 2,21 | —       | 0,87             | 0,84    | 3,26                     | 1.87                              |
| 5. 140°- »                      | 9,11           | 8,53 | 2,09 | —       | 0,89             | 0,01    | 3,41                     | —                                 |
| 6. Thioglykolsäure-<br>lignin   | 9,06           | 8,41 | 2,23 | 0,81    | 0,94             | 0,07    | 1,91                     | —                                 |
| 7. Äthanollignin                | 9,05           | 7,07 | 2,41 | 0,31 3) | 0,95             | 0,01    | 3,47                     | 0.0                               |
| 8. Willstätter-(HCl)-<br>Lignin | 9,14           | 8,60 | 3,33 | —       | 0,86             | 1,53    | 4,57                     | —                                 |
| 9. Techn. Sulfatlignin          | 9,21           | 7,49 | 2,25 | 0,09    | 0,79             | 0,05    | 1,64                     | —                                 |
| 10. Björkman-Lignin             | 9,04           | 7,8  | 2,4  | —       | 0,96 4)          | —       | 3,12                     | 1.9 5)                            |

Bemerkungen.

- 1) Auf C<sub>10</sub>-Einheiten bezogen.
- 2) Die Analyse ist auf feuchtigkeitsfreie und aschenfreie Base berechnet.
- 3) Äthoxygruppen.
- 4) Die Methoxygruppen sind nicht mitgerechnet.
- 5) Nach Ekman (11).
- 6) Nach Björkman (5).

Tabelle 2. Analysenergebnisse.

| Präparate                     | %OCH <sub>3</sub>  | I<br>% C | II<br>Acety-<br>Stark<br>saure<br>Gruppen<br>Äquiv./g. 10 <sup>3</sup> | I+II  | O-Über-<br>schuss | Ausfäll-<br>barkeit<br>P %<br>CCl <sub>4</sub> Cl-Benzol | Löslichkeit<br>in |             |
|-------------------------------|--------------------|----------|--|-------|-------------------|--|-------------------|-------------|
|                               |                    |          |  |       |                   |  | Ätha-<br>nol      | Di-<br>oxan |
| Nr.                           |                    |          |  |       |                   |  |                   |             |
| 1. NaSH-Lignin                | 0,224              | —        | 0,84   | —     | —                 | —  | (+)               | +           |
| 2. 100°-Sulfat-<br>lignin     | 0,230              | 9,73     | 0,95   | 10,68 | 7,1               | 12,5   | +                 | —           |
| 3. 100°-Soda-<br>lignin       | —                  | —        | 1,10   | —     | —                 | —  | +                 | —           |
| 4. 170°-Soda-<br>lignin       | 0,224              | 7,82     | 0,94   | 8,76  | 8,3               | 15,0   | +                 | —           |
| 5. 140°-Soda-<br>lignin       | 0,230              | 6,64     | 0,96   | 7,60  | 9,0               | 17,5   | +                 | —           |
| 6. Thioglykolsäure-<br>lignin | 0,241 <sup>1</sup> | 7,71     | 3,21   | 10,92 | 7,6               | —  | —                 | +           |
| 7. Äthanollignin              | 0,231              | 5,14     | 0,60   | 5,74  | 12,9              | 74,0   | 230               | ++          |
| 8. Willst.-<br>(HCl)-L.       | 0,222              | 6,23     | 0,37   | 6,60  | 14,5              | 0,0  | 0,0               | —           |
| 9. Techn.Sulfatl.             | 0,204              | 5,49     | 0,96   | 6,45  | 10,3              | 25,0   | 63,5              | ++          |
| 10. Björkman-<br>Lignin       | 0,246              | —        | —  | —     | —                 | —  | —                 | (±)         |

Bemerkungen.

- 1) Auf C<sub>10</sub>-Einheit bezogen.

Wenn die Summe der in der Tabelle 2 angegebenen Werte für die Acetylzahl und den Gehalt von stark sauren Gruppen eines Lignins, d.h. der approximativ totale Gehalt von Protonendonatorgruppen als eine Funktion der Ausfällbarkeit P des betreffenden Lignins aus einer Dioxan-Lösung mit Tetrachlorkohlenstoff bzw. Chlorbenzol gezeichnet wird, sieht man, dass zwischen diesen Grössen ein ziemlich einfaches Verhältnis besteht. Eine beinahe lineare Funktion bekommt man, wenn  $\lg P$  als eine Funktion des Überschusses an Protonenakzeptorgruppen d.h. der Differenz zwischen der totalen Anzahl Äquivalenten Sauerstoff und der Anzahl Äquivalenten von Protonendonatorgruppen in der Substanz gezeichnet wird, wie aus den Kurven der Abb. 1 hervorgeht. Aus den erhaltenen Werten kann man entnehmen, dass einer Verdopplung des Ausfällbarkeitswertes eine Vermehrung der Anzahl von freien Akzeptorgruppen mit ca. 3 mÄquiv./g entspricht. Auch wenn zu erwarten ist, dass die Erhöhung des Hydroxylgehalts einer angestiegenen Hydrophilie und einem entsprechenden Rückgang der Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln vom Äther Typ entsprechen, scheint der einfache Zusammenhang bemerkenswert, besonders wenn man die Beziehungen zwischen dem Verteilungskoeffizienten und den spezifischen Gruppen bei einigen Guajakolderivaten (24) berücksichtigt.

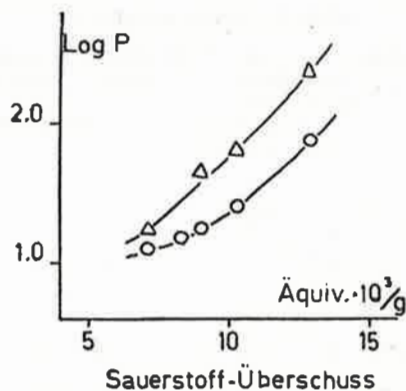


Abb. 1.

Ekman (11) hat für einige Sodaligninpräparate gezeigt, dass Fraktionen mit sehr niedrigem Kohlenhydratgehalt im Vergleich mit Präparaten, die in etwas grösseren Mengen Kohlenhydrate enthalten, eine auffallend gestiegene Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln aufweisen. Unter Berücksichtigung der zahl-

reichen Hydroxylgruppen der Kohlenhydrate übereinstimmen diese Beobachtungen qualitativ mit den oben angeführten Resultaten.

Nach Collander (25) hat die Glukose im System Äther-Wasser bei Zimmertemperatur einen Verteilungskoeffizienten  $K_{\text{Äther/Wasser}} = 4,5 \cdot 10^{-6}$  und Ramnose unter denselben Bedingungen  $K = 1,9 \cdot 10^{-4}$ . Für Guajakol hat der Verfasser in denselben Verhältnissen den Verteilungswert 22,9 und für Dehydrodiisoeugenol 6,79 (24) erhalten. Mit Rücksicht darauf, dass die freie Energie der Verteilung

$$(2) \quad \Delta G = -RT \ln K$$

ist, und dass diese freie Energie approximativ additiv aus dem Beitrag der verschiedenen spezifischen Gruppen im Molekül zusammengesetzt ist, sieht man, dass schon eine kleine Menge Kohlenhydrate in einem Lignin-Kohlenhydratkomplex einen sehr starken Einfluss auf die freie Energie der Verteilung oder auf die Hydrophilie haben muss.

Dieser Effekt wird noch dadurch verstärkt, dass die totale Löslichkeit mit dem steigenden Aggregatgewicht sinkt. So kann man wohl annehmen, dass der Faktor, der in erster Linie die Eigenschaften hinsichtlich der Löslichkeit eines Lignins im Verhältnis zu einem organischen Lösungsmittel bestimmt, die Fähigkeit zur inneren (selbst-) und äusseren (intermolekularen) Wasserstoffbindungsassoziation ist. Das eigentliche Molekulargewicht, insofern dies sich innerhalb plausibler Grenzen hält, dürfte sich nur in zweiter Hand auf die Löslichkeit auswirken (vgl. auch (2)). Bei den untersuchten Substanzen erfolgte auch eine gewisse Fraktionierung nach der Polymerengrösse durch die Reinigung der Lignine durch Lösung in Dioxan und nachfolgende Ausfällung mit Äther nach der Methode von Brauns (13).

*Vergleich mit ultraviolett-spektroskopischen Daten.* Um eine qualitative Auffassung von denjenigen Wasserstoffbindungseffekten zu erhalten, die in den untersuchten Ligninsubstanzen wirken, seien einige ultraviolett- und ultraroten Spektren der Substanzen näher untersucht.

In Abb. 2 sind die Differenzspektren auf dem ultravioletten Gebiet zwischen dem Spektrum in neutralen und stark alkalischen Lösungen gezeichnet (vgl. auch (26)(27)). Wir können feststellen, dass die Soda- und Sulfatlignine ausser dem üblichen Phenolatmaximum bei  $300 \text{ m}\mu$  auf dem  $360\text{--}370 \text{ m}\mu$  Gebiet eine andere starke Bande aufweisen, welche von Phenolationen mit konjugierenden Chromophoren verursacht wird. Bei den Äthanol-, Hydrosulfid- und Björkman-Ligninen liegt das zuvor genannte Maximum bei etwas niedrigeren Wellenlängen und bei Thioglykolsäurelignin ist dieses völlig verschwunden. Eine direk-

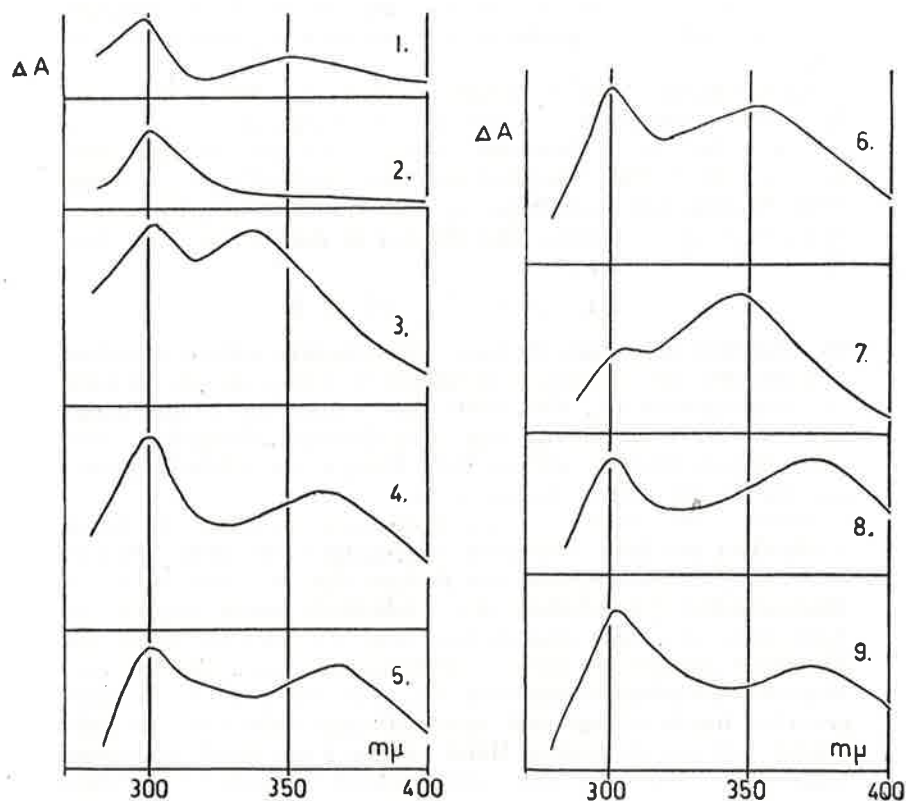


Abb. 2.

1. Björkman-Lignin. 2. Thioglykolsäurelignin. 3. Äthanollignin. 4. 100° Sodalignin. 5. 140° Sodalignin. 6. 170° Sodalignin. 7. NaSH-Lignin. 8. 100° Sulfatlignin. 9. Techn. Sulfatlignin.

te einfache Korrelation zwischen diesem Maximum und dem Methoxyl-Kohlenstoff-Verhältnis ist allem Anschein nach nicht vorhanden. Das Resultat scheint jedoch anzudeuten, dass einer hohen  $OCH_3/C$ -Zahl eine schwächere Langwellenabsorption entspricht. Mit Rücksicht auf die Fähigkeit der verschiedenen Isolierungsmethoden, die Seitenketten des Guajakolpropangerrüsts abzubauen, ist dies auch zu erwarten.

Wenn bei verschiedenen pH Differenzabmessungen durchgeführt werden, und wenn man dabei die Neutrallösung als Vergleichspunkt betrachtet und die Intensität bei pH 14,3 gleich 1,0 sättzt, bekommt man über die Veränderungen der Absorptionsintensität auf dem 300  $m\mu$  Gebiet Kurven von der in Abb. 3 dargestellten Art für die verschiedenen Präparate. Nach

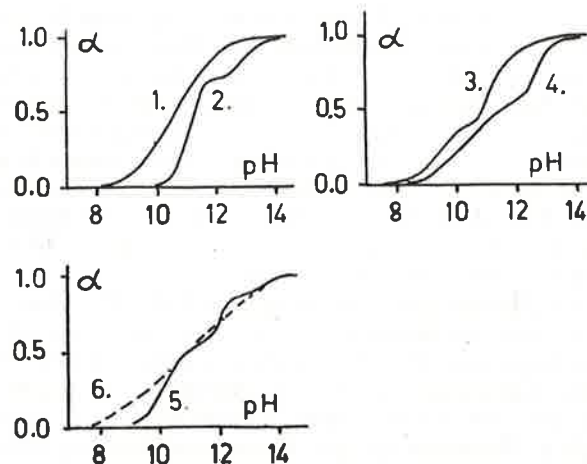


Abb. 3. 1. Thioglykolsäurelignin. 2. Äthanollignin. 3. 140° Sodalignin. 4. 170° Sodalignin. 5. 100° Sulfatlignin. 6. Techn. Sulfatlignin.

Schauenstein (22) können derartige Dissoziationskurven für Untersuchungen von Wasserstoffbrücken der verschiedenen polymeren Stoffen verwendet werden. Die Phenolhydroxylgruppen, die zur Phenolatabsorption auf dem 300  $m\mu$  Gebiet Anlass geben, haben, wenn sie nicht sterisch gehindert sind, ein pK von ca. 10 (vgl. auch (3)). Unter Einfluss von verschiedenen sterischen Effekten dürfte dieses sich jedoch bedeutend höheren Werten nähern können, so wie es aus den von Coggeshall durchgeführten Untersuchungen über die Ultraviolettabsorption von verschiedenen sterisch gehinderten Phenolen hervorgeht (28). Die Unregelmässigkeiten in der pH- $\alpha$ -Kurve dürften deshalb uns über das Vorkommen hindernder Potentialbarriere in der Ligninstruktur informieren können. Das Studium der Kurven scheint auch dieses Faktum in gewissem Masse zu bestätigen. Lignine, die unter milderer Bedingungen isoliert worden sind, weisen somit eine regelmässigeren pH- $\alpha$ -Kurve auf als solche, die man mit energischeren Methoden behandelt hat.

Das Thioglykolsäurelignin (Abb. 3:1) weist eine sehr regelmässige Kurve mit Inflexion bei pH 10,6 auf. Beim Äthanollignin (Abb. 3:2) scheint eine hindernde Barriere bei pH 12 abgebaut zu sein. Inflexionspunkte bei pH 11 und 13 werden beobachtet. Nach den angegebenen Kurven dürfte man annehmen können, dass die unkonjugierten Phenolgruppen des Thioglykolsäurelignins eine verhältnismässig einheitliche Struktur haben und nicht in wahrnehmbarem Masse sterisch behindert sind. Es muss jedoch beachtet werden, dass der pK-Wert des Thiogly-

kolsäurelignins um 10,6 (Mittelpunkt der sigmoiden Kurve) liegt, während Guajakol und Eugenol den pK-Wert um 10 samt Vanillin und Acetogajakon um 7,5 haben. Bei den untersuchten Soda- und Sulfatligninen sind die pH- $\alpha$ -Kurven sehr unregelmässig, was nach den angeführten Vermutungen auf eine verhältnismässig stark sterisch gehinderte und eventuell unregelmässige Struktur als Folge eines Abbaus bei der Kochung hindeutet. Von dem Mittelpunkt der Kurven bekommt man einen durchschnittlichen pK-Wert von ca. 10,9—11,0 für die unkonjugierten Phenolhydroxylgruppen.

Da weder Aktivitäten noch andere auf das Resultat auswirkende Faktoren beobachtet worden sind, sind die erhaltenen Werte nur approximativ. Sie dürften trotzdem relativ betrachtet für die Eigenschaften der verschiedenen Präparate kennzeichnend sein. Da bei den Phenolen der Dissociationsgrad und die Fähigkeit, Protonen in eine Wasserstoffbindung abzugeben, anscheinend gleichzeitig anwachsen, dürfte man annehmen können, dass die Phenolhydroxylgruppen der Soda- und Sulfatlignine eine etwas schwächere Fähigkeit zur Wasserstoffbrückenbildung aufweisen als die entsprechenden Phenol-Gruppen bei Äthanol- und Thioglykolsäureligninen und monomeren Modellsubstanzen. Es ist schwierig zu beurteilen, worauf dies zurückzuführen ist. Ein Erklärungsgrund wäre wohl die verstärkte Kondensation in der Fünfstellung des Benzolkernes und die damit zusammenhängende sterische Hinderung der Reaktionsfähigkeit der Phenolhydroxylgruppe.

