

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft

74. Jahrg. Nr. 11. — Abteilung A (Vereinsnachrichten), S. 189—234. — 5. November

OSSIAN ASCHAN

16. 5. 1860 – 25. 2. 1939

Hochbetagt starb am 25. Februar 1939 zu Helsinki der finnische Chemiker Ossian Aschan.

Der Forscher, dem ein langes Leben beschieden ist, erfährt im Alter meist das Schicksal, daß die Generation, die an seinem Lebensabend mit dem Schaffen beginnt, sich seiner Leistungen nur selten noch zu erinnern pflegt. Was er an wissenschaftlichem Neuland erobert hat, ist inzwischen gesicherter Besitz der Wissenschaft geworden. So wie die Bewohner eines Landstriches, der dem Meere durch Eindeichen entrissen worden ist, nicht mehr daran denken, wem sie ihr Land verdanken und welche Mühe es gekostet hat, es zu gewinnen, so nimmt auch die junge Forschergeneration nur zu gern das von den Vätern überkommene Erbe hin; im Drange, die Erkenntnis weiter zu fördern, ist sie froh, wenn sie nicht alle die mühevollen Wege wieder zu gehen braucht, welche die Generationen vor ihnen gewandelt und auf denen sie müde geworden sind. Mag man sich allenfalls noch die Schwierigkeiten vergegenwärtigen, die die Älteren zu überwinden hatten, so werden dabei doch nur zu häufig die Namen derer vergessen, welche seinerzeit die Pionierarbeit geleistet haben, falls diese nicht zufällig in den Namen einer physikalischen Einheit, eines Effektes oder einer Reaktion verankert wurden. Wenn die Jugend sonst einen Namen hört, so bedeutet er für sie nur mehr leeren Schall, wenn sie nicht die Möglichkeit findet, sich mit dem Werdegang und dem Wirken des genannten Forschers vertraut zu machen. Für den alternden Forscher ist es, zumal wenn er selbst noch schaffen möchte, oft schmerzlich zu sehen, daß sich die Jugend dazu die Zeit nicht nimmt und damit zweierlei versäumt: Einmal die Ehrung für denjenigen, der sein Leben lang ihr Wegbereiter gewesen ist und ferner das Lernen aus dem Ringen früherer Generationen für eigene Forscherarbeit. Welcher Student, ja welcher angehende junge Forscher denkt heute noch, wenn er von der technischen Campher-synthese hört, an den Namen Ossian Aschan — außer in dessen Heimatland Finnland; wer weiß, daß es teilweise die Gemeinschaftsarbeit dieses großen finnischen Chemikers mit einem deutschen Werk, der Firma Schering-Kahlbaum, gewesen ist, auf die die Großherstellung von synthetischem Campher aus Terpentinöl zurückgeht? Dabei ist die technische Camphersynthese, und was damit zusammenhängt, nur ein kleiner Teil der wissenschaftlichen Leistungen Aschans.



Foto: Rembrandt

Ossian Anhaeus

So soll dieser Nachruf dazu dienen, insbesondere dem deutschen Chemiker ein Bild von den Leistungen Ossian Aschans zu vermitteln. Der deutsche Chemiker hat nicht nur wegen einer gelegentlichen Gemeinschaftsarbeit Aschans mit einem deutschen Werk allen Grund, die Leistungen Aschans verständnisvoll zu würdigen. Mehrere Wanderjahre hat Aschan zur Vervollkommenung seiner wissenschaftlichen Ausbildung in Deutschland zugebracht; in deutschen Zeitschriften, in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft und in den Annalen, hat er seine wichtigsten Forschungsergebnisse niedergelegt; in deutscher Sprache hat er sein umfassendstes Werk, die Chemie der alicyclischen Verbindungen, verfaßt, dazu noch eine Anzahl anderer Bücher.

Der Lebensweg.

Adolf Ossian Aschan (sprich: Askan) wurde am 16. Mai 1860 zu Helsingfors (Helsingfors) geboren. Seine Eltern waren Karl Achates Aschan, Lehrer und Konrektor an einem Lyzeum, und Mathilde Helena Waenerberg, Tochter eines Schiffskapitäns. Durch sie hat er von den beiden in Finnland wohnenden Völkerstämmen, den Finnen und den Schweden, Erbgut mitbekommen. Ob das Geschlecht Aschan finnischen oder schwedischen Ursprungs ist, darüber hat man keine sichere Kenntnis. Beziehungen zu den schwedischen Familien des gleichen Namens haben sich nicht ermitteln lassen. Die Aschans waren im südlichen Mittelfinnland ansässig und meist Prediger und Pharmazeuten. In den Adern Aschans strömte sowohl finnisches wie schwedisches Blut. Wie eng die Vorfahren Aschans mit Finnland verwachsen waren, zeigt das Beispiel des Bruders seiner Großmutter väterlicherseits, A. J. Arfwidsson; sein öffentliches Eintreten für die finnische Sprache und die finnische Eigenart kostete dem hochbegabten jungen Dozenten an der damaligen Landesuniversität Åbo (Turku) seine Stellung, so daß er außer Landes gehen mußte; eine seinen Fähigkeiten entsprechende Stellung fand er erst später in Schweden als Bibliothekar. Die Familie der Mutter, Waenerberg, war aus Schweden eingewandert. Im ganzen überwog also in Ossian Aschan etwas das schwedische Blut, seine Muttersprache war die schwedische. Später hat er auch eine Zeitlang als Abgeordneter der schwedischen Partei im Reichstag des damaligen Großfürstentums Finnland gesessen. Unbeschadet dessen ist er ein nationalbewußter Finne gewesen, der den Aufstieg Finnlands zu einem selbständigen nationalen Staate mit Freuden begrüßt hat. Sagt er doch selbst in seinem Nachruf auf den Chemiker und Staatsmann Edvard Hjelt¹⁾: Finnland soll nicht nach Westen (d. i. Schweden) und nach Süden (das waren die baltischen Randstaaten), sondern nach Südwesten, d. i. Deutschland, blicken. Diese Äußerung läßt ihn nicht nur als Finnländer, sondern in gleichem Maße als warmherzigen Freund Deutschlands erkennen, zu dem er, obwohl es damals darniederlag, festes Vertrauen hatte.

Für seinen Lebensweg hatte Aschan von väterlicher Seite ein gutes Erbe an wissenschaftlicher Begabung mitbekommen, wie die Berufe seiner väterlichen Vorfahren erkennen lassen. Wenngleich entsprechende Begabungen in der Familie seiner Mutter nicht nachweisbar sind, so hat er doch auch von seiner Mutter ein Erbgut mitbekommen, das für einen experimentierenden Forscher von großem Wert ist und die erstaunliche Leistungs-

¹⁾ B. 55 (A), 188 [1922].

fähigkeit Aschans in seinem Forscherberufe verständlich macht. Die Mutter hat ihm, wie er selbst in einer autobiographischen Skizze sagt, die Arbeitsamkeit, die zähe Ausdauer und die Fähigkeit zu geschickter Einteilung der Arbeit vererbt.

In ihrer Arbeit und Sorge um die zahlreiche Familie hatte sich die Mutter frühzeitig erschöpft, so daß sie heimging, gerade als ihre ältesten Söhne das Vaterhaus verließen. Der Vater, der ein besonders gründlicher Kenner der Vogelwelt war, hatte seine Kinder, voran seine beiden ältesten Söhne, schon früh für die Natur begeistert und sie zur Beobachtung der Natur erzogen. Dazu bot sich sehr viel Gelegenheit, als die Familie im Jahre 1866 nach Kuopio übersiedelt war. Dort unterrichtete Karl Achates Aschan Zoologie und Botanik in der Töchterschule; gleichzeitig war er Turnlehrer am Lyzeum, wo ein älterer Bruder Mathematik und Physik lehrte und später das Rektorat übernahm.