*Vergleich mit den ultrarotspektroskopischen Daten.* In den Abb. 4:1—4 sind einige Spektren der untersuchten Präparate auf dem ultraroten 3- $\mu$  Gebiet wiedergegeben. Das Lösungsmittel ist Dioxan. Als Beispiele sind Lignine von drei verschiedenen Löslichkeitstypen ausgewählt worden: 100° Sulfatlignin, in Dioxan ziemlich schwerlöslich und in Alkohol unlöslich; das technische Sulfatlignin leicht löslich in Dioxan und löslich in Alkohol und schliesslich das Hydrosulfidlignin und das Björkman-Lignin beide teilweise löslich in Dioxan und löslich in Alkohol.

Aus den Abbildungen ersehen wir, dass obwohl Differenzen vorkommen die Spektren auf dem 3- $\mu$  Gebiet sich nicht in bedeutendem Masse voneinander unterscheiden. Es beruht darauf, dass es sich hier um Valenzschwingungen der Hydroxylgruppen von verhältnismässig gleicher Struktur handelt. Entsprechende Spektren von einigen Thioligninen sind schon früher besprochen worden (2). Es sieht jedoch so aus, dass die mit den Modellsubstanzen durchgeführten Arbeiten eine mehr detaillierte Kenntnis der Hydroxylstruktur der Lignine ermöglichen (vgl. (2) (3)).

Bis zu einem gewissen Grad kann die oben dargestellte Differenz auf den ungleichen Feuchtigkeitsgehalt der verschiedenen

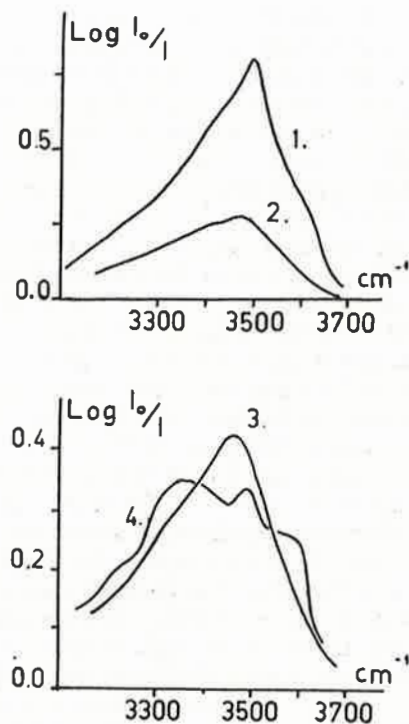


Abb. 4. 1. Björkman-Lignin. 2. NaSH-Lignin. 3. 100° Sulfatlignin. 4. Techn. Sulfatlignin.

Präparate (vgl. Tabelle 1) zurückzuführen sein und zwar dadurch dass die Wasserstoffbindungen zwischen den Wassermolekülen und den Protonakzeptoren des Lignins zu neuen Spektralbanden variierenden Typs Anlass geben (vgl. z.B. die Untersuchungen in (29) über das Hydroxylspektrum von Wasser). Doch, wie aus früheren Untersuchungen hervorgeht (2), bei der angegebenen Konzentration in Dioxan kann dieser Einfluss nicht ausschlaggebend sein. Diese Banden vertreten ja nur einen Bruchteil der totalen Hydroxylabsorption. Aus den Spektren ist darum zu ersehen, dass beim 100° Sulfatlignin der Schwerpunkt der Hydroxylabsorption bei ca. 3450  $\text{cm}^{-1}$  und beim Björkman-Lignin bei ca. 3500  $\text{cm}^{-1}$  liegt. Aus den früheren Untersuchungen mit Modellsubstanzen (3) kann man den Schluss ziehen, dass die Absorption auf dem 3450—3500  $\text{cm}^{-1}$  -Gebiet in der Dioxan-Lösung unter den angegebenen Bedingungen von wasserstoffgebundenen Hydroxylgruppen mit einer Wasserstoffbindungs-

energie von ca. 2,0—2,5 Kcal/Mol herrührt. Diese Gruppen dürften vor allem Alkoholhydroxylgruppen sein, von welchen ein Teil sich bestimmt in dem Hemicelluloseanteil des Lignin-Kohlenhydratenkomplexes befindet (vgl. Tabelle 1). In den Spektren ist auch eine bedeutende Absorption auf dem 3500—3600  $\text{cm}^{-1}$ -Gebiet festzustellen, welche wohl von chelatiertem Phenolhydroxyl d.h. Guajacylgruppen verursacht wird. Auch kommt auf dem Gebiet unter 3450  $\text{cm}^{-1}$  eine bemerkenswerte Absorption vor, die allem Anschein nach von Phenolhydroxylgruppen in der Wasserstoffbindung mit verschiedenen Protonakzeptoren, mit einer Bindungsenergie von ca. 3,0—5,0 Kcal/Mol verursacht wird. Auch unter Berücksichtigung der Tatsache, dass sich die Absorptionsintensität relativ betrachtet mit sinkendem  $\text{cm}^{-1}$ -Wert erhöht, bemerkt man, dass bei den Ligninen, die eine schlechtere Löslichkeit in Dioxan aufweisen, eine höhere Absorption von Alkoholhydroxylgruppen und dazu noch aller Wahrscheinlichkeit nach auch eine höhere totale Hydroxylabsorption vorkommt, was mit den vorher angeführten analytischen Daten übereinstimmt. Wegen des spektralen Verhaltens der Carboxylgruppen war es praktisch nicht möglich, die Natur ihrer Wasserstoffbrücken zu untersuchen. Die Mengen dieser Gruppen sind jedoch in den meisten Fällen so klein, dass sie keinen zu grossen Einfluss auf die Resultate haben (vgl. Tabelle 2).

Auf Grund der untersuchten Spektren dürfte die Lösung des Lignins in einem organischen Lösungsmittel von einer Potentialbarriere der Hydroxylgruppen von ca. 2,0—3,0 Kcal/Äquivalent gehindert werden. Somit sollten Lösungsmittel, die Wasserstoffbindungen mit Alkoholhydroxylgruppen oder mit Sauerstoff-Äthergruppen und Carbonylgruppen genannter Stärke bilden können, zur Lösung von Ligninen geeignet sein. Dies steht auch wie schon angeführt in völliger Übereinstimmung mit den Werten für die Wasserstoffbindungskapazität, die Schuerch angeführt hat (4) und mit früheren Untersuchungen an Ligninmodellen (2)(3)(24).

*Über dem Bindungszustand des nativen Lignins.* In der Zellwand sind das Protolignin und die Hemicellulose nebeneinander (30). Die Eigenschaften des Björkman-Lignins veranlassen die Vermutung, dass die obendurchgeführten Betrachtungen auch auf das native Lignin der Zellwand übertragbar sind (vgl. auch (3)(5)). Es bedeutet, dass man die Mischung von Lignin und Hemicellulose als eine feste Lösung halten kann, in der zahlreiche Wasserstoffbrücken und möglicherweise hier und da vorkommende chemische Bindungen die zusammenhaltende Kräfte der Struktur bilden. In einer früheren Untersuchung ist einleitungsweise die Energetik solcher Strukturen behandelt worden (3) und wird darum nicht hier wiederholt.

### Zusammenfassung.

In der vorliegenden Untersuchung ist versucht worden, die Wasserstoffbrücken einiger Lignine (u.a. Björkman-, Thioglykolsäure-, Äthanol-, Soda- und Sulfatlignine) zu charakterisieren. Zu diesem Zweck wurden Ausfällbarkeit, Methoxyl-Kohlenstoffverhältnis, Dissoziationskurven sowie Ultraviolett- und Ultrarotspektren der verschiedenen Substanzen miteinander verglichen. Dabei wurde gefunden:

1) Eine gerade Beziehung besteht zwischen der Ausfällbarkeit der Lignine mit  $\text{CCl}_4$  oder Chlorbenzol aus Dioxan-Lösung und dem Gehalt an Sauerstoff, der nicht an der innermolekularen Wasserstoffbrückenbildung beteiligt ist.

2) Die schwachsauren Gruppen der Lignine zeigen eine mittlere Dissoziationskonstante von etwa  $\text{pK}$  10,5—11,0. Bei Soda- und Sulfatligninen wird eine starke sterische Behinderung der Dissoziation beobachtet.

3) Es scheint, dass die intramolekularen Wasserstoffbrücken der Lignine ein relativ homogenes, sekundäres Valenzfeld bilden, das mit einer Potentialbarriere von etwa 2,0—3,0 Kcal/Äquivalent verknüpft ist. Beim Lösungsprozess muss diese Potentialschwelle überwinden werden, ehe die Substanz in Lösung gehen kann.

Der Bindungszustand des Protolignins in der Zellwand ist diskutiert worden.

### Literatur

1. J. J. Lindberg, Finska Kemistsamf. Medd. **64** (1955) 23.
2. J. J. Lindberg, Paper and Timber, Finland, **37** (1955) 206.
3. J. J. Lindberg, Soc.Sci.Fenn.Comm.Phys.Math. **XX**. 1. (1957).
4. C. Schuerch, J.Am.Chem.Soc. **74** (1952) 5061.
5. A. Björkman, Svensk Papperstidn. **59** (1956) 477, **60** (1957) 158, 243, 285, 329.
6. F. Oehme, Z. Naturforschg. **12b** (1957) 660.
7. K. H. Ekman, Soc.Sci.Fenn.Comm.Phys.Math. **XXIII**. 1. (1958).
8. H. Mikawa und H. Okada, J.Chem.Soc.Japan, **54** (1951) 150, 239.
9. J. J. Lindberg und T. Enkvist, Soc.Sci.Fenn.Comm.Phys.Math. **XVII**. 4. (1953).
10. B. Holmberg, Ing.vet.akad.handl. no. 103 (1930); F. E. Brauns, Chemistry of Lignin (1952) 87.
11. K. H. Ekman, Loc.cit. (7) S. 52.
12. F. E. Brauns, Chemistry of Lignin (1952) 57.
13. F. E. Brauns, Loc.cit. (12) S. 742.
14. E. Högglund, Svensk Papperstidn. **50** (1947) 188.
15. C.C.A. 1. Svensk Papperstidn. **46** (1943) 474.
16. G. Gran, Svensk Papperstidn. **55** (1952) 255, 287.
17. W. Grote und H. Krekeler, Angew.Chem. **46** (1933) 106.
18. T. Enkvist und B. Hougberg, Paper and Timber, Finland **37** (1955) 201.
19. E. P. Clark, Semimicro Quantitative Organic Analysis (1943) s. 73.
20. J. J. Lindberg und K. H. Ekman, Suomen Kemistilehti **B 29** (1956) 20.
21. G.F.d'Alelio, Experimental Plastics and Synthetic Resins (1946) 169.
22. E. Schauenstein, Mikrochim. Acta (1955) 481.
23. C. Schuerch, Jr. J.Am.Chem.Soc. **73** (1951) 4997, Siehe auch (5).
24. J. J. Lindberg, Soc.Sci.Fenn.Comm.Phys.Math. **XXI**. 7. (1958).
25. R. Collander, Acta Chem. Scand. **3** (1949) 717.
26. A. Aulin-Erdtman, Svensk Papperstidn. **55** (1952) 745, **56** (1953) 287, **57** (1954) 745.
27. O. Goldschmid, J.Am.Chem.Soc. **75** (1953) 3780, Anal.Chem. **26** (1954) 1421.
28. N. D. Coggeshall und A. S. Glessner J.Am.Chem.Soc. **71** (1949) 3150.
29. E. Greinacher, W. Lüttke und R. Mecke, Z. Elektrochem. **59** (1955) 23.
30. E. Treiber, Die Chemie der Pflanzenzellwand, (1957).

Epäorgaaniset aineet

Eräiden aineiden  $c_p$ -arvoja

(Tables of Molar Heat Capacities)

T. Nortia, A. Ekman, J. Rastas ja P. Kivalo

Teknillinen korkeakoulu, Helsinki

Oheinen  $c_p$ -arvokokoelma on tarkoitettu aikaisemmin julkaisiemme termodynaamisten taulukoiden täydennykseksi.\*

$c_p^0$  on aineen moolilämpö vakioaineessa perustilassaan 298,16 °K:ssa, cal/aste. Yksityisten ionien  $c_p^0$ -arvot vesiliuoksissa perustuvat sopimukseen, jonka mukaan  $c_p^0$ -arvo vétyionille (aq hyp. m = 1) on yhtä kuin nolla.

Arvot on kerätty pääasiallisesti seuraavista teoksista:

F. D. Rossini *et al.*: »Selected values of properties of hydrocarbons», Natl. Bureau of Standards circ. No C461, 1947.

F. D. Rossini *et al.*: »Selected values of chemical thermodynamic properties», Natl. Bureau of Standards circ. No 500, 1952.

$c_p$  cal/aste on annettu todellisena moolilämpönä lämpötilan funktiona tai keskimääräisenä arvona annettulle lämpötilavälille. Eräissä tapauksissa on annettu myös yksityisiä arvoja muissa lämpötiloissa kuin 298,16 °K. Nämä on merkitty sulkuihin.

Arvot on kerätty etupäässä seuraavista teoksista:

J. H. Perry *et al.*: »Chemical Engineering Handbook», McGraw-Hill Book Company, Inc., New York 1950.

Landolt-Börnstein: »Physikalisch-Chemische Tabellen» Dritter Ergänzungsband III. J. Springer Verlag, Berlin 1936.

E. W. Washburn *et al.*: »International Critical Tables» Vol. I & V, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York 1926, 1929.

Lisäksi on arvoja otettu eräistä vuoden 1952:n jälkeen ilmestyneistä alkuperäisjulkaisuista.

Milloin lähdekirjallisuuden arvot on annettu muissa yksiköissä kuin cal/aste, ne on muutettu näiksi. Samoin on kaikki lämpötilafunktiot muutettu siten, että muuttujana on absoluuttinen lämpötila.

\* Suomen Kemistiseuran tied. 66, 76 (1957).

| Kaava  | Olo tila | $c_p^0$ | $c_p$  | Lämpötila-alue °K |
|--|----------|---------|--|-------------------|
| Ag   | g        | 4,9680  |  |                   |
| Ag   | s        | 6,092   | 5,60 + 0,00150 T                                 | 273—1234          |
| Ag   | l        |         | 8,2  | 1234—1573         |
|  |          |         | 8,08   | 1180—1373         |
| Ag <sub>2</sub> O  | s        | 15,67   | 10,02 + 0,02393 T<br>— 0,0000133 T <sup>2</sup>  | 317—500           |
| AgH  | g        | 6,99    |  |                   |
| AgCl   | g        | 8,54    |  |                   |
| AgCl   | s        | 12,14   | 9,60 + 0,00929 T                                 | 273—728           |
| AgCl   | l        |         | 14,05  | 728—806           |
| AgClO <sub>4</sub>   | s        | 20,87   |  |                   |
| AgBr   | s        | 12,52   | 8,58 + 0,0141 T                                  | 273—703           |
| AgBr   | l        |         | 14,9   | 703—836           |
| AgJ α  | s        | 13,01   | 8,58 + 0,0141 T                                  | 273—423           |
| AgJ  | l        | 16      |  |                   |
| AgJO <sub>3</sub>  | s        | 24,6    |  |                   |
| Ag <sub>2</sub> S α  | s        |         | 18,8   | 273—448           |
| Ag <sub>2</sub> S β  | s        |         | 21,8   | 448—597           |
| Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | s        | 31,4    |  |                   |
| AgNO <sub>3</sub>  | s        | 18,8    |  |                   |
| AgNO <sub>3</sub> α  | s        | 22,24   | 18,83 + 0,0160 T                                 | 273—433           |
| AgNO <sub>3</sub> β  | s        |         | 25,7   | 433—482           |
| AgNO <sub>3</sub>  | l        |         | 30,2   | 482—541           |
| Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>  | s        | 26,8    |  |                   |
| AgCN   | s        | 20,6    |  |                   |
| Al   | g        | 5,112   |  |                   |
| Al   | s        | 5,817   | 4,80 + 0,00322 T                                 | 273—931           |
| Al   | l        |         | 7,00   | 931—1273          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | s        | 18,88   | 22,08 + 0,008971 T — 522500/T <sup>2</sup>       | 273—1973          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O                      | s        | 31,37   |  |                   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 3H <sub>2</sub> O                     | s        | 44,49   |  |                   |
| AlF <sub>3</sub>   | s        |         | 19,3   | 288—326           |
| AlCl <sub>3</sub>  | s        | 21,3    | 13,25 + 0,02800 T                                | 273—465           |
| AlCl <sub>3</sub>  | l        |         | 31,2   | 465—504           |
| AlCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                  | s        |         | 76   | 288—327           |
| AlBr <sub>3</sub>  | s        | 24,5    | 18,74 + 0,01866 T                                | 273—370           |
| AlBr <sub>3</sub>  | l        |         | 29,5   | 370—407           |
| AlJ <sub>3</sub>   | s        |         | 16,88 + 0,02266 T                                | 273—464           |
| AlJ <sub>3</sub>   | l        |         | 28,8   | 464—480           |
| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                        | s        | 62,00   | 63,5   | 273—373           |
| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O    | s        | 117,8   |  |                   |
| AlN  | s        | 7,67    | 3,727 + 0,0156 T<br>— 0,000007938 T <sup>2</sup> |                   |
| Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O                  | s        | 103,5   |  |                   |
| NH <sub>4</sub> Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                      | s        | 54,12   |  |                   |
| NH <sub>4</sub> Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12H <sub>2</sub> O | s        | 163,3   |  |                   |
| Al <sub>4</sub> C <sub>3</sub>   | s        | 33,6    |  |                   |
| Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>                                       | s        | 32,14   | 43,96 + 0,001923 T<br>— 1086000/T <sup>2</sup>   | 273—1573          |
| andalusiitti   |          |         |  |                   |