Kuopio ist eine saubere Landstadt von mehreren tausend Einwohnern wirtschaftlich rege infolge des Holzhandels, der durch ihre zentrale Lage im Seengebiet des mittleren Finnlands begünstigt wird. Ringsum ist ursprünglichste Natur. Vom nahen Pujoberg schweift der Blick in unendliche Weiten über Seen und Wälder. Weite ist ein charakteristischer Zug in Aschans wissenschaftlichem Lebenswerk; es mag sein, daß sich in ihr die Landschaft seiner Kindheit widerspiegelt. Vorläufig freilich vergnügte sich die Knaben des Aschanschen Hauses auf Jagd und Fischzügen, wozu sie der Vater mitnahm. Die Verbundenheit mit der Natur ist Aschan zeitlebens geblieben; er hat dadurch eine Einstellung zu manchen wissenschaftlichen Fragen gewonnen, die andere, auf dem gleichen Gebiete tätige Forscher nicht in gleichem Maße besaßen. Freilich, als Ossian vor der Entscheidung stand, seinen Lebensberuf zu wählen, fiel diese nicht für die Naturwissenschaft. Sein Bruder Allan ergriff den Apothekerberuf, den andere des Namens Aschan schon vor ihm ausgeübt hatten. Ossian ließ sich an der Polytechnischen Schule in Helsinki als Student einschreiben und zwar in der Fachabteilung für Brücken-, Straßen- und Wasserbau. Ein naturwissenschaftliches Studium bot damals in Finnland keine Möglichkeiten für späteres Fortkommen, es sei denn, daß man seine Kenntnisse als Lehrer verwerten wollte, wie Aschans Vater es tat; an Chemie als eigentliches Studienfach war in dem Lande, das damals so gut wie überhaupt keine chemische Industrie besaß, erst recht nicht zu denken. War doch selbst in Deutschland in den siebziger Jahren in weiten Kreisen gar nicht bekannt, daß man auch Chemiker werden konnte. Die Kenntnis von der deutschen chemischen Industrie und ihren ersten Erfolgen war in den gebildeten Schichten noch sehr gering; man war erst wenig über den Standpunkt jener Zeit hinaus, in der Liebig ausgelacht wurde, als er äußerte, er wolle Chemiker werden. In Finnland war die Lage der Chemie in den siebziger Jahren ungefähr so wie in Deutschland zu Liebigs Jugendzeit. Aber, ganz abgesehen davon, konnte Ossian Aschan damals noch aus einem anderen Grunde Chemie nicht als Studienfach erwählen: Er wußte nämlich von Chemie überhaupt nichts, als er auf die Hochschule nach Helsinki kam. Aber um sich für das von ihm erwählte technische Studium das nötige wissenschaftliche Fundament zu schaffen, hörte er gleichzeitig auch an der Universität Mathematik, Physik und Chemie.

Mit der Chemie als Wissenschaft war es freilich damals in Finnland nicht gut bestellt. Der Inhaber des Lehrstuhls, den einst ein Gadolin eingenommen

hatte, Chydenius, war durch schwere Krankheit während vieler Jahre an der Ausübung seiner Lehrtätigkeit verhindert. Außer ihm war nur noch ein einziger Dozent für Chemie, Wahlforss, da, der im wesentlichen anorganische Chemie trieb und der damals in anderen Ländern mächtig aufstrebenden organischen Chemie fern stand. Wahlforss war aber ein hervorragender Lehrer, der Begeisterung für sein Fach bei der Jugend zu wecken vermochte; im wesentlichen durch ihn beeinflusst fand Aschan den Weg zur Chemie. 1878 ging er zur Fachabteilung für chemische Technologie an der Polytechnischen Schule über, die bald darauf zum Polytechnischen Institut, und später, 1908, zur Technischen Hochschule erhoben wurde. Die chemische Technologie lehrte hier der Professor Ernst Qvist. An der Universität konnte Aschan auch noch Chemie, später bei Rindell, welcher die Agrikulturchemie vertrat, und bei dem jungen, nur um 5 Jahre älteren Edvard Hjelt, mit dem ihn später Freundschaft verband, hören. Alles in allem stand ungeachtet des Studiums an der Universität die praktische Seite der Chemie für Aschan stark im Vordergrund; im Zusammenhang mit seinem vorwiegend anorganisch-chemischen Studium trieb er auch Mineralogie und Geologie.

1881 verließ Aschan das Polytechnische Institut als Chemie-Ingenieur und erwarb sich gleichzeitig den Grad eines Magister philosophiae an der Universität. Praktische Tätigkeit in der chemischen Technik folgte; als Analytiker, teilweise auch als Werkmeister war Aschan an einer Salpeterfabrik in Turku tätig, dann an einer Färberei betreibenden Fabrik in Petersburg. Unterbrochen wurde diese Tätigkeit durch einen längeren Aufenthalt von etwa 1½ Jahren in Berlin und Stockholm, der einer Vertiefung seiner wissenschaftlichen Ausbildung dienen sollte. Die Anregung zu dieser Reise verdankte er dem Leiter der Petersburger Fabrik, der ihm zur Teilnahme an einem Färbereikursus in Berlin geraten hatte. Die Gelegenheit, gleichzeitig an der Universität bei dem berühmten August Wilhelm v. Hofmann studieren zu können, ließ Aschan nicht vorübergehen. Über ein Thema, das er sich selbst gewählt hatte, fertigte er bei Hofmann, der kurz zuvor den nach ihm benannten Abbau der Säureamide entdeckt hatte, seine Doktorarbeit an, ergänzte den experimentellen Teil im Herbst 1883 im Stockholmer Laboratorium und wurde dann auf Grund dieser Arbeit 1884 zum Dr. phil. promoviert. Sein Licentiatexamen, das der Promotion zum Dr. phil. in Deutschland entspricht, bestand er am 21. Mai 1884, als er eben 24 Jahre alt war. Die Hauptergebnisse seiner Dissertation: „Über die Einwirkung von Sulfocarbimiden auf Aminosäuren“ sind in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft veröffentlicht worden. Nach der Rückkehr in die Heimat war er weiter praktisch als Geologe und als Leiter eines städtischen Laboratoriums für Lebensmitteluntersuchungen in Helsinki tätig, fand daneben aber auch noch Zeit zu eigenen Experimentaluntersuchungen. Es handelt sich bei diesen ersten wissenschaftlichen Arbeiten um kleinere Themata aus der organischen, vorzugsweise der aromatischen Chemie, wie sie damals allorten bearbeitet zu werden pflegten, z. B. über die Nitroxanilsäure, Phthalimid und Phthalaminsäure. Die mit Sorgfalt und Fleiß durchgeführten Arbeiten trugen Aschan im Jahre 1886 die Ernennung zum Dozenten der Chemie ein. Umfassendere Arbeitspläne liegen aber diesen ersten Arbeiten noch nicht zugrunde.

Solche ergaben sich erst 1887 aus einer größeren praktischen Aufgabe, an welche Aschan durch eine Verbindung mit der Erdölindustrie in Baku

herankam. Dort war ein Studienkamerad von ihm, der Ingenieur Jakob Estlander, tätig an den er mit der Bitte um Übersendung der abfallenden Naphthensäuren herantrat. Aschan interessierte dabei wohl zunächst die praktische Frage, eine Verwertungsmöglichkeit für die Destillationsrückstände, insbesondere für die Naphthensäuren, zu finden, ein Problem, das technisch auch heute noch nicht befriedigend gelöst ist. Dazu mußte aber erst die chemische Natur der Naphthensäuren geklärt werden, was nur durch rein wissenschaftliche Arbeit geschehen konnte. So geriet Aschan auf das Gebiet der alicyclischen Verbindungen, dessen Ausbau sein Lebenswerk werden sollte. In der Erkenntnis, daß er für die Inangriffnahme einer ganz großen Aufgabe auf dem Gebiete der organischen Chemie noch eine weitere Vervollkommenung im experimentellen Arbeiten brauchen könne, machte sich Aschan 1890 nochmals nach Deutschland auf, um bei Johannes Wislicenus in Leipzig und ganz besonders bei Adolf von Baeyer in München zu arbeiten. Aber auch dies war noch nicht seine letzte Studienreise nach Deutschland; 1894 sehen wir ihn bei Victor Meyer in Heidelberg, wo er auch J. W. Brühl kennen lernte, mit dem zusammen er am Lehrbuch der organischen Chemie von Roscoe-Schorlemmer arbeitete und von dem er die Bedeutung der physikalischen Eigenschaften organischer Verbindungen für Konstitutionsbestimmungen aus erster Hand kennen lernte.

Inzwischen ist aber im Jahre 1893 schon die erste grundlegende Untersuchung Aschans über die Camphersäure fertig geworden und außerdem die Arbeit an dem gemeinsam mit Hjelt in schwedischer Sprache verfaßten Lehrbuch der organischen Chemie beendet. Das Jahr 1895 bringt dann Aschans umfangreiche, der Universität Helsinki vorgelegte Dissertation: „Struktur- und stereochemische Studien in der Camphergruppe“, die sowohl neues eigenes experimentelles Material wie eine kritische Beleuchtung aller bisherigen Forschungen über die Struktur des Camphers enthält. Aschans vorsichtiges Abwägen bei theoretischen Schlußfolgerungen aus dem Experiment tritt uns hier zum erstenmal in ausgeprägter Form entgegen. Noch kann er sich nicht entschließen, die Bredtsche Campherformel anzuerkennen, weil einige Reaktionen nicht ohne weiteres mit ihr vereinbar sind; allerdings gibt er zu, daß keine von ihnen unbedingt gegen die Bredtsche Formel spricht. Wenig später hat er allerdings die Richtigkeit dieser Formel eingesehen; in dem 1903 erschienenen kleinen Werke: „Die Konstitution des Camphers“ hat er vollends mit der gewohnten Gründlichkeit die 1895 begonnene Diskussion wieder aufgenommen und eindeutig zugunsten der Bredtschen Formel zu Ende geführt.