| Kaava   | Olo tila | $c_p^*$ | $c_p$  | Lämpötila-alue °K |
|---|----------|---------|--|-------------------|
| Al <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub><br>disteeni      | s        | 29,0    | 41,81 + 0,005283 T<br>— 1211000/T <sup>2</sup> | 273—1673          |
| Al <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub><br>sillimaniitti | s        | 30,45   | 40,79 + 0,004763 T<br>— 992800/T <sup>2</sup>  | 273—1573          |
| As  | g        | 4,968   |  |                   |
| As  | g        | 5,97    | 5,17 + 0,00234 T                               | 273—1168          |
| As <sub>2</sub>                                   | g        | 8,366   |  |                   |
| As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                    | g        | 27,85   |  |                   |
| As <sub>4</sub> O <sub>6</sub>                    | g        | 45,72   | 16,74 + 0,0972 T                               | 273—548           |
| AsH <sub>3</sub>                                  | g        | 9,207   | (350°K, 9,840) (500°K, 11,617)                 |                   |
| AsF <sub>3</sub>                                  | l        | 30,3    |  |                   |
| AsCl <sub>3</sub>                                 | l        |         | 31,9   | 286—371           |
| As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>                    | s        |         | 25,8   | 293—373           |
| Au  | g        | 4,9680  |  |                   |
| Au  | s        | 6,03    | 5,61 + 0,00144 T                               | 273—1336          |
| Au  | l        |         | 7,00   | 1336—1573         |
| B   | g        | 4,971   |  |                   |
| B   | s        | 2,86    | 1,54 + 0,00440 T                               | 273—1174          |
| BO  | g        | 6,95    |  |                   |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                     | g        | 14,88   |  |                   |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                     | gla      | 14,6    | 5,14 + 0,0320 T                                | 273—513           |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                     | gla      |         | 30,4   | 513—623           |
| BH  | g        | 6,95    |  |                   |
| B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>                     | g        | 13,48   |  |                   |
| B <sub>3</sub> H <sub>9</sub>                     | g        | 19,     |  |                   |
| B <sub>5</sub> H <sub>9</sub>                     | l        | 35,8    |  |                   |
| H <sub>2</sub> BO <sub>2</sub>                    | s        | 19,61   |  |                   |
| BF <sub>3</sub>                                   | g        | 12,06   |  |                   |
| BCl <sub>3</sub>                                  | g        | 14,97   |  |                   |
| BBr <sub>3</sub>                                  | g        | 16,25   |  |                   |
| BN  | s        | 5,9     | 1,61 + 0,00400 T                               | 273—1173          |
| Ba  | g        | 4,9680  |  |                   |
| Ba  | s        | 6,30    |  |                   |
| BaO   | s        | 11,34   |  |                   |
| BaO <sub>2</sub>                                  | s        |         | 16,0   | 292—373           |
| BaH   | g        | 7,001   |  |                   |
| BaF <sub>2</sub>                                  | s        | 17,02   |  |                   |
| BaCl <sub>2</sub>                                 | s        | 18,0    | 17,0 + 0,00334 T                               | 273—1198          |
| BaCl <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O              | s        | 28,2    |  |                   |
| BaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O             | s        | 37,10   |  |                   |
| BaSO <sub>4</sub>                                 | s        | 24,32   | 21,35 + 0,0141 T                               | 273—1323          |
| Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                 | s        | 36,1    |  |                   |
| BaCO <sub>3</sub> α                               | s        | 20,40   | 17,26 + 0,0131 T                               | 273—1083          |
| BaCO <sub>3</sub> β                               | s        |         | 30   | 1083—1255         |
| BaMoO <sub>4</sub>                                | s        |         | 34   | 273—297           |

| Kaava                                     | Olo tila | $c_p^*$ | $c_p$   | Lämpötila-alue °K    |
|---|----------|---------|---|----------------------|
| Be  | g        | 4,9680  |   |                      |
| Be  | s        | 4,26    | 4,698 + 0,001555 T<br>— 121000/T <sup>2</sup>                                       | 273—1173             |
| BeO                                       | g        | 6,963   |   |                      |
| BeO                                       | s        | 6,07    | 8,69 + 0,00365 T<br>— 313000/T <sup>2</sup>   | 273—1175             |
| BeH                                       | g        | 6,956   |   |                      |
| BeSO <sub>4</sub>                         | s        |         | 20,8  | 273—373              |
| Bi  | g        | 4,968   |   |                      |
| Bi  | s        | 6,1     | 5,38 + 0,00260 T  | 273—544              |
| Bi  | l        |         | 7,60  | 544—1273             |
| Bi <sub>2</sub>                           | g        | 8,830   |   |                      |
| Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>            | s        | 27,2    | 23,27 + 0,01105 T   | 273—777              |
| BiCl <sub>3</sub>                         | g        | 19,02   |   |                      |
| Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>            | s        |         | 30,4  | 284—372              |
| Br  | g        | 4,9680  |   |                      |
| Br <sup>-</sup>                           | aq       | —30,7   |   |                      |
| Br <sub>2</sub>                           | g        | 8,60    | 7,710 + 0,00415 T<br>— 0,0000037 T <sup>2</sup>                                     | 523—873              |
| BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>             | aq       | —19     |   |                      |
| HBr                                       | g        | 6,96    | 6,80 + 0,00084 T  | 273—2000             |
| C   | g        | 4,9803  |   |                      |
| C grafiitti                               | s        | 2,066   | 2,673 + 0,002617 T<br>— 116900/T <sup>2</sup>                                       | 273—1373             |
| C timantti                                | s        | 1,449   | 2,162 + 0,003059 T<br>— 130300/T <sup>2</sup>                                       | 473—1313             |
| CO  | g        | 6,965   | 6,60 + 0,00120 T  | 273—2500             |
| CO <sub>2</sub>                           | g        | 8,874   | 10,34 + 0,00274 T — 195500/T <sup>2</sup><br>6,200—3627,8/T + 435185/T <sup>2</sup> | 273—1200<br>273—3000 |
| HCN                                       | g        | 8,58    |   |                      |
| HCN                                       | l        | 16,88   |   |                      |
| Ca  | g        | 4,968   |   |                      |
| Ca  | s        | 6,28    | 5,31 + 0,00333 T<br>6,29 + 0,00140 T  | 273—673<br>673—873   |
| CaO                                       | s        | 10,23   | 10,00 + 0,00484 T — 108000/T <sup>2</sup>   | 273—1173             |
| Ca(OH) <sub>2</sub>                       | s        | 20,2    | 21,4<br>14,18 + 0,03202 T — 0,0000217 T <sup>2</sup>                                | 276—373<br>360—670   |
| CaF <sub>2</sub>                          | s        | 16,02   | 14,7 + 0,00380 T  | 273—1651             |
| CaCl <sub>2</sub>                         | s        | 17,36   | 16,9 + 0,00386 T  | 273—1055             |
| CaS                                       | s        | 11,33   |   |                      |
| CaSO <sub>3</sub> · 2H <sub>2</sub> O     | s        | 42,7    |   |                      |
| CaSO <sub>4</sub> anhydr.                 | s        | 23,8    |   |                      |
| CaSO <sub>4</sub> liuk. α                 | s        | 23,9    | 18,52 + 0,02197 T — 156800/T <sup>2</sup>   | 273—1373             |
| CaSO <sub>4</sub> liuk. β                 | s        | 23,8    |   |                      |
| CaSO <sub>4</sub> · 1/2H <sub>2</sub> O α | s        | 28,6    |   |                      |

| Kaava   | Olo<br>tila | $c_p^\circ$ | $c_p$  | Lämpö-<br>tila-alue<br>°K |
|---|-------------|-------------|--|---------------------------|
| CaSO <sub>4</sub> · 1/2H <sub>2</sub> O β                           | s           | 29,6        |  |                           |
| CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O                               | s           | 44,5        | 46,8   | 282—373                   |
| Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>                                      | s           | 22,5        |  |                           |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                   | s           | 35,69       |  |                           |
| Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> α                   | s           | 55,35       |  |                           |
| Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> β                   | s           | 54,45       |  |                           |
| CaC <sub>2</sub>  | s           | 14,90       |  |                           |
| CaCO <sub>3</sub> kalsiitti   | s           | 19,57       | 12,09 + 0,02905 T<br>— 0,00000927 T <sup>2</sup> | 300—780                   |
| CaCO <sub>3</sub> aragoniitti                                       | s           | 19,42       | 8,11 + 0,04824 T<br>— 0,0000311 T <sup>2</sup>   | 300—600                   |
| CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O<br>saostettu     | s           | 36,40       |  |                           |
| CaSiO <sub>3</sub><br>pseudovoll.                                   | s           | 20,67       | 25,48 + 0,004132 T<br>— 488100/T <sup>2</sup>    | 273—1573                  |
| CaSiO <sub>3</sub><br>vollaston.                                    | s           | 20,38       | 27,95 + 0,002056 T<br>— 745600/T <sup>2</sup>    | 273—1573                  |
| CaSiO <sub>3</sub>  | gls         |             | 23,16 + 0,009652 T<br>— 487100/T <sup>2</sup>    | 273—973                   |
| CaWO <sub>4</sub>   | s           |             | 27,9   | 292—322                   |
| CaO · B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                 | s           | 24,85       |  |                           |
| CaO · 2B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                | s           | 37,75       |  |                           |
| 2CaO · B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                | s           | 35,16       |  |                           |
| 3CaO · B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                | s           | 44,90       |  |                           |
| Cb  | g           | 7,2082      |  |                           |
| Cb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                      | s           | 30,5        |  |                           |
| Cd  | g           | 4,968       |  |                           |
| Cd  | s           | 6,19        | 5,46 + 0,002466 T                                | 273—594                   |
| Cd  | l           |             | 7,13   | 594—973                   |
| CdO   | s           | 10,38       | 9,65 + 0,00208 T                                 | 273—2086                  |
| CdJ <sub>2</sub>  | s           | 19,11       |  |                           |
| CdS   | s           |             | 12,9 + 0,00090 T                                 | 273—1273                  |
| CdSO <sub>4</sub>   | s           | 23,806      | (320°K, 24,596)                                  |                           |
| CdSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O                                | s           | 32,157      | (320°K, 33,541)                                  |                           |
| CdSO <sub>4</sub> · 2/3H <sub>2</sub> O                             | s           | 50,972      | (320°K, 53,637)                                  |                           |
| Ce  | s           | 6,19        | 5,88 + 0,00123 T                                 | 273—908                   |
| CeO <sub>2</sub>  | s           | 15,1        |  |                           |
| Ce <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 5H <sub>2</sub> O | s           | 132         |  |                           |
| Cl  | g           | 5,2203      |  |                           |
| Cl <sup>-</sup>   | aq          | —30,0       |  |                           |
| Cl <sub>2</sub>   | g           | 8,11        | 8,28 + 0,00056 T                                 | 273—2000                  |
| ClO <sub>2</sub>  | g           |             | (240°K, 8,4) (350°K, 10,6)                       |                           |
| ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>                                       | aq          | —18,        |  |                           |
| HCl   | g           | 6,96        | 6,70 + 0,00084 T                                 | 273—2000                  |
| ClF   | g           | 7,67        | (500°K, 8,348) (1000°K, 8,894)                   |                           |
| ClF <sub>3</sub>  | g           | 15,33       |  |                           |
| Co  | g           | 5,5043      |  |                           |
| Co  | s           | 6,11        | 5,12 + 0,00333 T                                 | 273—1763                  |
| Co  | l           |             | 8,40   | 1763—1873                 |
| CoCl <sub>2</sub>   | s           | 18,8        |  |                           |
| CoS saostettu   | s           | 11,4        | 10,6 + 0,00251 T                                 | 273—1373                  |
| Cr  | g           | 4,9680      |  |                           |
| Cr  | s           | 5,58        | 4,84 + 0,00295 T                                 | 273—1823                  |
| Cr  | l           |             | 9,70   | 1823—1923                 |

| Kaava   | Olo<br>tila | $c_p^\circ$ | $c_p$  | Lämpö-<br>tila-alue<br>°K |
|---|-------------|-------------|--|---------------------------|
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                      | s           | 23,38       | 26,0 + 0,00400 T                                 | 273—2263                  |
| CrCl <sub>2</sub>   | s           | 16,87       |  |                           |
| CrCl <sub>3</sub>   | s           | 21,53       | 23   | 286—319                   |
| Cr <sub>2</sub> C <sub>2</sub>                                      | s           | 23,38       | 26,19 + 0,00948 T<br>— 472000/T <sup>2</sup>     | 273—914                   |
| Cr <sub>3</sub> C   | s           | 25,89       |  |                           |
| Cr <sub>7</sub> C <sub>3</sub>                                      | s           | 49,92       |  |                           |
| Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                                    | s           | 34,00       |  |                           |
| FeCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                                    | s           | 31,9        |  |                           |
| Cs  | g           | 4,9680      |  |                           |
| Cs  | s           | 7,42        | 1,96 + 0,0182 T                                  | 273—301                   |
| Cs  | l           |             | 8,00   | 302                       |
| CsH   | g           | 7,133       |  |                           |
| CsF   | s           |             | 11,3 + 0,00285 T                                 | 273—957                   |
| CsCl  | s           |             | 11,7 + 0,00309 T                                 | 273—752                   |
| CsClO <sub>4</sub>  | s           | 25,71       |  |                           |
| CsBr  | s           | 12,4        | 12,6 + 0,00259 T                                 | 273—909                   |
| CsJ   | s           | 12,4        | 11,6 + 0,00268 T                                 | 273—894                   |
| CsAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12 H <sub>2</sub> O           | s           | 148,1       |  |                           |
| Cu  | g           | 4,968       |  |                           |
| Cu  | s           | 5,848       | 5,44 + 0,001462 T                                | 273—1357                  |
| Cu  | l           |             | 7,50   | 1357—1573                 |
| CuO   | s           | 10,6        | 10,87 + 0,003576 T<br>— 150600/T <sup>2</sup>    | 273—810                   |
| Cu <sub>2</sub> O   | s           | 16,7        |  |                           |
| CuH   | g           | 6,98        |  |                           |
| CuCl  | g           | 8,40        |  |                           |
| CuBr  | g           | 8,61        |  |                           |
| CuJ   | g           | 8,70        |  |                           |
| CuJ   | s           | 12,92       | 12,1 + 0,00286 T                                 | 273—675                   |
| CuJ <sub>2</sub>  | s           | 20,1        | 20,1   | 274—328                   |
| CuS   | s           | 11,43       | 10,6 + 0,00264 T                                 | 273—1273                  |
| Cu <sub>2</sub> S α   | s           | 18,24       | 9,38 + 0,0312 T                                  | 273—376                   |
| Cu <sub>2</sub> S β   | s           |             | 20,9   | 376—1173                  |
| CuSO <sub>4</sub>   | s           | 24,1        |  |                           |
| CuSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O                                | s           | 31,3        |  |                           |
| CuSO <sub>4</sub> · 3H <sub>2</sub> O                               | s           | 49,0        |  |                           |
| CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O                               | s           | 67,2        |  |                           |
| Eu <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 8H <sub>2</sub> O | s           | 146,3       |  |                           |
| F   | g           | 5,436       |  |                           |
| F <sup>-</sup>  | aq          | —29,5       |  |                           |
| F <sub>2</sub>  | g           | 7,52        | (400°K, 7,90) (500°K, 8,10)<br>(600°K, 8,39)     |                           |
| F <sub>2</sub> O  | g           | 10,08       | (500°K, 11,79) (1000°K, 13,23)                   |                           |
| HF  | g           | 6,95        |  |                           |
| Fe  | g           | 6,13        |  |                           |
| Fe α  | s           | 6,03        | 4,13 + 0,00638 T                                 | 273—1041                  |
| Fe β  | s           |             | 6,12 + 0,00336 T                                 | 1041—1179                 |
| Fe γ  | s           |             | 8,40   | 1179—1674                 |
| Fe δ  | s           |             | 10,0   | 1674—1803                 |
| Fe  | l           |             | 8,15   | 1803—1873                 |
| Fe <sub>0,95</sub> O  | s           | 11,50       | FeO 12,62 + 0,001492 T<br>— 76200/T <sup>2</sup> | 273—1173                  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                      | s           | 25,0        | 24,72 + 0,01604 T                                |                           |

| Kaava   | Olo<br>tila | $c_p^\circ$ | $c_p$   | Lämpö-<br>tila-alue<br>°K |
|---|-------------|-------------|---|---------------------------|
|   |             |             | $- 423400/T^2$                                      | 273—1097                  |
| Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>                                      | s           |             | $41,17 + 0,01882 T$                                 | 273—1065                  |
|   |             |             | $- 979500/T^2$                                      |                           |
| FeCl <sub>2</sub>   | s           | 18,25       |   |                           |
| FeS α   | s           | 13,1        | $2,03 + 0,0390 T$                                   | 273—411                   |
| FeS β   | s           |             | $12,05 + 0,00273 T$                                 | 411—1468                  |
| FeS <sub>2</sub> pyriitti   | s           | 14,8        | $10,7 + 0,01336 T$                                  | 273—773                   |
| FeSO <sub>4</sub>   | s           |             | 22  | 293—373                   |
| FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O                               | s           |             | 96  | 291—319                   |
| Fe <sub>2</sub> N   | s           | 16,8        |   |                           |
| Fe <sub>4</sub> N   | s           | 29,3        |   |                           |
| Fe <sub>3</sub> C   | s           | 25,3        | $25,17 + 0,00223 T$                                 | 273—1173                  |
| FeCO <sub>3</sub>   | s           | 19,63       | 22,7  | 293—368                   |
| FeSiO <sub>4</sub>  | s           | 31,75       | $33,57 + 0,01907 T$                                 |                           |
|   |             |             | $- 879700/T^2$                                      | 273—1161                  |
| Ga  | g           | 6,053       |   |                           |
| Ga  | s           | 6,35        |   |                           |
| Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                      | s           | 20          |   |                           |
| Ge  | g           | 7,346       |   |                           |
| Ge  | s           | 6,24        |   |                           |
| GeO   | g           | 7,39        |   |                           |
| Gd  | g           | 6,586       |   |                           |
| Gd <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 8H <sub>2</sub> O | s           | 140,5       |   |                           |
| H   | g           | 4,9680      |   |                           |
| H <sup>+</sup>  | aq          | 0,000       |   |                           |
| H <sub>2</sub>  | g           | 6,892       | $6,62 + 0,00081 T$                                  | 273—2500                  |
| OH  | g           | 7,141       |   |                           |
| OH <sup>-</sup>   | aq          | -32,0       |   |                           |
| H <sub>2</sub> O  | g           | 8,025       | $8,22 + 0,00015 T$                                  |                           |
|   |             |             | $+ 0,00000134 T^2$                                  | 300—2500                  |
| H <sub>2</sub> O  | l           | 17,996      |   |                           |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                                       | l           | 21,35       |   |                           |
| <sup>1</sup> H  | g           | 4,9680      |   |                           |
| <sup>1</sup> H <sub>2</sub>   | g           | 6,892       |   |                           |
| <sup>1</sup> H <sub>2</sub> O                                       | g           | 8,025       |   |                           |
| <sup>1</sup> H <sub>2</sub> O                                       | l           | 17,996      |   |                           |
| <sup>2</sup> H  | g           | 4,9680      |   |                           |
| <sup>2</sup> H <sub>2</sub>   | g           | 6,98        |   |                           |
| <sup>1</sup> H <sup>2</sup> H                                       | g           | 6,98        |   |                           |
| <sup>2</sup> H <sub>2</sub> O                                       | g           | 8,19        |   |                           |
| <sup>2</sup> H <sub>2</sub> O                                       | l           | 19,70       |   |                           |
| <sup>1</sup> H <sup>2</sup> HO                                      | g           | 8,06        |   |                           |
| <sup>1</sup> H <sup>2</sup> HO                                      | l           | 18,85       |   |                           |
| Hf  | s           | 6,15        |   |                           |
| Hg  | g           | 4,968       |   |                           |
| Hg  | l           | 6,65        | $8,078 - 0,0085 T$                                  |                           |
|   |             |             | $+ 1,50 \cdot 10^{-5} T^2 - 7,68 \cdot 10^{-9} T^3$ |                           |
| HgO punainen  | s           | 10,93       |   |                           |
| HgH   | g           | 7,147       |   |                           |
| HgCl  | g           | 8,65        |   |                           |
| HgCl <sub>2</sub>   | s           | 18,3        | $15,3 + 0,0103 T$                                   | 273—553                   |
| Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>                                     | s           | 24,3        | $22,1 + 0,00740 T$                                  | 273—798                   |
| HgBr  | g           | 8,82        |   |                           |
| HgJ   | g           | 8,89        |   |                           |

| Kaava   | Olo<br>tila | $c_p^\circ$ | $c_p$                 | Lämpö-<br>tila-alue<br>°K |
|---|-------------|-------------|-----------------------|---------------------------|
| HgJ <sub>2</sub> α                              | s           |             | $17,41 + 0,00400 T$   | 273—403                   |
| HgJ <sub>2</sub> β                              | s           |             | 20,2                  | 403—523                   |
| HgJ <sub>2</sub>                                | l           |             | 25,0                  | 523—603                   |
| Hg <sub>2</sub> J <sub>2</sub>                  | s           | 25,3        | $22,8 + 0,00922 T$    | 273—563                   |
| HgS   | s           |             | $10,9 + 0,00365 T$    | 273—853                   |
| Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | s           | 31,55       | 31,0                  | 273—307                   |
| Hg(CN) <sub>2</sub>                             | s           |             | 25                    | 285—319                   |
| In  | g           | 6,015       |                       |                           |
| In  | s           | 6,55        |                       |                           |
| In  | l           |             | 7,04                  | 429—457                   |
| In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | s           | 22          |                       |                           |
| InH   | g           | 7,06        |                       |                           |
| InCl  | g           | 8,60        |                       |                           |
| InBr  | g           | 8,77        |                       |                           |
| InJ   | g           | 8,83        |                       |                           |
| In <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | s           | 67          |                       |                           |
| Ir  | g           | 4,968       |                       |                           |
| Ir  | s           | 5,9         | $5,50 + 0,00148 T$    | 273—1873                  |
| IrO <sub>2</sub>                                | s           | 13,7        | $9,18 + 0,0152 T$     | 290—1223                  |
| J   | g           | 4,9680      |                       |                           |
| J <sup>-</sup>                                  | aq          | -31,0       |                       |                           |
| J <sub>2</sub>                                  | g           | 8,81        | 9,00                  | 300—2000                  |
| J <sub>2</sub>                                  | s           | 13,14       |                       |                           |
| JO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                    | aq          | -19,0       |                       |                           |
| HJ  | g           | 6,97        | $6,93 + 0,00083 T$    | 273—2000                  |
| JCl   | g           | 8,46        |                       |                           |
| JBr   | g           | 8,69        |                       |                           |
| K   | g           | 4,968       |                       |                           |
| K   | s           | 6,97        | $5,24 + 0,00555 T$    | 273—336                   |
| K   | l           | 7,7         |                       | 336—373                   |
| K <sub>2</sub>                                  | g           | 9,00        |                       | 300—2000                  |
| K <sub>2</sub> O                                | s           | 18,53       | 19,38                 | 292—373                   |
| KOH   | s           |             | 16,88                 | 292—373                   |
| KF  | s           | 11,73       | $11,266 + 0,003858 T$ |                           |
|   |             |             | $- 68800/T^2$         | 330—530                   |
| KHF <sub>2</sub>                                | s           | 18,37       |                       |                           |
| KCl   | g           | 8,66        |                       |                           |
| KCl   | s           | 12,31       | $10,93 + 0,00376 T$   | 273—1043                  |
| KClO <sub>3</sub>                               | s           | 23,96       | 25,7                  | 289—371                   |
| KClO <sub>4</sub>                               | s           | 26,33       |                       |                           |
| KBr   | s           | 12,85       | $11,49 + 0,00360 T$   | 273—543                   |
| KBrO <sub>3</sub>                               | s           | 25,07       |                       |                           |
| KJ  | s           | 13,16       |                       |                           |
| KJO <sub>3</sub>                                | s           | 25,42       |                       |                           |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                  | s           | 31,1        | 33,1                  | 287—371                   |
| KNO <sub>3</sub>                                | s           | 23,01       | $6,42 + 0,0530 T$     | 273—401                   |
|   |             |             | 28,8                  | 401—611                   |
|   |             |             | 29,5                  | 611—683                   |
| KNO <sub>2</sub>                                | l           |             | 28,3                  | 290—320                   |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                 | s           |             | 30,29                 | 289—319                   |
| KH <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub>                | s           |             | 32                    | 289—319                   |
| K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                  | s           |             | 29,9                  | 296—372                   |
| K <sub>2</sub> SnCl <sub>6</sub>                | s           |             | 54,5                  | 292—323                   |
| K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>                | s           | 49,1        | 55                    | 286—319                   |
| K <sub>4</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>              | s           | 80,3        | 80,1                  | 273—319                   |

| Kaava  | Olo<br>tila | $c_p^\circ$ | $c_p$  | Lämpö-<br>tila-alue<br>°K |
|--|-------------|-------------|--|---------------------------|
| KMnO <sub>4</sub>  | s           | 28,5        | 28   | 287—318                   |
| K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                          | s           |             | 35,9   | 289—371                   |
| KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                       | s           | 46,12       |  |                           |
| KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12 H <sub>2</sub> O | s           | 155,6       | 176  | 292—322                   |
| La   | g           | 5,438       |  |                           |
| La   | s           | 6,6         | 5,91 + 0,00100 T   | 273—1099                  |
| La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                           | s           | 24,2        | 22,6 + 0,00544 T   | 273—2273                  |
| Li   | g           | 4,9680      |  |                           |
| Li   | s           | 5,65        | 0,68 + 0,0180 T  | 273—459                   |
| Li <sub>2</sub>  | g           | 8,52        |  |                           |
| Li <sub>2</sub> O  | s           | 12,93       | 14,939 + 0,00608 T<br>— 338000/T <sup>2</sup>  | 298—1050                  |
| LiH  | g           | 7,06        |  |                           |
| LiH  | s           | 8,3         |  |                           |
| LiOH   | s           | 11,85       | 11,988 + 0,00824 T—226700/T <sup>2</sup>   | 298—900                   |
| LiOH · H <sub>2</sub> O                                  | s           | 19,00       |  |                           |
| LiF  | s           | 10,04       | 13,55 + 0,00303 T<br>— 5,31 · 10 <sup>-6</sup> T <sup>2</sup> +<br>4,18 · 10 <sup>-9</sup> T <sup>3</sup> — $\frac{1216}{T}$ | 273—1121                  |
| LiF  | l           |             | 15,51  | 1121—1169                 |
| LiCl   | g           | 7,88        |  |                           |
| LiCl   | s           | 12,2        | 11,0 + 0,00339 T   | 273—887                   |
| LiCl · H <sub>2</sub> O                                  | s           | 23,4        | 23,6   | 279—360                   |
| LiBr   | g           | 8,12        |  |                           |
| LiBr   | s           | 12,4        | 11,5 + 0,00302 T   | 273—825                   |
| LiJ  | g           | 8,32        |  |                           |
| LiJ  | s           | 13,0        | 12,5 + 0,00208 T   | 273—723                   |
| LiNO <sub>3</sub>  | s           |             | 9,17 + 0,0360 T  | 273—523                   |
| LiNO <sub>3</sub>  | l           |             | 26,8   | 523—575                   |
| Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                          | s           | 23,28       |  |                           |
| Lu   | g           | 4,988       |  |                           |
| Mg   | g           | 4,9680      |  |                           |
| Mg   | s           | 5,71        | 6,20 + 0,00133 T — 67800/T <sup>2</sup>  | 273—923                   |
| Mg   | l           |             | 7,4  | 923—1048                  |
| MgO  | s           | 8,94        | 10,86 + 0,001197 T — 208700/T <sup>2</sup>   | 273—2073                  |
| MgO hienoj.  | s           | 9,03        |  |                           |
| MgH  | g           | 7,050       |  |                           |
| Mg(OH) <sub>2</sub>                                      | s           | 18,41       |  |                           |
| MgF  | g           | 7,82        |  |                           |
| MgF <sub>2</sub>   | s           | 14,72       |  |                           |
| MgCl <sub>2</sub>  | s           | 17,04       | 17,3 + 0,00377 T   | 273—991                   |
| MgCl <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O                     | s           | 27,48       |  |                           |
| MgCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O                    | s           | 38,02       |  |                           |
| MgCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O                    | s           | 57,70       |  |                           |
| MgCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O                    | s           | 75,46       | 77,1   | 292—342                   |
| MgSO <sub>4</sub>  | s           | 23,01       |  |                           |
| Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                        | s           | 33,94       |  |                           |
| MgCO <sub>3</sub>  | s           | 18,05       |  |                           |
| MgSiO <sub>3</sub>                                       | s           | 19,56       |  |                           |
| MgSiO <sub>3</sub> amfiboli                              | s           |             | 25,60 + 0,004380 T<br>— 674200/T <sup>2</sup>  | 273—1373                  |
| MgSiO <sub>3</sub> pyrokseeni                            | s           |             | 23,35 + 0,008062 T<br>— 558800/T <sup>2</sup>  | 273—773                   |

| Kaava                                 | Olo<br>tila | $c_p^\circ$ | $c_p$  | Lämpö-<br>tila-alue<br>°K |
|---------------------------------------|-------------|-------------|--|---------------------------|
| MgSiO <sub>3</sub>                    | gls         |             | 23,30 + 0,007734 T<br>— 542000/T <sup>2</sup>    | 273—973                   |
| Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>      | s           | 28,21       |  |                           |
| Mn                                    | g           | 4,9680      |  |                           |
| Mn α                                  | s           | 6,29        | 3,76 + 0,00747 T                                 | 273—1108                  |
| Mn β                                  | s           |             | 5,06 + 0,00395 T                                 | 1108—1317                 |
| Mn γ                                  | s           | 6,59        | 4,80 + 0,00422 T                                 | 1317—1493                 |
| Mn                                    | l           |             | 11,0   | 1493—1673                 |
| MnO                                   | s           | 10,27       | 7,43 + 0,01038 T<br>— 0,00000362 T <sup>2</sup>  | 273—1923                  |
| MnO <sub>2</sub>                      | s           | 12,91       | 1,92 + 0,0471 T<br>— 0,0000297 T <sup>2</sup>    | 273—773                   |
| Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>        | s           | 25,8        | 10,33 + 0,0530 T<br>— 0,0000257 T <sup>2</sup>   | 273—1173                  |
| Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>        | s           | 33,29       | 19,25 + 0,0538 T<br>0,0000209 T <sup>2</sup>     | 273—1773                  |
| MnF <sub>2</sub>                      | s           | 16,24       |  |                           |
| MnCl <sub>2</sub>                     | s           | 17,42       | 16,2 + 0,00520 T                                 | 273—923                   |
| MnS vihreä                            | s           | 11,94       | 10,21 + 0,00656 T<br>— 0,00000242 T <sup>2</sup> | 273—1883                  |
| MnSO <sub>4</sub>                     | s           | 23,94       | 27,5   | 293—373                   |
| MnSe                                  | s           | 12,20       |  |                           |
| Mn <sub>3</sub> C                     | s           | 22,34       |  |                           |
| MnCO <sub>3</sub>                     | s           | 19,48       | 7,79 + 0,0421 T<br>— 0,0000090 T <sup>2</sup>    | 273—773                   |
| MnSiO <sub>3</sub>                    | s           | 20,64       |  |                           |
| Mo                                    | g           | 4,9680      |  |                           |
| Mo                                    | s           | 5,61        | 5,69 + 0,00188 T<br>— 50300/T <sup>2</sup>       | 273—1773                  |
| MoO <sub>3</sub>                      | s           | 17,59       | 20,07 + 0,00590 T<br>— 368000/T <sup>2</sup>     | 298—1068                  |
| MoO <sub>3</sub>                      | l           |             | — 219,71 + 0,29558 T<br>— 0,00007 T <sup>2</sup> | 1068—1300                 |
| MoS <sub>2</sub>                      | s           | 15,17       |  |                           |
| N                                     | g           | 4,968       |  |                           |
| N <sub>2</sub>                        | g           | 6,960       | 6,50 + 0,00100 T                                 | 300—3000                  |
| NO                                    | g           | 7,137       | 7,922—0,00441 T<br>+ 0,0000063 T <sup>2</sup>    | 250—600                   |
| NO <sub>2</sub>                       | g           | 9,06        |  |                           |
| N <sub>2</sub> O                      | g           | 9,251       |  |                           |
| N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>         | g           | 18,90       |  |                           |
| NH <sub>3</sub>                       | g           | 8,523       | 6,70 + 0,00630 T                                 | 300—800                   |
| HN <sub>3</sub>                       | g           | 10,02       |  |                           |
| HNO <sub>3</sub>                      | l           | 26,26       |  |                           |
| HNO <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O   | l           | 43,60       |  |                           |
| HNO <sub>3</sub> · 3 H <sub>2</sub> O | l           | 77,71       |  |                           |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>       | l           |             | 31,8   | 273—293                   |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>       | s           |             | 38,5   | 443—623                   |
| NH <sub>4</sub> Cl α                  | s           | 20,1        | 9,80 + 0,0368 T                                  | 273—457                   |
| NH <sub>4</sub> Cl β                  | s           |             | 5,0 + 0,0340 T                                   | 457—523                   |
| NOBr                                  | g           |             | 5,07 + 0,0163 T<br>— 0,00000129 T <sup>2</sup>   | 250—600                   |
| NH <sub>4</sub> Br                    | s           |             | 22,8   | 274—328                   |
| NH <sub>4</sub> J                     | s           |             | 17,8   | 273—328                   |