Die Dissertation Aschans zeigt über die darin enthaltenen Erörterungen über Campher und Camphersäure hinaus eine durchaus selbständige Weiterentwicklung stereochemischer Vorstellungen. Ein an eigenen Ideen reicher Forscher tritt uns in ihr entgegen. Die „Dissertation“ hat ungefähr die gleiche Bedeutung wie in Deutschland eine Habilitationsarbeit und diente Aschan für die Bewerbung um die kurz vorher eingerichtete Adjunktur für Chemie an der Universität. Diese erhielt er auch alsbald darauf im Jahre 1896. Die Stellung des Adjunkten ist die eines Dozenten besonderer Art an der finnischen Universität; ein Adjunkt ist ein beamteter Dozent, dessen Lehrtätigkeit sich im wesentlichen auf vorbereitende Kurse für angehende Studierende erstreckt. Bald jedoch wuchsen die unterrichtlichen Aufgaben Aschans über die Tätigkeit eines Adjunkten hinaus, als es 1899 galt, die

Stellvertretung des zum Rektor ernannten Edvard Hjelt, der seit 1882 als Nachfolger von Chydenius die Professur für Chemie innehatte, zu übernehmen; schon im Jahr vorher war Aschan als Lehrer am Polytechnischen Institut angestellt worden. Für die umfassenderen Unterrichtsaufgaben war Aschan gut vorbereitet; denn außer dem bereits erwähnten mit Hjelt zusammen verfaßten „Lärobok i organisk Kemi“, das bis 1922 vier Auflagen erlebte, hatte er mit Julius Wilhelm Brühl und Hjelt zusammen das „Ausführliche Lehrbuch der Chemie von Roscoe-Schorlemmer“ in den Jahren 1896—1901 vollendet, in dem er u. a. die Abschnitte über die Chemie der fünf- und sechsgliedrigen heterocyclischen Systeme sowie über die Pflanzenalkaloide verfaßt hat.

Der schriftstellerischen Tätigkeit blieb Aschan auch weiterhin treu. 1905 kam sein großes, über 1000 Seiten umfassendes Werk „Alicyclische Verbindungen“ heraus, für das ihm 1906 von der Universität Göttingen der Vahlbruch-Preis, 10000 Mark, verliehen wurde, die erste große wissenschaftliche Auszeichnung, die Aschan aus dem Ausland zuteil wurde. Dieser 1896 von Otto Vahlbruch gestiftete Preis wird satzungsgemäß nach dem Urteil der philosophischen Fakultät der Universität Göttingen dem Autor desjenigen in deutscher Sprache geschriebenen Buches zugewandt, welches in dem betreffenden Zeitraum den größten Fortschritt in den Naturwissenschaften repräsentiert. Wie hoch diese Ehrung einzuschätzen ist, geht unter anderem daraus hervor, daß als Erster Wilhelm Conrad Röntgen den Preis für sein Werk über die Röntgenstrahlen 1898 erhielt. Des Bücherschreibens ungeachtet ruhte auch die experimentelle Arbeit nicht, die sich in der Hauptsache weiterhin auf dem Gebiet der Naphthene und des Camphers bewegte. Als Lehrer hatte Aschan große Erfolge aufzuweisen. Dennoch dauerte es bis zum Jahre 1908, bis ihm die Heimat eine seinen Leistungen entsprechende Lehrstellung geben konnte. Unmittelbar zuvor hatte Aschan für ein Jahr Finnland verlassen und war als Vorsteher des wissenschaftlichen Laboratoriums der Chemischen Fabrik auf Actien (vorm. E. Schering.), in Berlin tätig, die damals unter anderem über die Darstellung des Camphers aus Terpentinöl arbeitete. Auch später noch hat Aschan dieser Firma seine Erfahrungen zur Verfügung gestellt und war als ihr wissenschaftlicher Berater tätig.

1908 wurde durch den Rücktritt Edvard Hjelts, der Senator wurde und sich von der Zeit an einer für Finnland sehr bedeutungsvollen politischen Tätigkeit zuwandte, der ordentliche Lehrstuhl für Chemie an der Universität Helsinki, den Aschan praktisch bereits 8 Jahre lang verwaltet hatte, frei. Sogleich rief die Heimat den verdienstvollen Forscher aus dem Auslande zurück, der diesem Rufe gern Folge leistete. Am 15. Mai, einen Tag vor seinem 48. Geburtstage, wurde Aschan zum ordentlichen Professor für Chemie ernannt.

Eine Zeit fruchtbaren Schaffens folgte. Im Vordergrund standen Abbauprobeversuche am Camphen und an Verbindungen der Fenchonreihe; das wahre tertiäre Pinenhydrochlorid wurde, wenn auch nicht in reinem Zustande, erhalten und als Zwischenstufe bei der Bildung von Bornylchlorid aus Pinen und Chlorwasserstoff nachgewiesen — lauter Verbindungen und Reaktionen, die bei der technischen Darstellung von Campher aus Terpentinöl Bedeutung haben, aber jetzt nicht mehr vom technischen, sondern vom rein wissenschaftlichen Standpunkt aus bearbeitet wurden. In die gleiche Zeit fällt die

Inangriffnahme eines technisch wie wissenschaftlich wichtigen Problems: Die Polymerisation von Isopren zu Kautschuk.

Die wissenschaftliche Leistung Aschans in der damaligen Zeit ist um so höher zu bewerten, als es gleichzeitig galt, die Universität als Hort nationalen finnischen Geistes gegenüber den Russifizierungsbestrebungen zu erhalten. Aschans Vorgänger und Freund Hjelt nahm den fast aussichtslos erscheinenden politischen Kampf auf, nicht in offener Feindschaft gegen die führenden russischen Männer, sondern in geschicktem zähen Durchhalten ihnen jeden Schritt Bodens an der Universität streitig machend. Aber die Hochschule brauchte außer solchen geschickten Politikern auch Köpfe, die unbeschadet der schweren politischen Lage den Geist der Wissenschaft hochhielten, für das Ansehen der finnischen Hochschule und damit auch die Anerkennung der finnischen wissenschaftlichen Leistung im Auslande arbeiteten. Die Professoren, welche ungeachtet der politischen Sturmzeichen, aber doch wachen Sinnes, ihre Forschungen weiter trieben, wirkten aber auch gerade durch ihr wissenschaftliches Streben erzieherisch auf die Jugend. Die strenge Disziplin, welche die Wissenschaft von ihren Jüngern fordert, geht nicht spurlos an deren Haltung im Leben vorüber. An der Hochschule wurde gearbeitet; die ernste Arbeit hielt die studentische Jugend Finnlands vor unbedachten Kundgebungen zurück, hinderte sie aber nicht, sich später zur rechten Zeit für das Vaterland einzusetzen.

So war Aschan gerade durch seine intensive Forschertätigkeit ein Führer der studentischen Jugend, wie diese ihn damals brauchte. Er fand sogar neben seiner wissenschaftlichen Arbeit Zeit, seine innere Anteilnahme an den politischen Fragen des Tages durch Übernahme eines Mandats der schwedischen Volkspartei im finnischen Reichstag auch nach außen hin zu zeigen; Mitglied der Zentralverwaltung dieser Partei war er von 1910—1916. Außerdem war er mehrere Jahre hindurch Stadtabgeordneter. Gleichzeitig stellte er auch seine Kenntnisse als Chemiker der Allgemeinheit zur Verfügung; so war er Vorsitzender der staatlichen Ausschüsse für die Herstellung explosibler und schädlicher Stoffe.