| Kaava  | Olo<br>tila | $c_p^\circ$ | $c_p$   | Lämpö-<br>tila-alue-<br>°K |
|--|-------------|-------------|---|----------------------------|
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>      | s           | 44,81       |   |                            |
| Na   | g           | 4,9680      |   |                            |
| Na   | s           | 6,79        | 5,01 + 0,00536 T                                | 273—371                    |
| Na   | l           |             | 7,50  | 371—451                    |
| Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                       | s           | 17,24       |   |                            |
| Na <sub>2</sub> O                                    | s           | 16,3        | 17,13   | 292—373                    |
| Na <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                       | s           | 21,35       | 21,46   | 292—373                    |
| NaH  | g           | 7,002       |   |                            |
| NaOH α   | s           | 14,21       | 17,167 — 0,0266 T<br>+ 0,0000564 T <sup>2</sup> | 273—566                    |
| NaOH β   | s           |             | 20,55   | 566—592                    |
| NaOH   | l           |             | 20,70 — 0,0014 T                                | 592—973                    |
| NaF  | s           | 11,0        | 10,4 + 0,00289 T                                | 273—1261                   |
| NaCl   | s           | 11,88       | 10,79 + 0,00420 T                               | 273—1073                   |
| NaCl   | l           |             | 15,9  | 1073—1205                  |
| NaClO <sub>3</sub>                                   | s           |             | 9,48 + 0,0468 T                                 | 273—528                    |
| NaClO <sub>3</sub>                                   | l           |             | 31,8  | 528—572                    |
| NaClO <sub>4</sub>                                   | s           | 24,1        |   |                            |
| NaBr   | s           | 12,5        | 11,74 + 0,00233 T                               | 273—543                    |
| NaJ  | s           | 13,0        | 12,5 + 0,00162 T                                | 273—936                    |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>                      | s           | 28,7        |   |                            |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                      | s           | 30,50       | 32,8  | 289—371                    |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10H <sub>2</sub> O | s           | 140,4       |   |                            |
| NaNO <sub>2</sub>                                    | s           | 22,24       | 4,56 + 0,0580 T                                 | 273—583                    |
| NaNO <sub>3</sub>                                    | l           |             | 37,2  | 583—703                    |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                      | s           | 26,41       | 13,98 + 0,0544 T<br>— 0,00003125 T <sup>2</sup> | 300—500                    |
| Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>        | s           | 34          |   |                            |
| NaHCO <sub>3</sub>                                   | s           | 20,94       |   |                            |
| Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>                     | s           | 26,72       |   |                            |
| NaBH <sub>4</sub>                                    | s           | 20,7        |   |                            |
| Nd   | s           | 7,2         |   |                            |
| Ni   | g           | 5,5986      |   |                            |
| Ni α   | s           | 6,21        | 4,26 + 0,00640 T                                | 273—626                    |
| Ni β   | s           |             | 6,99 + 0,000905 T                               | 626—1725                   |
| Ni   | l           |             | 8,55  | 1725—1903                  |
| NiO  | s           | 10,60       | 0,4257 + 0,0284 T<br>+ 146000/T <sup>2</sup>    | 273—523                    |
| NiO  | s           | 12,91       |   | >523                       |
| NiF <sub>2</sub>                                     | s           |             | (250°K, 14,16) (300°K 15,36)                    |                            |
| NiCl <sub>2</sub>                                    | s           | 18,6        |   |                            |
| NiS  | s           |             | 9,25 + 0,00640 T                                | 273—597                    |
| NiSO <sub>4</sub>                                    | s           | 33,4        |   |                            |
| NiSO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O                | s           | 82          |   |                            |
| O  | g           | 5,2364      |   |                            |
| O <sub>2</sub>                                       | g           | 7,017       | 8,27 + 0,000258 T<br>— 187700/T <sup>2</sup>    | 300—5000                   |
| O <sub>3</sub>                                       | g           | 9,12        |   |                            |
| Os   | g           | 4,968       |   |                            |
| Os   | s           | 5,9         | 5,686 + 0,000875 T                              | 273—1877                   |
| P  | g           | 4,9680      |   |                            |
| P valkoinen  | s           | 5,55        |   |                            |
| P punainen   | s           |             | 0,21 + 0,0180 T                                 | 273—473                    |
| P  | l           |             | 6,6   | 317—373                    |

| Kaava   | Olo<br>tila | $c_p^\circ$ | $c_p$   | Lämpö-<br>tila-alue<br>°K |
|---|-------------|-------------|---|---------------------------|
| P <sub>2</sub>                                  | g           | 7,63        |   |                           |
| P <sub>4</sub>                                  | g           | 16,0        |   |                           |
| PCl <sub>3</sub>                                | l           |             | 28,7  | 284—371                   |
| PN  | g           | 7,097       |   |                           |
| NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>  | s           | 34,0        |   |                           |
| Pb  | g           | 4,968       |   |                           |
| Pb  | s           | 6,41        | 5,77 + 0,00202 T                                  | 273—600                   |
| Pb  | l           |             | 7,3608 + 0,000739 T                               | 600—1200                  |
| PbO keltainen                                   | s           | 11,60       | 10,33 + 0,00318 T                                 | 273—544                   |
| PbO <sub>2</sub>                                | s           | 15,4        | 12,7 + 0,00780 T                                  | 273—                      |
| Pb <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                  | s           | 35,14       |   |                           |
| PbF <sub>2</sub>                                | s           |             | 16,5 + 0,00412 T                                  | 273—1091                  |
| PbCl <sub>2</sub>                               | s           | 18,4        | 15,88 + 0,00835 T                                 | 273—771                   |
| PbCl <sub>2</sub>                               | l           |             | 27,2  | 771—851                   |
| PbBr <sub>2</sub>                               | s           | 19,15       | 18,13 + 0,00310 T                                 | 273—761                   |
| PbBr <sub>2</sub>                               | l           |             | 27,4  | 761—860                   |
| PbJ <sub>2</sub>                                | s           |             | 18,66 + 0,00293 T                                 | 273—648                   |
| PbJ <sub>2</sub>                                | l           |             | 32,3  | 648—776                   |
| PbS   | s           | 11,83       | 10,63 + 0,00401 T                                 | 273—873                   |
| PbSO <sub>4</sub>                               | s           | 24,9        | 26,4  | 293—372                   |
| PbS <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                 | s           |             | 29  | 293—373                   |
| Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | s           |             | 36,4  | 286—320                   |
| Pb <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> | s           | 61,2        |   |                           |
| PbCO <sub>2</sub>                               | s           | 20,9        |   |                           |
| PbO · PbCO <sub>2</sub>                         | s           | 32,2        |   |                           |
| Pd  | g           | 4,968       |   |                           |
| Pd  | s           | 6,3         | 5,88 + 0,00127 T<br>+ 0,0000000275 T <sup>2</sup> | 273—1773                  |
| PdO   | s           | 7,5         | 3,31 + 0,0142 T                                   | 291—823                   |
| Pr  | s           | 6,8         |   |                           |
| Pt  | g           | 6,108       |   |                           |
| Pt  | s           | 6,35        | 5,92 + 0,00116 T                                  | 273—1873                  |
| Ra  | g           | 4,968       |   |                           |
| Rb  | g           | 4,968       |   |                           |
| Rb  | s           | 7,27        | 3,27 + 0,0131 T                                   | 273—312                   |
| Rb  | l           |             | 7,85  | 312—373                   |
| RbF   | s           | 12,2        | 11,3 + 0,00256 T                                  | 273—1048                  |
| RbCl  | s           | 12,3        | 11,5 + 0,00249 T                                  | 273—987                   |
| RbClO <sub>4</sub>                              | s           | 24,66       |   |                           |
| RbBr  | s           | 12,68       | 11,6 + 0,00255 T                                  | 273—954                   |
| RbJ   | s           | 12,50       | 11,6 + 0,00263 T                                  | 273—913                   |
| Rb <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                 | s           | 28,4        |   |                           |
| Re  | g           | 4,968       |   |                           |
| Re  | s           | 6,1         | 5,729 + 0,0012342 T                               | 273—1473                  |
| Rh  | g           | 5,001       |   |                           |
| Rh  | s           | 6,1         | 5,40 + 0,00219 T                                  | 273—1877                  |
| RhO   | s           | 11,5        | 9,84 + 0,00553 T                                  | 293—1023                  |
| Rh <sub>2</sub> O                               | s           | 17,5        | 15,59 + 0,00647 T                                 | 292—973                   |
| Rh <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | s           | 24,9        | 20,74 + 0,0138 T                                  | 291—973                   |
| RhCl <sub>3</sub>                               | s           |             | 12,07 + 0,0171 T                                  | 291—973                   |
| Ru  | s           | 5,6         |   |                           |
| S   | g           | 5,66        |   |                           |
| S romb.   | s           | 5,40        | 3,63 + 0,00640 T                                  | 273—368                   |
| S monokl.                                       | s           | 5,65        | 4,38 + 0,00440 T                                  | 368—392                   |

| Kaava                          | Olo<br>tila | $c_p^\circ$ | $c_p$   | Lämpö-<br>tila-alue<br>°K |
|--------------------------------|-------------|-------------|---|---------------------------|
| SO <sub>2</sub>                | g           | 9,51        | 7,70 + 0,00530 T<br>— 0,00000083 T <sup>2</sup>     | 300—2500                  |
| SO <sub>3</sub>                | g           | 12,10       |   |                           |
| SO <sub>4</sub>                | aq          | 4,0         |   |                           |
| H <sub>2</sub> S               | g           | 8,12        | 7,20 + 0,00360 T                                    | 300—600                   |
| S <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> | l           | 30,         |   |                           |
| Sb                             | g           | 4,968       |   |                           |
| Sb                             | s           | 6,08        | 5,51 + 0,00178 T                                    | 273—903                   |
| Sb                             | l           |             | 7,15  | 903—1273                  |
| Sb <sub>2</sub>                | g           | 8,684       |   |                           |
| Sb <sub>2</sub> O <sub>4</sub> | s           | 27,4        | 22,6 + 0,0162 T                                     | 273—1198                  |
| Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | s           | 28,1        |   |                           |
| Sb <sub>2</sub> O <sub>6</sub> | s           | 48,46       | 38,2 + 0,0342 T                                     | 273—929                   |
| SbCl <sub>3</sub>              | g           | 18,5        |   |                           |
| SbCl <sub>3</sub>              | s           |             | 10,3 + 0,0511 T                                     | 273—346                   |
| SbBr <sub>3</sub>              | s           |             | 17,2 + 0,0293 T                                     | 273—370                   |
| SbJ <sub>3</sub>               | s           |             | (290°K, 34) (345°K, 47)<br>(411°K, 73) (438°K, 122) |                           |
| Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> | s           |             | 24,2 + 0,0132 T                                     | 273—821                   |
| Se                             | g           | 4,968       |   |                           |
| Se heksag.                     | g           | 5,95        | 4,53 + 0,00550 T                                    | 273—490                   |
| Se                             | l           |             | 8,35  | 490—570                   |
| Se <sub>2</sub>                | g           | 8,445       |   |                           |
| Si                             | g           | 5,318       |   |                           |
| Si                             | s           | 4,75        | 5,74 + 0,000617 T<br>— 1 01000/T <sup>2</sup>       | 273—1174                  |
| SiO                            | g           | 7,14        |   |                           |
| SiO <sub>2</sub> kvartsi α     | s           | 10,62       | 10,87 + 0,008712 T<br>— 241200/T <sup>2</sup>       | 273—848                   |
| Si <sub>2</sub> O kvartsi β    | s           |             | 10,95 + 0,00550 T                                   | 848—1873                  |
| Si <sub>2</sub> O kristobal. α | s           | 10,56       | 3,65 + 0,0240 T                                     | 273—523                   |
| Si <sub>2</sub> O kristobal. β | s           |             | 17,09 + 0,000454 T<br>— 897200/T <sup>2</sup>       | 523—1973                  |
| SiO <sub>2</sub> tridymiitti   | s           | 10,66       |   |                           |
| SiO <sub>2</sub>               | gls         | 10,60       | 12,80 + 0,00447 T<br>— 302000/T <sup>2</sup>        | 273—1973                  |
| SiH <sub>4</sub>               | g           | 10,24       |   |                           |
| SiF <sub>4</sub>               | g           | 18,2        |   |                           |
| SiCl <sub>4</sub>              | g           | 21,7        |   |                           |
| SiCl <sub>4</sub>              | l           | 34,7        |   |                           |
| SiC                            | s           | 6,37        | 8,89 + 0,00291 T<br>— 284000/T <sup>2</sup>         | 273—1629                  |
| Sm                             | s           | 7,254       |   |                           |
| Sn                             | g           | 5,081       |   |                           |
| Sn valkoinen                   | s           | 6,30        | 5,05 + 0,00480 T                                    | 273—504                   |
| Sn harmaa                      | s           | 6,16        |   |                           |
| Sn                             | l           |             | 6,6   | 504—1273                  |
| SnO                            | s           | 10,6        | 9,40 + 0,00362 T                                    | 273—1273                  |
| SnO <sub>2</sub>               | s           | 12,57       | 13,94 + 0,00565 T<br>— 252000/T <sup>2</sup>        | 273—1373                  |
| SnCl <sub>2</sub>              | s           |             | 16,2 + 0,00926 T                                    | 273—520                   |
| SnCl <sub>4</sub>              | l           | 39,5        |   |                           |
| SnS                            | s           |             | 12,1 + 0,00165 T                                    | 273—1153                  |
| Sr                             | g           | 4,9680      |   |                           |

| Kaava  | Olo<br>tila | $c_p^\circ$ | $c_p$   | Lämpö-<br>tila-alue<br>°K |
|--|-------------|-------------|---|---------------------------|
| Sr   | s           | 6,0         |   |                           |
| SrO  | s           | 10,76       |   |                           |
| SrH  | g           | 7,179       |   |                           |
| SrCl <sub>2</sub>  | s           | 18,9        | 18,2 + 0,00244 T  | 273—1143                  |
| SrBr <sub>2</sub>  | s           | 19,0        | 18,1 + 0,00311 T  | 273—923                   |
| SrJ <sub>2</sub>   | s           | 19,5        | 18,6 + 0,00304 T  | 273—783                   |
| SrSO <sub>4</sub>  | s           |             | 26,2  | 293—360                   |
| Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                  | s           | 38,3        |   |                           |
| SrCO <sub>3</sub>  | s           | 19,46       | 21,8  | 281—371                   |
| Ta   | g           | 5,0054      |   |                           |
| Ta   | s           | 6,05        | 5,91 + 0,00099 T  | 273—1173                  |
| Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                                     | s           | 32,30       |   |                           |
| Te   | g           | 4,968       |   |                           |
| Te   | s           | 6,15        | 5,19 + 0,00250 T  | 273—600                   |
| Te <sub>2</sub>  | g           | 8,72        |   |                           |
| TeO <sub>2</sub>   | s           | 15,89       |   |                           |
| Th   | s           | 7,70        | 7,91 + 1,48 · 10 <sup>-4</sup> T<br>+ 0,14 · 10 <sup>-6</sup> T <sup>2</sup> + 1,05 · 10 <sup>-9</sup> T <sup>3</sup> | 273—1473                  |
| ThO <sub>2</sub>   | s           | 20,38       |   |                           |
| Ti   | g           | 5,8385      |   |                           |
| Ti   | s           | 6,010       |   |                           |
| TiO <sub>2</sub> rutiili   | s           | 13,16       | 11,81 + 0,00754 T<br>— 41900/T <sup>2</sup>   | 273—713                   |
| TiCl <sub>4</sub>  | l           | 37,5        |   |                           |
| TiN  | s           | 8,86        |   |                           |
| TiC  | s           | 8,04        |   |                           |
| FeTiO <sub>3</sub>   | s           | 23,78       |   |                           |
| Tl   | g           | 4,968       |   |                           |
| Tl α   | s           | 6,35        | 5,32 + 0,00385 T  | 273—500                   |
| Tl β   | s           |             | 8,12  | 500—576                   |
| Tl   | l           |             | 7,12  | 576—773                   |
| Tl   | g           | 8,66        |   |                           |
| TlCl   | s           |             | 12,56 + 0,00088 T   | 273—700                   |
| TlCl   | l           |             | 14,2  | 700—803                   |
| TlBr   | g           | 8,81        |   |                           |
| TlBr   | s           |             | 12,53 + 0,00100 T   | 273—733                   |
| TlBr   | l           |             | 16,0  | 733—800                   |
| TlJ  | g           | 8,86        |   |                           |
| U  | s           | 6,57        | 6,64  | 273—372                   |
| UF <sub>4</sub>  | s           | 28,12       |   |                           |
| V  | g           | 6,2166      |   |                           |
| V  | s           | 5,85        | 5,57 + 0,00097 T  | 273—1993                  |
| V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                      | s           | 24,83       |   |                           |
| V <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                                      | s           | 28,30       |   |                           |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                                      | s           | 31,00       |   |                           |
| VCl <sub>2</sub>   | s           | 17,26       |   |                           |
| VCl <sub>3</sub>   | s           | 22,27       |   |                           |
| VN   | s           | 9,08        |   |                           |
| NH <sub>4</sub> VO <sub>3</sub>                                    | s           | 30,91       |   |                           |
| W  | g           | 5,0903      |   |                           |
| W  | s           | 5,97        | 5,65 + 0,000866 T   | 273—2073                  |
| WO <sub>3</sub>  | s           | 19,48       | 16,0 + 0,00774 T  | 273—1550                  |
| Y <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 8H <sub>2</sub> O | s           | 138         |   |                           |
| Zn   | g           | 4,968       |   |                           |

| Kaava                                 | Olo tila | $c_p^\circ$ | $c_p$                                 | Lämpötila-alue °K |
|---------------------------------------|----------|-------------|---------------------------------------|-------------------|
| Zn                                    | s        | 5,99        | $5,25 + 0,00270 T$                    | 2—73692           |
| Zn                                    | l        |             | $7,59 + 0,00055 T$                    | 692—1122          |
| ZnO                                   | s        | 9,62        | $11,40 + 0,00145 T$<br>$- 182400/T^2$ | 273—1573          |
| ZnH                                   | g        | 7,71        |                                       |                   |
| Zn(OH) <sub>2</sub>                   | s        | 17,3        |                                       |                   |
| ZnCl                                  | g        | 8,45        |                                       |                   |
| ZnCl <sub>2</sub>                     | s        | 18,3        | $15,9 + 0,00800 T$                    | 273—638           |
| ZnJ                                   | g        | 8,76        |                                       |                   |
| ZnS sfaleriitti                       | s        | 10,8        | $12,81 + 0,00095 T$<br>$- 194000/T^2$ | 273—1173          |
| ZnSO <sub>4</sub>                     | s        | 28          |                                       |                   |
| ZnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O  | s        | 34,7        |                                       |                   |
| ZnSO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O | s        | 80,8        |                                       |                   |
| ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O | s        | 93,7        |                                       |                   |
| Zr                                    | g        | 6,3624      |                                       |                   |
| Zr                                    | s        | 6,012       |                                       |                   |
| ZrO <sub>2</sub>                      | s        |             | $11,62 + 0,01046 T$<br>$- 177700/T^2$ | 273—1673          |
| Zr(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>     | s        | 26,7        |                                       |                   |

Orgaaniset yhdisteet

| Kaava                           | Nimi                         | Olo tila | $c_p^\circ$ | $c_p$             | Lämpötila-alue °K |
|---------------------------------|------------------------------|----------|-------------|-------------------|-------------------|
| CH <sub>4</sub>                 | metaani                      | g        | 8,536       | $5,34 + 0,0115 T$ | 273—1200          |
| CH <sub>2</sub> O               | formaldehydi                 | g        | 8,45        |                   |                   |
| CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>  | muurahaishappo               | g        |             |                   |                   |
| CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>  | »                            | l        | 23,67       | 24,11             | 273—373           |
| CH <sub>4</sub> O               | metanoli                     | l        |             | 5,83              | 313—383           |
| CH <sub>4</sub> O               | »                            | l        | 19,5        | 18,9              | 278—283           |
|                                 |                              |          |             | 19,3              | 288—293           |
| CF <sub>4</sub>                 | tetrafluormetaani            | g        |             | 14,73 (19,43)     | 300 (500)         |
| CCl <sub>4</sub>                | tetraklormetaani             | g        | 19,96       | $14,0 + 0,0233 T$ | 293—553           |
| CCl <sub>4</sub>                | »                            | g        | 31,49       |                   |                   |
| COCl <sub>2</sub>               | karbonylkloridi,<br>fosgeeni | g        | 14,51       |                   |                   |
| CH <sub>3</sub> Cl              | metyylkloridi                | g        | 9,75        |                   |                   |
| CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> | diklormetaani                | g        | 12,28       |                   |                   |
| CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> | »                            | l        | 23,9        | 24,46             | 288—313           |
| CHCl <sub>3</sub>               | kloroformi                   | g        | 15,73       |                   |                   |
| CHCl <sub>3</sub>               | »                            | l        | 27,8        |                   |                   |
| CBr <sub>4</sub>                | tetrabrommetaani             | g        | 21,84       |                   |                   |
| CH <sub>3</sub> Br              | metylbromidi                 | g        | 10,18       |                   |                   |
| CH <sub>2</sub> Br <sub>2</sub> | dibrommetaani                | g        | 13,15       |                   |                   |
| CHBr <sub>3</sub>               | tribrommetaani               | g        | 17,08       |                   |                   |
| CHBr <sub>3</sub>               | »                            | l        | 32,5        |                   |                   |
| CH <sub>3</sub> J               | metyljodidi                  | g        | 10,55       |                   |                   |
| CS <sub>2</sub>                 | riikkihiili                  | g        | 10,91       |                   |                   |
| CS <sub>2</sub>                 | »                            | l        | 18,1        |                   |                   |

| Kaava   | Nimi                                | Olo tila | $c_p^\circ$ | $c_p$                                      | Lämpötila-alue °K   |
|---|-------------------------------------|----------|-------------|--|---------------------|
| COS   | hiilioksisulfidi                    | g        | 9,92        |  |                     |
| CH <sub>4</sub> S                               | metylmerkaptani                     | g        | 12,1        |  |                     |
| CH <sub>5</sub> N                               | metylamini                          | g        | 12,9        |  |                     |
| CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>                 | nitrometaani                        | l        | 25,3        |  |                     |
| CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>   | virtsa-aine                         | s        | 22,26       |  |                     |
| CNCl  | syankloridi                         | g        | 10,70       |  |                     |
| CH <sub>5</sub> NCl                             | metylammoniumkloridi                | s        | 21,75       |  |                     |
| CNJ   | syanjodidi                          | g        | 11,54       |  |                     |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>                   | asetyleeni                          | g        | 10,499      |  |                     |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>                   | etyleeni                            | g        | 10,41       | 11,04                                      | 340                 |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>                   | etaani                              | g        | 12,585      | 13,40                                      | 338                 |
| C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>    | oksaalihappo                        | s        | 26          | $4,64 + 0,0684 T$                          | 73—323              |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O                 | asetaldehydi                        | g        | 13,06       | 15,76 (18,27)                              | 400 (500)           |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O                 | etylenoksidi                        | g        | 11,5        |  |                     |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>    | etikahappo                          | l        | 29,5        | 31,3                                       | 289—368             |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O                 | etanoli                             | g        |             | 13,38                                      | 313—383             |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O                 | »                                   | l        |             | 31,3                                       | 273—371             |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O                 | dimetyleetteri                      | g        | 15,76       |  |                     |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>    | etylenglykoli                       | l        |             | 33,6 (35,6)                                | 273 (293)           |
| C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl                | etyylkloridi                        | g        | 15          | 18,56                                      | 400                 |
| C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl                | »                                   | l        |             | 27,5                                       | 245—277             |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>   | etylenkloridi                       | g        | 18,5        | 21,84                                      | 400                 |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>   | »                                   | l        | 30,83       | 31,0                                       | 323                 |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>2</sub>   | etylenbromidi                       | l        | 32,51       | 34,2                                       | 281—368             |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S                 | dimetyylsulfidi                     | l        | 28,23       |  |                     |
| C <sub>2</sub> N <sub>2</sub>                   | disyaani                            | g        | 13,60       |  |                     |
| C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N                 | asetonitrili                        | g        | 12,48       | $4,756 + 0,028544 T$<br>$- 0,00009776 T^2$ | 300—1000<br>294—349 |
| C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N                 | asetonitrili                        | l        |             | 22,2                                       |                     |
| C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N                 | metyl-isosyanidi                    | g        | 12,76       |  |                     |
| C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>   | glykokolli (glysiini)               | s        | 24,0        |  |                     |
| C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>3</sub> S | 2-aminoetansulfoni-<br>happo        | s        | 33,6        |  |                     |
| C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>                   | propyyini                           | g        | 14,50       |  |                     |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>                   | propeeni                            | g        | 15,27       |  |                     |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>                   | aropaani                            | g        | 17,57       |  |                     |
| C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O                 | psetoni                             | l        |             | 29,8                                       | 276—296             |
|   |                                     |          |             | 31,2                                       | 297—322             |
|   |                                     |          |             | 53,0                                       | 288—323             |
| C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>    | glyseroli                           | l        |             |  |                     |
| C <sub>4</sub> H <sub>4</sub>                   | 1-butyyni                           | g        | 19,46       |  |                     |
| C <sub>4</sub> H <sub>4</sub>                   | 2-butyyni                           | g        | 18,65       |  |                     |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>                   | 1-buteeni                           | g        | 21,35       |  |                     |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>                   | cis-2-buteeni                       | g        | 18,86       |  |                     |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>                   | trans-2-buteeni                     | g        | 20,99       |  |                     |
| C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>                   | 2-metyl-2-propeeni,<br>isobutyleeni | g        | 21,30       |  |                     |
| C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>                  | n-butaani                           | g        | 23,61       |  |                     |
| C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>                  | 2-metylpropaani,<br>isobutaani      | g        | 23,41       |  |                     |
| C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O                 | metyletylketoni                     | l        |             | 39,6                                       | 293—351             |
| C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>    | etylasetaatti                       | l        |             | 40,4                                       | 293                 |
| C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O                | n-butanoli                          | l        |             | 50,9                                       | 294—388             |
| C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O                | dietyleetteri                       | l        |             | 38,6 (40,4)                                | 273 (303)           |

| Kaava  | Nimi                  | Olo<br>tila | $c_p^\circ$ | $c_p$           | Lämpö-<br>tila-alue<br>°K |
|--|-----------------------|-------------|-------------|-----------------|---------------------------|
| C <sub>5</sub> H <sub>6</sub>                | 1-pentyyni            | g           | 25,50       |                 |                           |
| C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>               | 1-penteeni            | g           | 27,39       |                 |                           |
| C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>               | n-pentaani            | g           | 29,30       |                 |                           |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>                | bentseeni             | g           | 19,52       |                 |                           |
| C <sub>6</sub> H <sub>8</sub>                | »                     | l           |             | 32,7            | 279—333                   |
| C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>               | 1-heksyyni            | g           | 31,19       |                 |                           |
| C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>               | 1-hekseeni            | g           | 33,08       |                 |                           |
| C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>               | n-heksaani            | g           | 35,06       |                 |                           |
| C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>               | »                     | l           |             | 45,4            | 273—323                   |
| C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N              | aniliini              | l           |             | 51,7            | 293—373                   |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>                | tolueeni              | g           | 24,80       | 47,6            | 281—355                   |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>                | »                     | l           |             | 40,5            | 285—372                   |
| C <sub>7</sub> H <sub>12</sub>               | 1-heptyyni            | g           | 36,95       |                 |                           |
| C <sub>7</sub> H <sub>14</sub>               | 1-hepteeni            | g           | 38,84       |                 |                           |
| C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>               | n-heptaani            | g           | 40,82       |                 |                           |
| C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>               | »                     | l           |             | 50,7            | 273—323                   |
| C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> | bentsöehappo          | s           |             | 18,38 + 0,061 T | 293—395                   |
| C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>               | etyl bentseeni        | g           | 30,69       |                 |                           |
| C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>               | »                     | l           |             | 41,58 (43,17)   | 273 (303)                 |
| C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>               | m-ksyleeni            | l           |             | 42,43           | 282—313                   |
| C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>               | p-ksyleeni            | l           |             | 42,11 (45,40)   | 303 (314)                 |
| C <sub>8</sub> H <sub>14</sub>               | 1-oktyyni             | g           | 42,71       |                 |                           |
| C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>               | 1-okteeni             | g           | 44,60       |                 |                           |
| C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>               | n-oktaani             | g           | 46,58       |                 |                           |
| C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>               | »                     | l           |             | 57,64           | 273—323                   |
| C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>               | »                     | l           |             | 65,97           | 293—396                   |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>               | n-propylbentseeni     | g           | 36,73       |                 |                           |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>               | »                     | l           |             | 48,0            | 273                       |
| C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>               | kumeeni               | g           | 36,26       |                 |                           |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>               | pseudokumeeni         | g           | 37,10       |                 |                           |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>               | »                     | l           |             | 49,7            | 293                       |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>               | mesityleeni           | g           | 35,91       |                 |                           |
| C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>               | »                     | l           |             | 47,2            | 273                       |
| C <sub>9</sub> H <sub>16</sub>               | 1-nonyyni             | g           | 48,47       |                 |                           |
| C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>               | 1-noneeni             | g           | 50,36       |                 |                           |
| C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>               | n-nonaani             | g           | 52,34       |                 |                           |
| C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>               | »                     | l           |             | 64,5            | 273—323                   |
| C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>              | n-butylbentseeni      | g           | 42,42       |                 |                           |
| C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>              | 1-dekyyni             | g           | 54,23       |                 |                           |
| C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>              | 1-dekeeni             | g           | 56,12       |                 |                           |
| C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>              | n-dekaani             | g           | 58,10       |                 |                           |
| C <sub>11</sub> H <sub>16</sub>              | n-amylbentseeni       | g           | 48,18       |                 |                           |
| C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>              | n-undekaani           | g           | 63,86       |                 |                           |
| C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>              | »                     | l           |             | 78,25           | 273—323                   |
| C <sub>12</sub> H <sub>18</sub>              | n-heksylbentseeni     | g           | 53,94       |                 |                           |
| C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>              | n-dodekaani           | g           | 69,62       |                 |                           |
| C <sub>13</sub> H <sub>20</sub>              | n-heptylbentseeni     | g           | 59,70       |                 |                           |
| C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>              | n-tridekaani          | g           | 75,78       |                 |                           |
| C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>              | »                     | l           |             | 91,9            | 273—323                   |
| C <sub>14</sub> H <sub>22</sub>              | n-oktylbentseeni      | g           | 65,46       |                 |                           |
| C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>              | n-tetradekaani        | g           | 81,14       |                 |                           |
| C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>              | »                     | l           |             | 98,5            | 273—323                   |
| C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>              | n-nonylbentseeni      | g           | 71,22       |                 |                           |
| C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>              | n-pentadekaani        | g           | 86,90       |                 |                           |
| C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>              | »                     | l           |             | 105,5           | 273—323                   |
| C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>              | n-eikosaani           | g           | 115,70      |                 |                           |
| C <sub>22</sub> H <sub>38</sub>              | n-heksadekylbentseeni | g           | 111,54      |                 |                           |

### Berättelse över Kemiska Sällskapets i Åbo verksamhet under år 1957

Under sitt trettioåttonde verksamhetsår har Kemiska Sällskapet i Åbo sammanträtt till fem ordinarie möten. Av dessa höllos två i Åbo Akademis Auditorium V, ett i Auditorium I samt de två övriga i Pargas och Nådendal i samband med excursion. I Pargas besöktes Pargas Kalk AB:s och i Nådendal Oy Neste AB:s anläggningar. Mötena besöktes under år 1957 i medeltal av 24 medlemmar. Kemistuderandena vid Åbo Akademi och medlemmarna av Turun Kemistikerho har såsom tidigare inbjudits till Sällskapets möten. Mötet den 29. 3. anordnades tillsammans med Åbo Läkarförening.

Vid Sällskapets möten har följande föredrag hållits:

Professor L. G. Sillén: »Vad händer med positiva joner i vattenlösning?»  
Dr. Andreas Maehly: »Några experiment över bindningen mellan hämin och protein».

Dr. George Ludwig: »Breakdown of Hämin to CO and Bile Pigment; Biochemical and clinical Aspects».

Professor Anders Ringbom, tekn.dr. Bengt Forss och dipl.ing. Eric Rotkirch: »Isotopers användning i tekniken».

Dipl.ing. Claus Henrichs: »Oy Neste Ab:s anläggningar.»

Dr. Rudolf Pribil: »Some Recent Developments in Complexometry.»

Under verksamhetsåret har fyra nya medlemmar invalts. Medlemsantalet utgör vid årets slut 107, varav tre är hedersledamöter, 99 ordinarie och fem extra medlemmar. 47 medlemmar är bosatta å annan ort.

Förvaltningen har under det gångna året handhaft av följande medlemmar:

Professor Anders Ringbom, ordförande

Diplomingenjör Tor Lundsten, viceordförande

Teknologie doktor Bengt Forss, medlem av styrelsen

Filosofie doktor Lars Sjöblom, medlem av styrelsen och klubbhövding

Diplomingenjör Erkki Wänninen, sekreterare

Docent Henrik H. Bruun, kassör

Filosofie doktor Ingvar Danielsson, revisor

Diplomingenjör Lars Bergfors, revisor

Filosofie magister Krister Fontell, revisorssuppleant.

Åbo den 10 januari 1958.

Erkki Wänninen

Protokoll fört vid Kemiska Sällskapets i Åbo årsmöte onsdagen

den 11 december 1957 kl. 19.30 i Åbo Akademis Auditorium V.