Noch mehr leistete er als Chemiker in den schweren Kriegsjahren für seine Heimat. 1916 leitete er die Gründung des Zentrallaboratoriums für chemische Industrie in Finnland in die Wege und war auch später stets um dessen Ausbau als Mitglied der Direktion und als konsultierender Chemiker des Laboratoriums besorgt. Die wissenschaftliche Arbeit mußte in diesen Jahren zurücktreten. Der Boden für neue wissenschaftliche Forschungen wurde aber durch Beschäftigung mit chemisch-technischen Problemen bereitet; so haben die Untersuchungen Aschans über die Harzsäuren in solchen ihren Ursprung. Seine Erfindungen suchte Aschan auf alle mögliche Weise dem Wohle seines Vaterlandes nutzbar zu machen; so schlug er, was wenig bekannt ist, vor, die von ihm gemachten Erfahrungen über Gewinnung und Polymerisation des Isoprens zwecks Darstellung künstlichen Kautschuks Deutschland zur Verfügung zu stellen, um dafür Brotgetreide für Finnland hereinzubekommen; zur Verwirklichung dieses Vorschlags ist es allerdings nicht gekommen.

Nach Beendigung des Krieges war es Aschan vergönnt, noch rund 10 Jahre als akademischer Lehrer zu wirken, bis er im Juni 1927 emeritiert wurde; aber auch nach seiner Emeritierung war er noch weiter wissenschaftlich tätig. So lange wie er hat keiner seiner Vorgänger an der finnischen Landes-

Universität die Chemie vertreten, wenn man von dem ersten finnischen Chemiker an der damals noch in Turku beheimateten Universität, Johann Gadolin, absieht. Die Zahl seiner Schüler ist daher sehr groß und dementsprechend auch der Einfluß, den er auf die Entwicklung der Chemie in Finnland ausgeübt hat. Mehrere seiner Schüler haben angesehene Stellungen inne; von ihnen seien hier Gustav Jim Oestling, Walter Qvist (der Sohn seines ehemaligen Lehrers in chemischer Technologie, Ernst Qvist), Artturi Virtanen und sein Nachfolger im Lehramt, Niilo Johannes Toivonen, genannt.

Die wissenschaftlichen wie die technischen Verdienste Aschans haben im eigenen Lande wie im Auslande mannigfache Anerkennung gefunden. Mehrere hochangesehene wissenschaftliche Vereinigungen wählten ihn zu ihrem Mitglied. In der Deutschen Chemischen Gesellschaft war Aschan von 1921—1924 Mitglied des auswärtigen Ausschusses. 1930 wurde er korrespondierendes Mitglied der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, im gleichen Jahre auch Mitglied der Dänischen Chemischen Vereinigung, nachdem er schon zwei Jahre vorher Mitglied der Königlich Dänischen Wissenschaftlichen Gesellschaft geworden war. In der Heimat gehörte er zu den Gründern der 1891 ins Leben gerufenen Finska Kemistsamfundet, deren Sekretär und Vorsitzender er während mehrerer Jahre war und zu deren Ehrenmitglied er 1916 ernannt wurde. Vorsitzender des Technischen Vereins war er 1901, dessen Ehrenmitgliedschaft erhielt er 1920. 1921 gründete er die Schwedische Technische Wissenschaftsakademie in Finnland, deren Vorsitzender er bis 1932 blieb.

Eine besondere Ehrung wurde, wie bereits erwähnt, Aschan schon 1906 durch Verleihung des Vahlbruch-Preises seitens der Universität Göttingen zuteil. Kurz zuvor hatte ihn die Finska Vetenskaps societeten (Finnische Wissenschaftsvereinigung) mit dem Längmannschen Preis geehrt. Für sein 1926 erschienenes Werk „Naftenföreningar, terpenor och kamferarter“, das 1929 in erweiterter Fassung in deutscher Sprache erschienen ist, sprach ihm die schwedische Literaturgesellschaft in Finnland den Hallbergschen Preis zu. Verschiedene ehrende Denkmünzen wurden Aschan verliehen; erwähnt seien hier nur die goldene Nordblad-Ekstrand-Denkmünze vom Svenska Kemistsamfundet in Stockholm 1929, die goldene Denkmünze der Schwedischen Wissenschaftsakademie 1932 und die goldene Gadolin-Denkmünze der Gesellschaft der Finnischen Chemiker (Suomalisten Kemistien Seura) 1937.

Nicht nur wissenschaftliche Körperschaften, sondern auch industrielle Unternehmungen schätzten die Leistungen Aschans hoch ein. Von seiner Zusammenarbeit mit der deutschen Firma Schering war schon die Rede. Nach dem Weltkrieg sicherte sich die amerikanische Firma Hercules Powder in Wilmington nebst ihrer Filiale in Rotterdam seine Mitarbeit.

Angesichts der großen wissenschaftlichen und technischen Leistungen, die Aschan vollbracht hat, könnte es scheinen, als ob daneben für nicht viel anderes Zeit geblieben wäre. Aber wir haben bereits erfahren, daß er über die Wissenschaft hinaus für die Allgemeinheit seine Kräfte zur Verfügung stellte, als von seiner Tätigkeit als Stadtverordneter und Reichstagsabgeordneter die Rede war. Auch sonst hat er sich öffentlich betätigt. Besonders erwähnenswert ist noch sein Einsatz in der Anti-Alkohol-Gesetz-Vereinigung, deren Vorsitzender er sogar einmal war. Diese Vereinigung wandte sich gegen das allgemeine Alkoholverbot, da die Gefahren wegen heimlicher Umgehung

des Gesetzes bedenklicher seien als die Gefahren eines mäßigen Alkoholgenusses, und empfahl eine Erziehung des Volkes zur Abstinenz ohne ausdrückliches Verbot. Schließlich fand Aschan auch noch für seine privaten Neigungen Mußestunden. In diesen widmete er sich gern der Musik. Er gehörte dem Gesangsverein M. M. = „Muntere Musikanten“, dessen Vorsitzender er zeitweilig war, und dem Schwedischen Oratoriumverein an. Seine musikalische Begabung hat sich insbesondere auf seine Tochter Inger vererbt, die jüngste von den drei Töchtern, die ihm seine Frau Elin, Tochter des Bäckermeisters E. A. Enqvist, geschenkt hat. Mit ihr war er schon 1882 bekannt geworden, als er in der Salpeterfabrik in Turku (Åbo) tätig war. Nach der im Jahre 1885 erfolgten Heirat war die junge Frau ihrem Manne bei den Lebensmitteluntersuchungen im Stadtlaboratorium von Helsinki behilflich. Später begleitete sie ihn auf seinen oft recht lange dauernden Auslandsreisen. Das sehr glückliche Familienleben hat fördernd auf Aschans wissenschaftliche und außerwissenschaftliche Tätigkeit gewirkt. Seine Frau war ihm eine treue Lebensgefährtin bis zum Tode.

Das wissenschaftliche Werk.

Aschan betrat das Gebiet der alicyclischen Verbindungen, dem fortan seine Lebensarbeit gelten sollte, im Jahre 1887. Nicht eine besondere wissenschaftliche Neigung war es, die ihn zur Beschäftigung mit den alicyclischen Verbindungen führte; hatte er sich doch zuvor ohne weitgesteckte Ziele auf dem Gebiete der aromatischen Chemie bald hier, bald dort versucht. Es war vielmehr ein äußerer Anlaß, derselbe, der etwa ein Jahrzehnt früher den russischen Chemiker Wladimir Wassiljewitsch Markownikow und nicht ganz ein Jahrzehnt später den mit Aschan ungefähr gleichaltrigen Nicolai Dimitrijewitsch Zelinsky auf das gleiche Arbeitsfeld geführt hat. Es galt, die großen Naphthavorkommen Rußlands vorteilhaft und möglichst vollständig auszunutzen. An Markownikow hatte sich seinerzeit die russische Industrie gewandt, damit überhaupt erst einmal die chemische Natur der im kaukasischen Erdöl vorkommenden Verbindungen klargestellt und eine Trennung der verschiedenen Kohlenwasserstoffe möglich wurde. Bei Aschan handelte es sich schon um ein spezielles Problem, nämlich um die Verwertungsmöglichkeiten der bei der Erdöldestillation als unverwertbar anfallenden Naphthensäuren. Hier zeigt sich wieder einmal, wie auch sonst oft genug, daß in der Chemie das Vorwärtstreben der Forschung keineswegs immer durch den Drang, die wissenschaftliche Erkenntnis nach einer bestimmten Richtung der logischen Entwicklung entsprechend zu vertiefen, bestimmt wird, sondern stark, mehr als in anderen Zweigen der Naturwissenschaften, durch technische Fragestellungen gelenkt wird. Sehr bald stellte sich heraus, daß an eine technische Lösung der Aschan gestellten Aufgabe zunächst gar nicht zu denken war; auch heute ist trotz vieler darauf verwandter Arbeit das Problem der technischen Verwertbarkeit der Naphthensäuren noch nicht befriedigend gelöst. Aschan erkannte, daß vor allem eine rein wissenschaftliche Bearbeitung, und zwar eine sehr gründliche, notwendig sei, ehe man überhaupt weiter denken könne.

Die Naphthensäuren erwiesen sich alsbald als ein schwierig entwirrbares Gemisch von alicyclischen Monocarbonsäuren; rein darzustellen und zu charakterisieren waren anfangs nur eine Säure mit 6 und eine Säure mit

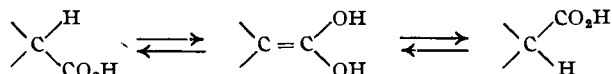
7 Kohlenstoffatomen. Synthetische Verbindungen, mit denen man sie hätte vergleichen und dadurch möglicherweise in ihrer Struktur hätte festlegen können, waren bis dahin noch nicht erhalten worden. Es hatten aber gerade die Arbeiten Adolf v. Baeyers über die Hydrierung der Phthalsäuren einen Weg in die hydroaromatische Reihe eröffnet, und so machte sich Aschan alsbald daran, auf ganz entsprechende Weise Benzoesäure durch stufenweise Hydrierung mit Natriumamalgam in Hexahydrobenzoesäure überzuführen, was ihm auch gelang, ungefähr gleichzeitig mit Markownikow, den seine Naphthenarbeiten auf das gleiche Problem geführt hatten. Allerdings war die Hexahydrobenzoesäure nicht mit der Naphthensäure mit 7 Kohlenstoffatomen identisch, die Aschan daraufhin als Derivat des Cyclopentans ansprach. Es bedurfte noch weiterer mühevoller Arbeit an den Naphthenen und den Naphthensäuren selbst, um die gesicherte Erkenntnis zu gewinnen, daß beide Stoffklassen chemisch aufs engste zusammengehören und sich teils vom Cyclopentan, teils vom Cyclohexan ableiten.

Seine grundlegende Arbeit über die Hexahydrobenzoesäure führte Aschan während eines längeren Studienaufenthaltes in Deutschland im Laboratorium Adolf von Baeyers in München 1890—1891 aus. Von allen Aufenthalten im Ausland hat ihm dieser am meisten gegeben; aus diesem Grunde gedachte Aschan auch stets Baeyers mit besonderer Verehrung und überreichte ihm später zu seinem 70. Geburtstag sein gerade vollendetes Werk über die alicyclischen Verbindungen als Geschenk.

Wenn auch die Hexahydrobenzoesäure Aschan für die weitere Untersuchung der Naphthensäuren und der Naphthene nichts half, so ist doch die Arbeit an ihr richtungweisend für manche späteren Untersuchungen geworden. Lange Zeit hindurch ist die Auswirkung der Münchener Schule in seinen Arbeiten zu spüren, nicht unmittelbar in den Themenstellungen, denn in diesen war Aschan durchaus selbständig, wohl aber in der experimentellen Methodik. Es ist reizvoll, diesen Faden in den Arbeiten Aschans zu verfolgen; ohne Rücksicht auf die zeitliche Reihenfolge der übrigen, von Aschan bearbeiteten Fragestellungen soll deshalb hier zunächst einmal gezeigt werden, wie Aschan Reaktionen, die v. Baeyer bei den Hexahydrophthalsäuren durchgeführt hatte, für die Konstitutionsaufklärung von hydroaromatischen Dicarbonsäuren der Campher- und Fenchonreihe nutzbar zu machen verstanden hat. Es handelt sich vornehmlich um folgende Reaktionen: Erstens die Umlagerung von *cis*- und *trans*-Form ineinander durch Erhitzen mit Salzsäure, ferner die Abhängigkeit der Fähigkeit zur Anhydridbildung von der Entfernung der Carboxyle, und schließlich die Abwandlungen der nach Hell-Volhard-Zelinsky über das Säurechlorid hergestellten α -bromierten Säuren, die mit Lauge teils in Oxy Säuren übergehen, teils auch, was für die Konstitutionsaufklärung noch wichtiger ist, unter Bromwasserstoffabspaltung ungesättigte Säuren bilden können, die dann leicht weiterem Abbau zugänglich sind.

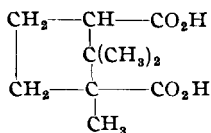
Aschan erkannte alsbald bei seinen Untersuchungen über die Campher-säure, daß eine sterische Umlagerung, wie sie Baeyer bei der Hexahydrophthalsäure beobachtet hatte, keineswegs immer eintritt. Sie ist nur dann möglich, wenn sich am carboxyltragenden Kohlenstoffatom noch ein Wasserstoffatom befindet, dessen Gegenwart durch die Bildung einer α -bromierten Säure erkannt werden kann. Später (1912) stellte er, um diese Tatsache zu

erklären, die Hypothese auf, daß die Umlagerung auf eine Art Enolisierung des Carboxyls zurückzuführen ist:

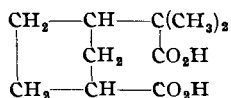


Auf den gleichen Gedanken, der sich in der Folgezeit als richtig erwiesen hat, kam wenig später Ernst Mohr. Mit welcher Vorsicht jedoch Aschan bei der Anwendung dieser Hypothese vorgegangen wissen wollte, zeigt sich bei seiner Behandlung des Falles der Umlagerung von Maleinsäure in Fumarsäure; für diesen gibt er zwar eine entsprechende Formulierung, weist aber dabei ausdrücklich auf andere Erklärungsmöglichkeiten hin, die mit einer Anlagerung an die C=C-Doppelbindung als Vorstufe der Umlagerung arbeiten und, wie wir heute wissen, hier den richtigen Weg weisen. Dagegen kann eine von Aschan ausgesprochene Vermutung, daß die Enolform der Säurechloride bei der Bildung α -bromierter Säurechloride als Zwischenstufe für eine Anlagerung von Brom eine Rolle spiele („Theorie der Enolsubstitution“), heute zum mindesten nicht mehr voll aufrecht erhalten werden²⁾. Sie führte ihn gleichwohl zu interessanten Beobachtungen über den Verlauf der Reaktion, die sich weniger einfach abspielt, als man früher angenommen hatte; es entstehen nämlich nebeneinander bromiertes Säurechlorid und bromiertes Säurebromid unter Entwicklung von Bromwasserstoff und Chlorwasserstoff, also findet keine einfache Substitution von H durch Br statt.

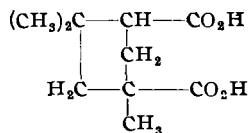
Für die Strukturbestimmung der isomeren Camphersäuren war die von Aschan über die Rolle des α -ständigen Wasserstoffs bei der Isomerisierung gewonnene Erkenntnis von grundlegender Bedeutung. Es ergab sich daraus mit Sicherheit, daß das eine der beiden Carboxyl tragenden Kohlenstoffatome quartär, das andere tertiär sein mußte. Später (1910) wurde dieselbe Feststellung bei der Camphensäure, die als Hauptprodukt bei der Oxydation von Camphen mit alkalischem Permanganat entsteht und gewöhnlich Camphen-camphersäure genannt wird, gemacht, und weiterhin (1912) auch bei der durch Oxydation des Isofenchons erhaltenen Isofenchensäure. Die mit Hilfe weiterer Reaktionen geführte Strukturbestimmung der letzteren bedeutete gleichzeitig einen Strukturbeweis für das Isofenchon und war außerdem bedeutungsvoll für die Erkenntnis der Strukturen in der Fenchonreihe überhaupt.



Camphersäure.



Camphensäure.

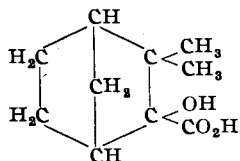


Isfenchensäure.

²⁾ Wenn das α -Kohlenstoffatom der Säure das einzige asymmetrische Kohlenstoffatom des Moleküls ist, müßte die bromierte Säure vollständig racemisiert sein, was jedoch nicht der Fall ist, wenngleich weitgehende Racemisierung beobachtet wird. Aschan hat diesen Fall übrigens nicht gänzlich übersehen, wie aus seinen Ausführungen in „Naphthenverbindungen, Terpene und Campherarten“, S. 109 unten hervorgeht. — Erst sehr viel später ist Licht in den Chemismus der α -Substitution der Säuren (und auch der Ketone und Aldehyde) gekommen, und die „Theorie der Enolsubstitution“ ist heute durch eine feiner in die Einzelheiten des Vorgangs eingehende theoretische Vorstellung zu ersetzen, die letzthin F. Arndt und B. Eistert ausführlich dargestellt haben (B. 74, 436 [1941]).