Förhandlingarna leddes av Sällskapets ordförande, professor

Anders Ringbom. Närvarande 18 medlemmar samt studerande

vid Åbo Akademi.

§ 1. Ordföranden öppnade mötet och hälsade de närvarande välkomna och riktade sig speciellt till kvällens föredragshållare, doktor Rudolf Pribil (Praha).

§ 2. Protokoll för mötet den 12 november upplästes och förklarades justerat.

§ 3. Vid förrättat val av styrelse för nästa verksamhetsår erhöi denna följande sammansättning:

ordförande: diplomingenjör Tor Lundsten

viceordförande: docent Henrik H. Bruun

medlemmar av styrelsen: professor Anders Ringbom och filosofie doktor Lars Sjöblom (klubbhövding).

sekreterare: diplomingenjör Erkki Wänninen.

§ 4. Till kassör utsågs för år 1958 filosofie magister Lars-Olav Sundman och till revisorer filosofie doktor Ingvar Danielsson och diplomingenjör Lars Bergfors, med filosofie magister Krister Fontell som suppleant

- § 5. Medlemsavgiften för år 1958 fastställdes till 250 mk.  
§ 6. Dr. Rudolf Pribil höll ett föredrag över ämnet: »Some Recent Developments in Complexometry». I anledning av föredraget uttalade sig ordföranden.  
§ 7. Ordföranden tackade föredragshållaren för det intressanta föredraget.

*Erkki Wänninen*

Protokoll fört vid Kemiska Sällskapet i Åbo möte onsdagen den 16 april 1958 kl. 19.30 i Åbo Akademis Auditorium V. Förhandlingarna leddes av Sällskapetets ordförande diplomingenjör Tor Lundsten. Närvarande 20 medlemmar samt studerande vid Åbo Akademi.

- § 1. Ordföranden öppnade mötet och hälsade de närvarande välkomna och riktade sig speciellt till kvällens föredragshållare, doktor Axel Johansson från Stockholms Tekniska Högskola.  
§ 2. Protokollet för mötet den 11 december 1957 upplästes och förklarades justerat.  
§ 3. Sekreteraren uppläste årsberättelsen för år 1957.  
§ 4. Den avgående kassören redogjorde för kassaställningen och revisionsberättelsen föredrogs. Den förra styrelsen och kassören beviljades ansvarsfrihet.  
§ 5. Doktor Axel Johansson höll ett föredrag med titeln: »Några moderna hjälpmedel vid kemisk analys». I anledning av föredraget uttalade sig professor Anders Ringbom.  
§ 6. Ordföranden tackade föredragshållaren för det intressanta föredraget.

*Erkki Wänninen*

Protokoll fört vid Kemiska Sällskapet i Åbo möte och excursion fredagen den 14 november 1958 kl. 20 i Åbo Tvål AB:s matsal. Förhandlingarna leddes av Sällskapetets ordförande, dipl.-ingenjör Tor Lundsten. Närvarande 23 medlemmar.

- § 1. Efter det mötesdeltagarna under sakkunnig ledning bekantat sig med Åbo Tvål AB:s anläggningar, öppnade ordföranden mötet och hälsade de närvarande välkomna.  
§ 2. Till ny medlem i Sällskapet invaldes filosofie magister Göran Pensar på förslag av ordföranden och sekreteraren.  
§ 3. Protokollet för mötet den 16 april upplästes och förklarades justerat.  
§ 4. Professor Walter Qvist tackade på Sällskapetets vägnar för att medlemmarna beretts tillfälle att besöka Åbo Tvål AB samt för den förplägnad som fabriken bjöd mötesdeltagarna.

*Erkki Wänninen*

Protokoll fört vid Kemiska Sällskapet i Åbo årsmöte onsdagen den 17 december 1958 kl. 19.30 i Åbo Akademis Auditorium V. Förhandlingarna leddes av Sällskapetets ordförande, diplomingenjör Tor Lundsten. Närvarande 7 medlemmar samt studerande vid Åbo Akademi.

- § 1. Ordföranden öppnade mötet och hälsade de närvarande välkomna.  
§ 2. Vid förrättat val av styrelse för nästa verksamhetsår erhöll denna följande sammansättning:  
Ordförande: Docent Henrik H. Bruun  
Viceordförande: Diplomingenjör Lars Willberg

Medlemmar av styrelsen: Teknologie doktor Bengt Fors och filosofie doktor Lars Sjöblom (klubbhövding)

Sekreterare: Diplomingenjör Erkki Wänninen.

- § 3. Till kassör utsågs för år 1959 filosofie magister Lars-Olav Sundman och till revisorer filosofie doktor Ingvar Danielsson och diplomingenjör Lars Bergfors, med diplomingenjör Max Ekblad som suppleant.  
§ 4. Medlemsavgiften för år 1959 fastställdes till 250 mk.  
§ 5. Protokollet för mötet den 14 november upplästes och förklarades justerat.

- § 6. Till nya medlemmar i Sällskapet invaldes:  
Diplomingenjör Tor Brännback på förslag av doktor Fors och ordföranden.  
Diplomingenjör Stein Gåaland på förslag av docent Bruun och doktor Sjöblom.  
§ 7. Diplomingenjör Tor Lundsten höll ett föredrag med titeln: »Ett besök vid atomkraftverket Calder Hall». I anledning av föredraget uttalade sig professor Salin.  
§ 8. Docent Henrik Bruun tackade föredragshållaren för det intressanta föredraget.

*Erkki Wänninen*

## Berättelse över Kemiska Sällskapet i Åbo verksamhet under år 1958

Under sitt trettionionde verksamhetsår har Kemiska Sällskapet i Åbo sammanträtt till 3 ordinarie möten. Av dessa hölls två i Åbo Akademis Auditorium V och ett i Åbo Tvål AB:s lunchrum. Mötena besöktes under året i medeltal av 20 medlemmar. Kemistuderandena vid Åbo Akademi och medlemmarna av Turun Kemistikerho har såsom tidigare inbjudits till Sällskapetets möten.

Vid Sällskapetets möten har följande föredrag hållits: Doktor *Axel Johansson* (Stockholm): »Några moderna hjälpmedel vid kemisk analys.»

Diplomingenjör *Tor Lundsten*: »Ett besök vid atomkraftverket Calder Hall.»

Under verksamhetsåret har tre nya medlemmar invalts och tre medlemmar avgått. Medlemsantalet utgör vid årets slut 107, varav tre är hedersledamöter, 99 ordinarie och fem extra medlemmar. 47 medlemmar är bosatta å annan ort.

Förvaltningen har under det gångna året handhåfts av följande medlemmar:

Diplomingenjör Tor Lundsten, ordförande  
Docent Henrik H. Bruun, viceordförande  
Professor Anders Ringbom, medlem av styrelsen  
Filosofie doktor Lars Sjöblom, medlem av styrelsen och klubbhövding  
Diplomingenjör Erkki Wänninen, sekreterare  
Filosofimagister Lars-Olav Sundman, kassör  
Filosofie doktor Ingvar Danielsson, revisor  
Diplomingenjör Lars Bergfors, revisor  
Filosofie magister Krister Fontell, revisorssuppleant.  
Åbo den 10 januari 1959.

*Erkki Wänninen*

Bilaga: medlemsförteckning per 10. 1. 59.

Protokoll fört vid Kemiska Sällskapet i Åbo möte torsdagen den 27 februari 1959 kl. 19.30 i Åbo Akademis Auditorium V. Förhandlingarna leddes av Sällskapetets ordförande, docent Henrik Bruun. Närvarande 22 medlemmar.

- § 1. Ordföranden öppnade mötet och hälsade de närvarande välkomna.  
§ 2. Protokollet för mötet den 17 december 1958 upplästes och förklarades justerat.

- § 3. Sekreteraren uppläste årsberättelsen för år 1958.
- § 4. Kassören redogjorde för kassaställningen och revisionsberättelsen föredrogs. Den förra styrelsen och kassören beviljades ansvarsfrihet.
- § 5. Diplomingenjör Bo Nikander höll ett föredrag med titeln: »Varför måste vatten för högttryckspannor omsorgsfullt renas?»
- § 6. Diplomingenjör Henning Laurén fortsatte föredragsserien med sitt anförande: »Vattenrening och kontroll». I anledning av föredragen uttalade sig professorerna Qvist och Ringbom, ordföranden samt föredragshållarna.
- § 7. Ordföranden tackade föredragshållarna för de intressanta föredragen.

*Erkki Wänninen*

### Finska Kemistsamfundets verksamhet

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte måndagen den 14 april 1958 kl. 19 i Tekniska Föreningens i Finland lokal i Helsingfors. Förhandlingarna leddes av ordföranden, fil.dr Tor Smedslund med undertecknad Falck vid protokollet. Närvarande 51 personer.

- § 1. Ordföranden meddelade, att Samfundet den 21 maj kommer att tillsammans med Tekniska Föreningens Avdelning för Kemi företa en exkursion till Finska Gummifabriks Ab, Savio.
- § 2. Ordföranden hälsade Samfundets gäst, laborator, fil.dr Axel Johansson, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm välkommen.
- § 3. Laborator Johansson höll ett föredrag kallat »Några moderna hjälpmedel vid kemisk analys». Med anledning av föredraget yttrade sig prof. Enkvist.
- § 4. Fil.dr Tor Smedslund gav ett meddelande rörande »Återvinning av brom ur bromvätesyra och jod ur natriumjodid».
- § 5. Efter mötet följde samkväm.

*Per Falck*

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte måndagen den 13 oktober 1958 kl. 19.30 i Tekniska Föreningens i Finland lokal i Helsingfors. Förhandlingarna leddes av ordföranden, fil.dr Tor Smedslund med undertecknad Falck vid protokollet. Närvarande 20 personer.

- § 1. Ordföranden hälsade de närvarande välkomna till höstens första möte.
- § 2. Ordföranden meddelade, att Samfundets nästa möte kommer att ta formen av en exkursion till Finska Socker Ab, Tölö bruk. I samband härmed har bergsrådet Gunnar Hernberg lovat berätta om nyare framsteg inom sockerindustrin.
- § 3. Fil.dr Birgit Monnberg höll ett föredrag över ämnet »Vissa aromatiska klorföreningars inverkan på växters sockerhalt».
- § 4. Fil.mag. Otto Gadd höll ett föredrag benämnt »Enzymkemin som hjälp vid lösandet av en teknisk forskningsuppgift». Med anledning av föredraget yttrade sig herrarna Enkvist, Enari, Bredenberg, Andersen och Alfthan.
- § 5. Tekn. dr Gösta Silén berättade om textilverudeklARATIONER.
- § 6. Efter mötet följde samkväm.

*Per Falck*

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte måndagen den 10 november 1958 kl. 16.15 i Tölö Sockerbruks föreläsningssal, Helsingfors. Ordet leddes av ordföranden, fil.dr Tor Smedslund med undertecknad Falck vid protokollet. Närvarande ca 30 personer.

- § 1. Till ny medlem i Samfundet invaldes dipl.ing. S. N. Randolph von Schalien på förslag av herrarna Fogelberg och Gustafsson.
- § 2. Bergsrådet Gunnar Hernberg höll ett föredrag benämnt »Några nyare kemiska och tekniska framsteg inom sockerindustrin».
- § 3. Prof. Terje Enkvist redogjorde för Nordiska Kemistrådets möte i Köpenhamn 1958.
- § 4. Ordföranden tackade föredragshållarna.
- § 5. Efter mötet följde samkväm på Tekniska Föreningens klubblokal.

*Per Falck*

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets årsmöte måndagen den 8 december 1958 kl. 19.15 i Tekniska Föreningens i Finland lokal i Helsingfors. Förhandlingarna leddes av ordföranden, fil.dr Tor Smedslund med undertecknad Falck vid protokollet. Närvarande var 28 personer.

- § 1. Ordföranden hälsade kvällens föredragshållare, doc. Henrik Bruun samt dipl.ing. Stein Gåsland, Åbo, välkomna.
- § 2. Uppgifterna i styrelsen för år 1959 fördelades på följande sätt: ordförande fil.kand. Magnus Alfthan, viceordförande prof. Albert Sundgren, sekreterare fil.dr Tor-Magnus Enari, övriga medlemmar: prof. Terje Enkvist, lektor Per Falck, prof. Waldemar Jensen, tekn.dr Gösta Silén, fil.dr Tor Smedslund och tekn.dr Jacobus Sundman.
- § 3. Redaktören, dipl.ing. Harald Nyberg, kassören, fil.mag. B. C. Fogelberg och arkivarien, dipl.ing. Anna Grönvik återvaldes. Likaså återvaldes revisorerna, fil.dr William Forsman och dipl.ing. Paul Ålander med apotekare, fil.mag. Holger Lönegren som suppleant.
- § 4. Budgetförslaget för år 1959 diskuterades. Samfundet beslöt godkänna den av kassören uppgjorda budgeten, som bl.a. upptog en förhöjning av medlemsavgiften till Fmk 800:— (se bilaga).
- § 5. Mötesdagarna för år 1959 fastslogs. Sålunda samlas Samfundet till ordinarie möten andra måndagen i februari, mars, april, oktober, november och december.
- § 6. Ordföranden meddelade att Samfundets styrelse beslutat tilldela fil.dr Kurt Ekman bergsrådet Alfthans pris för år 1958, Fmk 20.000:—, för uppsatsen »Spectroscopic and other Studies of Carboxylgroups in Lignin». Uppsatsen har ingått i Finska Kemistsamfundets Meddelanden N:o 3—4, 1957.
- § 7. Prof. Enkvist presenterade dipl.ing. Cedergren, som närvar vid kvällens möte. Dipl.ing. Cedergren har gjort sig känd som en framstående apparatbyggare vid Svenska Träforskningsinstitutet och har publicerat intressanta artiklar i ämnet.
- § 7. Docent Henrik Bruun, Åbo, höll ett föredrag »Isodextropimarsyra, en stereokemiskt omstridd pimarsyra». Med anledning av föredraget yttrade sig prof. Enkvist.
- § 8. Fil.dr. Tor-Magnus Enari presenterade årets nobelpristagare i kemi.
- § 9. Dipl.ing. Stein Gåsland gav ett meddelande »Palustrissyran — en viktig hartssyra i talloljeharts».
- § 10. Ordföranden tackade föredragshållarna och vände sig därpå till medlemmarna i styrelsen och till övriga funktionärer och tackade dem för arbetet under det gångna året.

§ 11. Efter supén berättade fil.dr Tor Smedslund några krigsminnen, som han kallade: »Rökmassor och eldsvådor».

§ 12. Senare på kvällen visade fil.kand. Magnus Alfthan den ingalunda seriösa filmen: »Tre kemister på fiskefärd».

*Per Falck*

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte den 9 februari 1959 i Tekniska Föreningens i Finland lokal. Förhandlingarna leddes av ordföranden fil.mag. Alfthan med undertecknad Enari vid protokollet. Närvarande 30 personer.

§ 1. Ordföranden öppnade mötet och hälsade Suomalaisten Kemistien Seuras ordförande, dr Suomalainen välkommen.

§ 2. Samfundet godkände den av styrelsen uppgjorda berättelsen över verksamheten under år 1958.

§ 3. Kassören, fil.mag. B. C. Fogelberg föredrog bokslutet för år 1958.

§ 4. Sekreteraren uppläste revisionsberättelsen för år 1958.

§ 5. Samfundet beviljade styrelsen och kassören ansvarsfrihet för verksamhetsåret 1958.

§ 6. Till nya medlemmar i Samfundet invaldes: fil.dr Henrik Wallgren och fil.kand. Mauritz Fucks på förslag av mag. Alfthan och dr Enari.

§ 7. Ordföranden meddelade att Suomalaisten Kemistien Seura föreslagit att samfundet ömsesidigt skulle meddela sina medlemmar det andra samfundets mötesprogram. Beslöts anta förslaget och beslöts att Suomalaisten Kemistien Seuras medlemmar äga tillträde till Samfundets möten.

§ 8. Prof. Enkvist redogjorde för den kommitté som tillsatts av Suomen Fysiikan ja Matematiikan Opettajien Yhdistys tillsammans med Suomalaisten Kemistien Seura, Kemistförbundet i Finland och Samfundet för att utreda möjligheterna för en förbättrad kemiundervisning i skolorna. Kommittén har hållit ett möte och föreslagit en ökning av kemiundervisningen så att den skulle omfatta 2 veckotimmar i gymnasiets samtliga klasser och i 3 kl. i mellanskolan.

§ 9. Meddelades att det 10:e Nordiska Kemistmötet hålles i Stockholm den 17—21 augusti 1959.

§ 10. Fil.dr Henrik Wallgren höll ett föredrag benämnt: »Stimulering av hjärnvävnad». Med anledning av föredraget yttrade sig dr Andersen och prof. Enkvist.

§ 11. Fil.mag. Örn Wahroos gav ett meddelande: »Om metoxybenzoxazolion och vetets resistens mot svampsjukdomar». I anledning av meddelandet yttrade sig dr Gripenberg, prof. Enkvist, lic. Bredenberg och mag. Alfthan.

§ 12. Efter mötet följde samkväm.