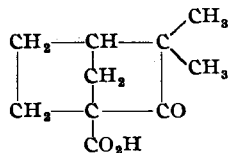
Dagegen konnte die Struktur der Camphensäure nicht zum Beweis für die Struktur des Camphens herangezogen werden; durch sehr sorgfältige Untersuchungen stellte Aschan fest, daß bei der Oxydation des Camphens zur Camphensäure eine Umlagerung stattgefunden hat. Hand in Hand damit gingen die Versuche, die Struktur der Camphensäure eindeutig zu beweisen. Obwohl die Arbeiten über die Camphensäure und Isocamphensäure zeitlich viel später liegen als die originellen stereochemischen Betrachtungen, die Aschan im Anschluß an seine Camphensäurearbeiten anstellte, sollen sie hier vorweggenommen werden, da bei ihnen die Weiterverarbeitung der α -bromierten Säuren folgerichtig durchgeführt wird.

Camphen gibt bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat als Hauptprodukt die oben erwähnte Camphensäure, eine Dicarbonsäure, daneben eine α -Oxysäure, die Camphenylsäure. Letztere ist, wie wir heute wissen, das normale Oxydationsprodukt des Camphens, und es kommt ihr folgende Formel, die u. a. durch ihre Überführung in Camphenilon bewiesen wird, zu:

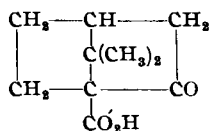


Georg Wagner hatte angenommen, daß sie eine Zwischenstufe bei der Camphensäurebildung darstelle; Aschan konnte diese Annahme widerlegen, denn unter Bedingungen, die den bei der Oxydation herrschenden vergleichbar sind, ließ sich die Camphenylsäure nicht in Camphensäure verwandeln³⁾. Erst beim Erhitzen mit feuchtem geschmolzenem Kaliumhydroxyd entsteht unter Wasserstoffentwicklung Camphensäure, wie Aschan sehr viel später fand.

Die Camphensäure läßt sich durch Erhitzen mit Säuren teilweise in eine stereoisomere Form umlagern. Keine der beiden stereoisomeren Camphenensäuren gibt ein Anhydrid, also liegt weder eine substituierte Bernsteinsäure noch eine substituierte Glutarsäure vor. Vielmehr ist eine substituierte Adipinsäure zu vermuten, bei der allerdings das Ausbleiben einer Ketonbildung beim Erhitzen überrascht. Doch sah Aschan darin keinen Beweisgrund gegen eine 1.6-Stellung der Carboxyle wie in der Adipinsäure, und zwar wie sich einige Jahre später (1911) herausstellte, mit vollem Recht: Statt eines Ketons entsteht die Camphenonsäure, die (1915) als beständige β -Ketonsäure erkannt wurde und in ihrer Beständigkeit der u. a. von Komppa unter-



Camphenonsäure.

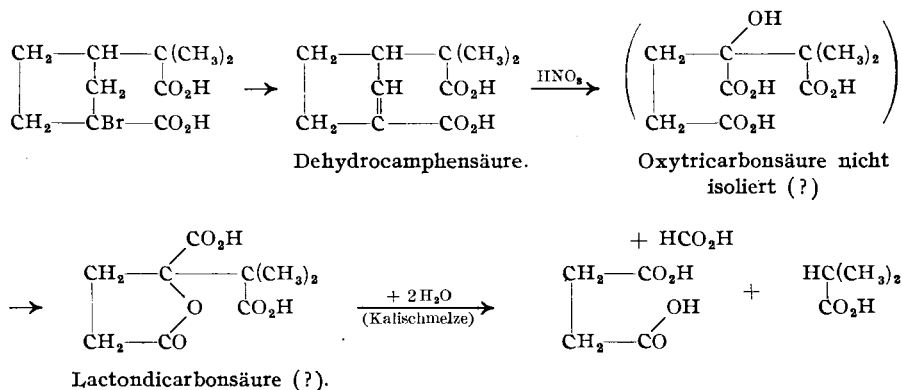


Ketopinsäure.

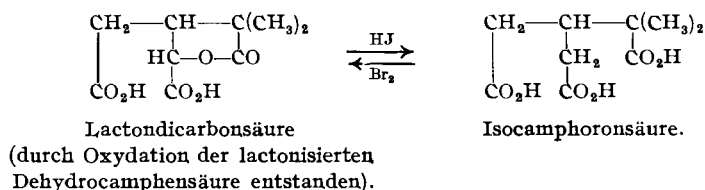
³⁾ Allerdings ist zu bedenken, daß es zwei diastereomere Camphenylsäuren geben muß; es könnte sein, daß eine von diesen sich leicht, die andere wesentlich schwieriger umlagert und die Bildung der Camphensäure auf die Umlagerung der instabileren Camphenylsäure zu Carbocamphenilon (s. unten) zurückzuführen ist.

suchten Ketopinsäure an die Seite zu stellen ist. 1927 hat Bredt⁴⁾ die ungewöhnliche thermische Beständigkeit dieser beiden Säuren theoretisch verständlich gemacht.

Die Camphensäure läßt sich nun nach Hell-Volhard-Zelinsky in eine α -Monobromsäure überführen, aus der durch Behandlung mit Sodalösung eine nicht zur Lactonbildung befähigte Oxycamphensäure — die also keine γ -Oxysäure sein kann — und eine Dehydrocamphensäure unter Bromwasserstoffabspaltung entsteht. Letztere wird durch Oxydation mit Salpetersäure weiter abgebaut zu dem Lacton einer Oxytricarbonsäure. Diese Lactonsäure gibt beim Erhitzen mit Kaliumhydroxyd als Spaltstücke Bernsteinsäure, Isobuttersäure, Oxalsäure und Ameisensäure. Aschan formulierte diese Vorgänge wie folgt und begründete damit die oben gegebene Struktur der Camphensäure:



Später kamen ihm jedoch Bedenken, ob die für die Lactonsäure angenommene Struktur richtig sei, als er aus ihr durch Reduktion mit Jodwasserstoff Isocamphoronsäure erhielt. Diese Bedenken waren gerechtfertigt, doch führte Aschan bei der Deutung eine alte, unrichtige Formel Baeyers für die Isocamphoronsäure irre. Die Struktur der Lactondicarbonsäure ist erst durch eine Synthese aus Isocamphoronsäure und Brom, die P. Lipp⁵⁾ verwirklichte, festgelegt worden.



Die richtige Struktur der Lactondicarbonsäure hatte außer Lipp auch S. V. Hintikka, ein Schüler Komppas, vermutet.

Bei der Isofenchosäure hat Aschan die Konstitutionsbestimmung in grundsätzlich der gleichen Weise angegriffen. Hier liegt eine anhydrid-

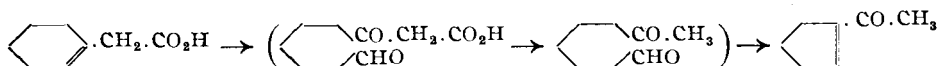
⁴⁾ Ist die Beständigkeit der Ketopinsäure ein Sonderfall der Bredtschen Regel?, Komppa-Festschrift, Helsinki 1927.

⁵⁾ B. 47, 2994 [1914].

bildende, substituierte Glutarsäure vor, die sich nur an einem der beiden Asymmetriezentren umlagern läßt; aus der α -bromierten Säure wurde eine α -Oxy-isofenchosäure und eine Dehydro-isofenchosäure⁶⁾ erhalten; weiter führte diesmal die Kalischmelze der Oxyssäure, die u. a. $\alpha,\alpha,\alpha',\alpha'$ -Tetramethylglutarsäure ergab.

Es tut der Leistung Aschans als Forscher keinen Abbruch, daß er bei der Camphensäure den endgültigen Konstitutionsbeweis nicht geliefert hat, sondern diesen Ruhm dem jungen Peter Lipp, der aus der Schule des Altmeisters Julius Brecht hervorgegangen ist, lassen mußte. Der von Lipp beschrittene Weg der Synthese, der hier zum Ziele führte, lag Aschan eben nicht so wie die analytische Arbeit des Abbaus und das mit ihr verbundene Kombinieren, das er mit besonderem Geschick handhabte. Die für ihn charakteristische vorsichtige, ja manchmal übervorsichtige Art, hierbei nur Schritt für Schritt vorwärts zu gehen, manchmal auch einen Schritt zurückzutreten, tritt uns gerade in seinen Arbeiten über die Camphensäure und den damit verknüpften Camphenarbeiten besonders deutlich entgegen.

Stellt man die Formel der Camphensäure neben die heute als richtig erkannte Wagnersche Formel des Camphens, so erkennt man, daß bei der Bildung der Säure eine Umlagerung vor sich gegangen sein muß. Bei der Oxydation mit alkalischer Permanganatlösung sind nun aber nur sehr selten Umlagerungen beobachtet worden. Vereinzelt dahingehende Beobachtungen haben Wallach und W. H. Perkin jun. gemacht, von denen die bekannteste die Oxydation der Δ^1 -Cyclohexenessäure zu Δ^1 -Acetylcyclopenten ist:



Hierbei handelt es sich aber um keine eigentliche Umlagerung, sondern um eine Ringverengerung infolge innermolekularer Aldolkondensation mit nachfolgender Wasserabspaltung. Der Fall ist also der Bildung von Camphensäure aus Camphen nicht analog; bei dieser findet vielmehr eine bei Oxydationen mit Permanganat sonst nicht bekannte Umkehrung der Benzilsäure-Umlagerung statt.

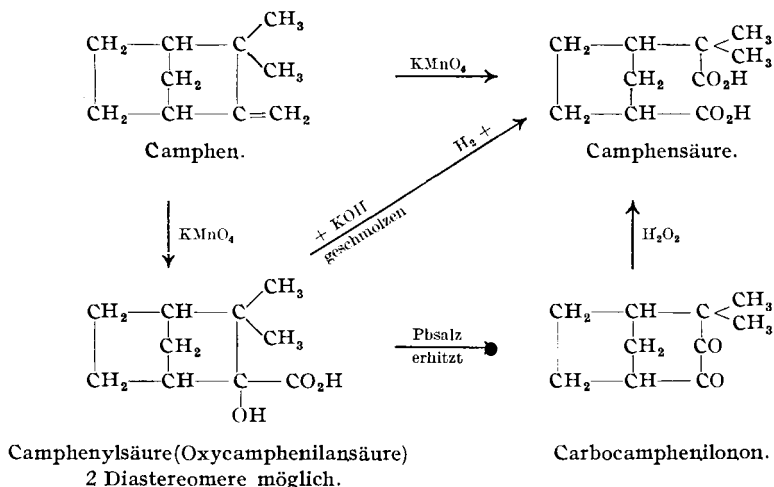
Unter ganz anderen Bedingungen vollzieht sich eine Umkehrung der Benzilsäureumlagerung bei der Bildung von Carbofenchonon beim Erhitzen des Bleisalzes der α - und β -Fenchocarbonsäure⁷⁾ und von Carbocamphenilonon aus dem Bleisalz der Oxycamphenylansäure⁸⁾. Die gleiche Umkehrung der Benzilsäureumlagerung erfolgt bei der oben erwähnten, von Aschan entdeckten Umlagerung der Camphenylsäure=Oxycamphenylansäure durch Erhitzen mit geschmolzenem Kali, nur wird hier das Diketon nicht gefaßt, sondern unter Aufnahme von Wasser bei gleichzeitiger Wasserstoffentwicklung in das Kaliumsalz der Camphensäure verwandelt, was im Endeffekt

⁶⁾ Der oxydative Abbau der Dehydrofenchosäure mit Kaliumpermanganat, der nicht wie erwartet verläuft, ist von Aschans Schüler N. J. Toivonen 1915 durchgeführt und aufgeklärt worden. A. **419**, 176 [1919].

⁷⁾ Wallach, A. **300**, 300 [1898]; **315**, 275 [1901].

⁸⁾ S. V. Hintikka, B. **47**, 512 [1914]. Statt Oxycamphenylansäure müßte es richtiger Oxy-camphenyl-an-carbonsäure heißen. Diese Säure ist identisch mit der Camphenylsäure.

einer Oxydation durch Wasserstoffperoxyd gleichkommt. Man hat also folgenden interessanten Cyklus:



Um die Tatsache der Umlagerung sicher zu stellen, führte Aschan außerordentlich sorgfältige Untersuchungen über die Einheitlichkeit des zur Reaktion gebrachten Camphens durch, die gleichzeitig die von ihm immer für sehr wahrscheinlich gehaltene Wagnersche Camphenformel erhärteten und die Gegenwart eines ringhomologen Camphens⁹⁾ mit Sicherheit ausschlossen. Hierbei entdeckte Aschan 1908 das Camphenhydrat und vervollständigte die Kenntnis des diesem stereoisomeren Methylcamphenilols, das einige Jahre vorher Moycho und Zienkowski aus Camphenilon nach Grignard erhalten hatten; auffallend ist der sehr große Unterschied der beiden tertiären Alkohole in ihrer Neigung, Wasser abzuspalten, die beim Methylcamphenilol für einen tertiären Alkohol auffallend gering ist.

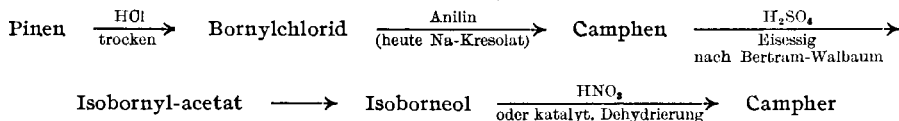
Weiter wurden grundlegende Beobachtungen über das Camphenhydrochlorid und seine Isomerisierung zum Isobornylchlorid gemacht und die verschiedenen leichte Angreifbarkeit der beiden Chloride durch alkoholisches Kali festgestellt. Ihre vollständige Deutung fanden die Verhältnisse jedoch erst viele Jahre später durch ergänzende Versuche nebst theoretischen Überlegungen, die Hans Meerwein anstellte; um die neben der Umlagerung meist einherlaufende Racemisierung vollkommen zu verstehen, mußten noch weitere Ergänzungen hinzukommen, die Sergej Nametkin, Josef Houben und Julius Bredt beibrachten. Daraus, daß eine so große Anzahl namhafter Forscher das Problem der Umlagerung des Camphenhydrochlorids bearbeiten mußte, ehe es als geklärt gelten konnte, kann man die Schwierigkeiten der Untersuchungen ermessen. Auch heute noch kann man übrigens bei den Reaktionen des Camphens und von ihm abgeleiteter Verbindungen Überraschungen erleben, wie neuerdings wieder Peter Lipp und Maria Lipp-

⁹⁾ Dieses ringhomologe Camphen
$$\begin{array}{c}
 \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C}(\text{CH}_3)_2 \\
 | \quad | \quad | \\
 \text{CH}_2 \quad \text{CH} \\
 | \quad | \\
 \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}
 \end{array}$$
 ist später von P. Lipp,

Goetzen u. Reinartz (A. 453, 1 [1927]) synthetisiert worden.

Bredt-Savelsberg zeigen konnten. Aschans Vorsicht war also durchaus am Platze.

Schwierigkeiten von prinzipiell der gleichen Art wie beim Camphen begegnet man bei den Umwandlungen des Pinens, denen Aschan ebenfalls sehr viel Arbeit widmete. Anregungen zu diesen Arbeiten über Pinen und Camphen hatte ihm seine Tätigkeit in der Industrie, zumal die Leitung des Laboratoriums bei Schering-Kahlbaum im Jahre 1907, gegeben. Diese Firma stellt heute noch den synthetischen Campher im wesentlichen nach dem von Aschan genau durchforschten Verfahren aus Pinen her:



Die Bildung von Bornylchlorid aus Pinen ist, wie zuerst G. Wagner erkannt hat, eine Retropinakolin-Umlagerung. Streng wird sie einer solchen jedoch erst vergleichbar, wenn man als erste Stufe der Reaktion die Bildung des tertiären Pinenhydrochlorids annimmt, welches dann die Umlagerung erleidet. Dieses sah Aschan ursprünglich — im Gegensatz zu Wallach, der die Lösung des Vierrings als Primärreaktion annahm — als labile Zwischenstufe an, die sich gewissermaßen im Entstehungszustand weiter verändert; dies hielt ihn jedoch nicht von dem Bemühen ab, nach dem wahren Pinenhydrochlorid zu suchen. Es gelang ihm denn auch dessen Darstellung aus α - wie aus β -Pinen, wenn auch nicht in ganz reinem Zustande dadurch, daß er mit absolut trocknen Stoffen, Äther als Verdünnungsmittel und bei sehr niedriger Temperatur arbeitete.