*Tor-Magnus Enari*

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte den 9 mars 1959 i Tekniska Föreningens i Finland lokal. Förhandlingarna leddes av ordföranden fil.mag. Alfthan med undertecknad Enari vid protokollet. Närvarande 19 personer.

§ 1. Ordföranden hälsade medlemmarna välkomna till marsmötet.

§ 2. Fil.dr Tor-Magnus Enari höll ett föredrag om »Kontinuerlig odling av jäst».

§ 3. Fil.dr J. J. Lindberg lämnade ett meddelande kallat »Vätebryggor och löslighet hos lignin». I anledning av meddelandet yttrade sig dr Gustafsson och föredragshållaren.

§ 4. Fil.mag. Magnus Alfthan berättade om sitt besök på ICI:s tekniska plastforskningslaboratorium i Welwyn Garden City. I anledning av föredraget yttrade sig herrar Forsman, Buch, Lindberg, Gustafsson, Enari och föredragshållaren.

§ 5. Efter mötet följde samkväm.

*Tor-Magnus Enari*

### Berättelse över Finska Kemistsamfundets verksamhet under år 1958

Samfundet har under året sammanträtt till 6 ordinarie möten, nämligen den 10 februari, 10 mars, 14 april, 13 oktober, 10 november och 8 december. Mötet den 10 november hölls i Tölö Sockerbruks föreläsningssal, de övriga mötena i Tekniska Föreningens i Finland lokal i Helsingfors. Närvarande har i medeltal varit 32 personer per möte. Den 21 maj anordnade Samfundet tillsammans med Tekniska Föreningens Avdelning för kemi en exkursion till Finska Gummi-fabriks Ab, Savio.

Följande föredrag har hållits och meddelanden avgivits:

*Dos. Henrik Bruun:*

Isodextropimarsyra — en stereokemiskt omstridd pimarsyra.

*Fil.dr Tor-Magnus Enari:*

Årets nobelpristagare i kemi. En kort presentation.

*Prof. Terje Enkvist:*

Nordiska Kemistrådets möte 1958.

*Fil.mag. Otto Gadd:*

Enzymkemin som hjälp vid lösandet av en teknisk forskningsuppgift.

*Dipl.ing. Stein Gåsland:*

Palustrissyran, en viktig hartssyra i tall-oljeharts.

*Bergsrådet Gunnar Hernberg:*

Några nyare kemiska och tekniska framsteg inom sockerindustrin.

*Laborator, fil.dr Axel Johansson,*

Några moderna hjälpmedel vid kemisk analys.

*Stockholm:*

*Fil.dr J. Johan Lindberg:*

Hindrad hydroxylgruppsrotation i guajacylföreningar.

*Fil.dr Birgit Monnberg:*

Vissa aromatiska klorföreningars inverkan på växters sockerhalt.

*Dipl.ing. Lars-Olof Portin:*

Några nya syntetiska lackbindemedel.

*Tekn.dr. Gösta Silén:*

Textilvarudeklaration.

*Fil.dr Tor Smedslund:*

Studier över trikloretylen.

Utvinning av brom ur bromvätesyra och jod ur natriumjodid.

*Prof. Albert Sundgrén:*

Vågar man tala om oljekemi i vår moderna atom-, väte- och rymdålder?

Vid de VI kemistdagarna i januari bidrog följande av Samfundets medlemmar med föredrag och meddelanden:

*Prof. Terje Enkvist:*

Kemikaaleja selluloosateollisuuden jäte-liuksista.

*Fil.mag. Otto Gadd:*

Om jäsningsindustri baserad på avlut och träsocker.

*Dipl.ing. Ruben v. Konow:*

Suspensioiden kemiallinen erottaminen.

*Fil.dr J. Johan Lindberg:*

Nernst fördelningslag och infraröda hydroxylspektrum.

*Fil.dr Tor Smedslund:*

Förädling av metylsulfid.

*Fil.dr Harald Tötterman:*

Vattenförorening genom avfallsvatten från sulfittcellulosafabriker och medel att motverka densamma.

Vid industrikemistdagarna i november bidrog följande av Samfundets medlemmar med föredrag:

*Dipl.ing. Sven Hultin:*

Atomenergins möjligheter i Finland.

*Fil.dr Birgit Monnberg:*

Eräiden hyönteismyrkkyinä käytettyjen aromaattisten klooriyhdisteiden vaikutuksesta kasvien sokeripitoisuuteen.

Polyeteenin valmistusmahdollisuudet.

*Prof. G. A. Nyman:*

Under året har 2 nummer av Finska Kemistsamfundets Meddelanden utkommit. Det totala sidantalet har varit 84.

Vid årsmötet den 8 december tilldelades fil.dr. Kurt Ekman bergsrådet Alfthans pris år 1958 för uppsatsen »Spectroscopic and other Studies of Carboxylgroups in Lignin» (Finska Kemistsamfundets Meddelanden 3—4, 1957). Priset storlek var 20.000: —.

Under året har 3 av Samfundets medlemmar avlidit, nämligen:

dipl.ing. Erik Andelin  
dipl.ing. Olof Hedman  
provisor Jost Jörgensen

8 medlemmar har under året avgått.

Samfundet har invalt följande 2 nya medlemmar:

fil.dr. apotekare Bertel Widén  
dipl.ing. S. N. Randolph von Schalien

Medlemsantalet är 383.

Styrelsen har under året sammanträtt 6 gånger. Dess sammansättning har varit följande:

Ordförande: fil.dr Tor Smedslund  
Viceordförande: fil.kand. Magnus Alfthan  
Sekreterare: fil.kand. Per Falck  
Medlemmar: prof. Terje Enkvist  
fil.dr Charley Gustafsson  
prof. Waldemar Jensen  
fil.mag. Olof Jernström  
tekn.dr Gösta Silén  
tekn.dr Jacobus Sundman.

Kassör har varit fil.mag. B. C. Fogelberg, arkivarie dipl.ing. Anna Grönvik, redaktör dipl.ing. Harald Nyberg samt revisorer fil.dr William Forsman och dipl.ing. Paul Ålander med fil.mag. Holger Lönegren som suppleant.

Samfundets valda representanter i Centralrådet för Finlands Kemister har varit prof. Terje Enkvist och tekn.dr Jacobus Sundman. Ordföranden, fil.dr Tor Smedslund och sekreteraren, fil.kand. Per Falck har varit självskrivna medlemmar.

Frågan om en eventuell sammanslagning av Finska Kemistsamfundet och Suomalaisen Kemistien Seura till ett nytt samfund har inte avancerat under året.

Tor Smedslund

Per Falck

## Notiser—Uutisia

Die Jahrestagung 1959 der DECHEMA Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen e. V. findet am 21. und 22. Mai 1959 im Palmengarten zu Frankfurt am Main statt.

Eine besondere Note erhält diese Jahrestagung durch die Verleihung der Dechema-Preise 1957 und 1958 der Max-Buchner-Forschungstiftung an zwei jüngere Forscher, deren Arbeiten von grundsätzlicher Bedeutung sind und eine weitere Entwicklung erwarten lassen.

In einer Reihe von Vorträgen werden hervorragende Fachleute über Fortschritte der technischen Chemie und des chemischen Apparatewesens berichten, die in letzter Zeit erzielt wurden. Die Themen der Vorträge betreffen Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Laboratoriumstechnik, der Betriebstechnik und der Werkstofftechnik. Eine weitere Vortragsreihe wird sich mit der Bedeutung der technischen Chemie in Forschung und Lehre befassen.

Das Programm der Dechema-Jahrestagung 1959 ist bei der DECHEMA, Frankfurt (Main) 7, Postfach, erhältlich.

## Cyanamid International

För att göra sina tekniska kunskapsresurser, forskningsresultat och produkter lättare åtkomliga i de 80 länder där det är representerat har American Cyanamid Company, en av världens ledande industrier inom den kemiska och farmaceutiska branschen, grundat en ny avdelning kallad Cyanamid International.

Sidney C. Moody, styrelsemedlem och chef för bolagets internationella kontakter, har utsetts till direktör för Cyanamid International. I en intervju om den nya organisationen yttrade Mr. Moody bl.a.:

»Genom att koordinera all vår utländska verksamhet kan vi härnäst i större skala erbjuda tekniskt bistånd, produkter och metoder på centrala orter i varje land. Läkarkåren, jordbruket och industrin samt den konsumerande allmänheten kan se fram emot förbättrad service».

»Det är vår uppriktiga önskan», tillade Mr. Moody, »att på detta sätt bidra till andra länders ekonomiska utveckling genom förbättring av hälsostandarden och effektivare produktion inom jordbruk och industri».

Mr. Moody meddelade dessutom, att man har planer på att bygga ytterligare fabriker i vissa länder där marknads- och andra förhållanden synes fördelaktiga. I fråga om alla dylika projekt kommer bolaget, där det bara är möjligt, att följa sin tidigare princip och lägga verksamhetsledningen i händerna på kvalificerade medborgare i det land där fabriken är belägen.

Mr. Moody's medhjälpare i ledningen för Cyanamid International är Mr. H. P. Bliss, Jr., produktionschef; Mr. R. T. Bogan, försäljningschef och Mr. E. G. Hesse, chef för finansiella ärenden och administration.

Efter andra världskriget har Cyanamid-bolagets affärer på utlandet fått allt större betydelse. The Lederle Laboratories Division, vars utländska verksamhet Mr. Bogan lett under de senaste 14 åren, har svarat för en stor del genom sin världsomfattande distribution av Aureomyein chlortetracycline, Achromycin tetracycline och andra farmaceutiska produkter. Även andra Cyanamid-produkter får emellertid allt större avsättning på den internationella marknaden, speciellt produkter för jordbruket och hemmen såsom t.ex. djurfoderelementet Aurofac samt gruvindustri- o.a. kemikalier.

Mr. Moody har varit i bolagets och dess föregångares tjänst i 38 år och haft olika poster inom ledningen i 35 års tid. Han valdes till styrelsemedlem 1944 och vice direktör 1946.

Cyanamid är ett ledande bolag inom kemiska industrin med över 40 fabriker och 29.500 anställda i U.S.A. och andra länder. Bolaget utför forskningsarbete och tillverkar ett stort antal olika produkter, bl.a. farmaceutiska produkter, organiska och oorganiska färgämnen och pigment, biologiska ämnen och antibiotika, plaster och hartser, insektgifter, desinfektionsmedel m.m.

## V Teollisuuskemistien päivät

pidetään ensi marraskuun 26—28. päivinä Tieteellisten seurain talossa, kuten viime vuonnakin. Järjestäjinä ovat edelleen kaikki maamme kemistijärjestöt, nimittäin Kemian Keskusliitto, Suomen Kemistiliitto, Suomalaisen Kemistien Seura, Finska Kemistsamfundet, Suomen Teknillisen Seuran kemisti-insinöörikerho, Tekniska Föreningens i Finland avdelning för kemi ja Elintarviketutkijain Seura sekä lisäksi Työterveyslaitos.

Teollisuuskemistipäivien yhteyteen järjestetään laboratoriokejojen ja -laitteiden, kemikaalien ja kemiallisen kirjallisuuden näyttely, niinkään Tieteellisten seurain taloon, kuten viime vuonnakin.

Toveri-ilta, joka saavutti suuren suosion viime vuonna, järjestetään samoissa merkeissä kuin silloinkin Tekniska Föreningenin huoneistoon.

*Loppubanketti* tulee olemaan entistä juhlavampi, sillä nyt on tarkoitukseen varattu *Kalastajatorpasta* kaksi suurta salia, toinen illallista ja toinen tanssia varten. Tästä huolimatta banketin kustannukset eivät osanottajilta nouse entistä suuremmiksi.

Teollisuuskemistien päivistä tulee myöhemmin lähempiä ilmoituksia. Kehotamme kuitenkin jo nyt varaamaan aikaa tähän arvokkaaseen tilaisuuteen, jossa pidetään kaikkia teollisuuden palveluksessa toimivia kemistejä kiinnostavia esitelmiä ajankohtaisista aiheista. Esitelmöitsijöitä tulee myös ulkomailta.

#### Dosentur i Mikrobiologi ved Norges tekniske høgskole

Under forutsetning av Stortingets samtykke skal det opprettes et dosentur i Mikrobiologi ved Norges tekniske høgskole fra 1. juli 1959. Den som besikkes, har plikt til å undervise i ren og anvendt mikrobiologi i tilknytning til pågående undervisning i ren og anvendt biokjemi. Det forutsettes videre at den som besikkes vil drive vitenskapelig forskning innen mikrobiologien.

For øvrig er den som besikkes pliktig til å delta i høgskolens undervisning i henhold til den til enhver tid gjeldende studieplan, jfr. høgskolelovens §§ 23 og 28.

Den som besikkes, må finne seg i mulige forandringer m.h.t. fagområde og mulige endringer m.h.t. pensjonsordning og aldersgrense. For øvrig skjer besikkingen på de vilkår som er nevnt i lov av 15. februar 1918 om offentlige tjenestemenn med senere of fremtidige endringer og det til enhver tid gjeldende reglement.

Lønnen som dosent er kr. 27.000.— pr. år, stigende til kr. 28.350.— etter 2 år. Herfra går pensjonsinnskott, f.t. avgrenset til kr. 1.584.— pr. år.

Søknad med opplysning om utdanning og tidligere virke og med vitnemål og helseattest stiles til Kongen og sendes Det Kgl. Kirke- og undervisningsdepartement, Bygdø Alle, 3, Oslo, innen 20. august 1959.

Særtrykk av publikasjoner (helst i 5 eksemplarer) eventuelt opplysninger om andre arbeider som kan være av betydning for bedømmelsen av søkerens kvalifikasjoner, sendes direkte til Norges tekniske høgskole, Trondheim, innen 1. oktober 1959.

#### The International Congress 1960 on the Technology of Plastics Processing

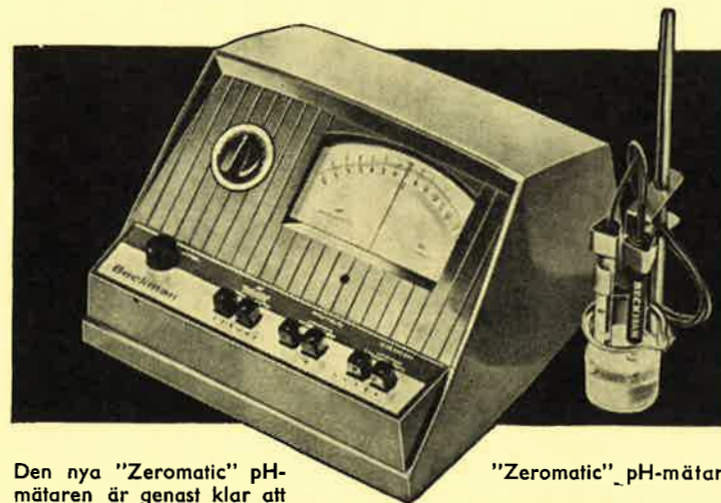
will be held in Amsterdam from the 10th to the 12th of October 1960. The Congress is sponsored by the Association for the Advancement of the Knowledge of Materials, the Royal Institute of Engineers, and the Royal Netherlands Chemical Federation,

The organisation and execution are entrusted to N. V. 't Raedthuys, Tesselschadestraat 5, Amsterdam, where the secretariate will also be housed.

The Congress is being held prior to the 2nd International Plastics Exhibition «macroPlastic», October 12 to 19, 1960.

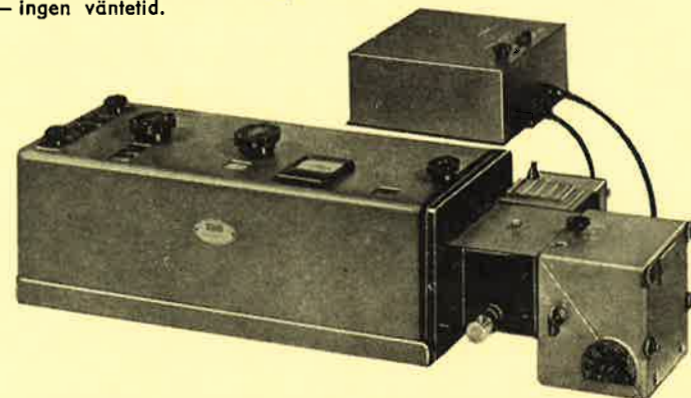
# BECKMAN

## INSTRUMENTS



Den nya "Zeromatic" pH-mätaren är genast klar att användas — ingen väntetid.

"Zeromatic" pH-mätare



Spektrofotometer DU

Representant:

oy Control ab

Helsingfors - Eriksgatan 24  
Tel. 13 505 (växel)

Prenumerera på

# Acta Chemica Scandinavica

Medlemmar av Finska Kemistsamfundet erhåller tidskriften portofritt till ett pris av Fmk 2.140:— per volym (10 häften, ca 1800 sidor) motsvarande ca 60 % rabatt på det normala priset. Rekvisition sker för samfundets medlemmar genom sekreteraren, fil.mag. B. C. Fogelberg, S. Hesperiagatan 4, Helsingfors.

För icke medlemmar sker rekvisition genom A/S Ejnar Munksgaard, Nørregade 6, Köpenhamn.

Priset är i detta fall \$ 16:—

Äldre årgångar kan fortfarande erhållas.