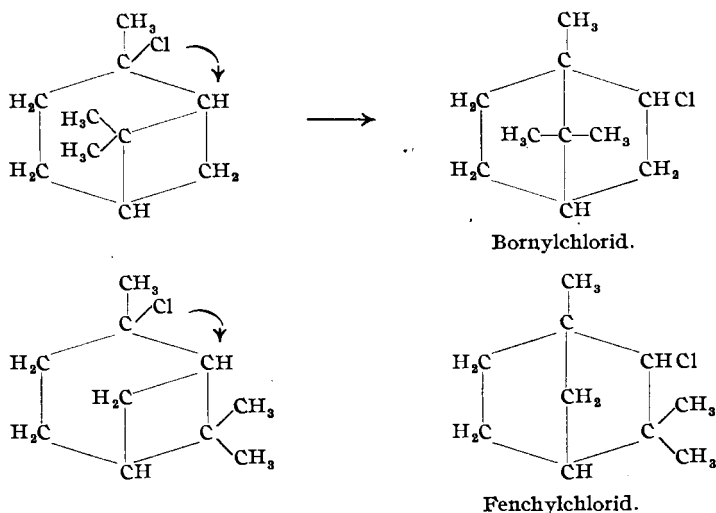
Abspaltung von Chlorwasserstoff aus dem Pinenhydrochlorid mit Anilin ließ, gleichgültig von welchem Pinen ausgegangen wurde, α -Pinen entstehen.

Die sterische Einheitlichkeit des von Aschan und später auch von Meerwein erhaltenen tertiären Pinenhydrochlorids ist nicht erwiesen; nach Aschan ist es vielmehr wahrscheinlicher, daß die beiden Diastereomeren, die möglich sind, nebeneinander entstehen.

Die Bildung eines wahren tertiären Pinenhydrochlorids setzt nun nicht lediglich die Bildung des Bornylchlorids in unmittelbare Parallele zur Retropinakolin-Umlagerung, sondern macht überdies verständlich, weshalb neben Bornylchlorid auch Fenchylchlorid entsteht; letzteres ist der Ursprung der Fenchene, die man bei der Chlorwasserstoffabspaltung aus dem rohen Bornylchlorid neben Camphen (und Dipenten, Bornylen und Tricyclen) findet. Bei der Bildung des Bornylchlorids geht der Vierring des Pinens zwischen den Kohlenstoffatomen 2 und 7 (C_7 trägt die geminale Dimethylgruppe) auf, bei der Bildung des Fenchylchlorids zwischen 2 und 3 (C_3 trägt die CH_2 -Gruppe). Von den Fenchenen hat Aschan ein gegen Permanganat stabiles, das Cyclofenchene, von ihm ursprünglich β -Pinolen genannt, rein herausgearbeitet; das α -Pinolen genannte Gemisch der übrigen, dem Siedepunkt nach zur Fencheneihe gehörenden Terpene wurde im einzelnen nicht weiter entwirrt.

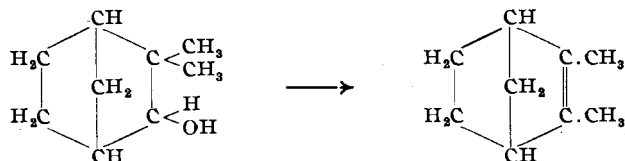
Diese Arbeiten bilden den Ausgangspunkt für die Fenchearbeiten aus der Aschanschen Schule an der Universität Helsinki. Sie fanden zunächst in einer umfassenden Arbeit von W. Qvist über die isomeren Fenchene ihren

Niederschlag und wurden später von N. J. Toivonen durch Entdeckung des ϵ -Fenchens ergänzt.



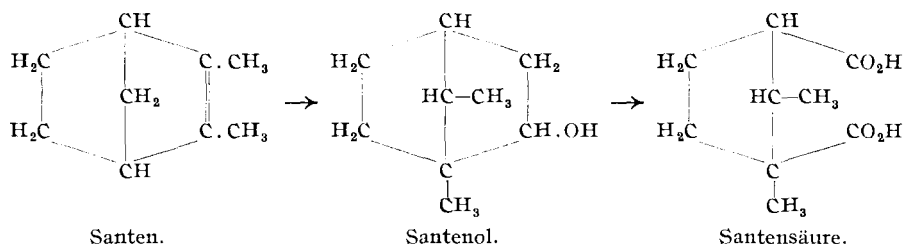
Gleichzeitig mit diesen Untersuchungen wurden ausgedehnte Arbeiten über die Fenchene von Komppa und dessen Mitarbeitern an der Technischen Hochschule in Helsinki durchgeführt. Das Gebiet der Fenchene, das zur Zeit der klassischen Arbeiten Wallachs trotz zahlreicher Versuche, in es einzudringen, noch als unbekannte Wildnis gelten mußte, ist heute durch die fast ausschließlich von finnischen Chemikern vorgenommenen Rodungen ein wohlbebauter Acker geworden. Auch Früchte hat dieser bereits getragen, denn es ist durch diese späteren Arbeiten Licht in den Verlauf der Umlagerungsreaktionen in der Fenchereihe gekommen. So hat sich beispielsweise Aschans 1912 ausgesprochene Vermutung, daß das Cyclofenchene eine wichtige Rolle bei der Entstehung der verschiedenen Fenchene spiele, mehr als 20 Jahre später durch die Arbeiten Komppas als zutreffend erwiesen.

Es kreuzen sich hier die Wege Aschans und Komppas, der beiden führenden Chemiker Finnlands. Das ist auch sonst mehrfach der Fall, so bei Aschans Arbeiten über das Santen C_9H_{14} , ein niedrigeres Homologes der gewöhnlichen Terpene, dessen Vorkommen im Vorlauf des sibirischen Fichtennadelöls Aschan 1907 nachwies. Dies ermöglichte es Hintikka und Komppa, festzustellen, daß bei der Wasserabspaltung aus Camphenilol unter Retro-pinakolin-Umlagerung eben dieses Santen¹⁰⁾ gebildet wird:



¹⁰⁾ Die richtige Strukturformel für das in der Natur vorkommende Santen ist zuerst von F. W. Semmler u. K. Bartelt (B. 41, 130 [1909]) aufgestellt, aber nicht exakt bewiesen worden; die richtige, aber ebenfalls nicht in allen Einzelheiten bewiesene Formel für das Santenol stammt von denselben Forschern (B. 40, 4471 [1907]).

Santen seinerseits geht, wie Aschan feststellte, mit Eisessig-Schwefelsäure unter Retropinakolin-Umlagerung in Santenol über, dessen Konstitution er durch das Studium der bei der Oxydation daraus entstehenden Santensäure wahrscheinlich machen konnte¹¹⁾.



Die hier geschilderten Arbeiten sind, mit Ausnahme der älteren über die Camphersäuren, im wesentlichen das Ergebnis der fruchtbaren 7 Schaffensjahre 1908—1914. Die reiche Ernte ist jedoch keineswegs das Ergebnis dieser Jahre allein und der Fruchtbarkeit eines jungfräulichen Bodens zuzuschreiben. Der Acker, auf dem Aschan arbeitete, war zuvor von ihm gründlich umgepflügt worden, so gründlich, wie es vor und nach ihm niemand auf dem Terpengebiet getan hat. Er hat eine theoretische Vorarbeit geleistet, zu der andere Forscher, von der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen gerade auf diesem Gebiete gefangen genommen, keine Zeit gefunden hatten. Diese theoretische Arbeit beginnt mit der 227Seiten umfassenden Dissertation, „Struktur- und stereochemische Studien in der Camphergruppe“, die 1895 vollendet wurde. Als Ergänzung und Abrundung der Dissertation wird die in Buchform erschienene Abhandlung „Die Struktur des Camphers und seiner wichtigsten Derivate“ 1903 fertiggestellt. In der Zwischenzeit wächst sich die literarische Arbeit aus zu dem großen, über 1000 Seiten starken Werk „Chemie der alicyclischen Verbindungen“, das 1905 erschien. Zu diesen Werken kommen noch die Mitarbeit an dem Lehrbuch der Chemie von Roscoe-Schorlemmer in Gemeinschaft mit E. Hjelt und J. W. Brühl und die Abfassung eines eigenen Lehrbuches mit Edvard Hjelt in schwedischer Sprache, das von 1895—1922 in 4 Auflagen erschien. Von seinem letzten Buch „Naftenföreningar, terpener och kamferarter“, wird noch weiter unten die Rede sein. Diese ausgedehnte literarische Tätigkeit vermittelt einen besonders klaren Einblick in die Denkweise Aschans. Während beim reinen Experimentator der Nachwelt die bei den Experimenten leitend gewesenen Ideen vielfach verloren gehen, weil sie häufig Augenblickseinfälle sind, die nicht aufgeschrieben werden, oft sich auch unter dem Eindruck des Experiments wandeln, heute anders sich ansehen als morgen oder übermorgen, so ist das bei einem Forscher, der bedächtiger ist und sich über das von ihm experimentell bearbeitete Gebiet nach allen Richtungen hin Rechnung abzulegen verpflichtet fühlt, anders.

Bereits in seiner Helsingforsser Dissertation: „Struktur- und stereochemische Studien in der Camphergruppe“, noch klarer aber in seiner 1903

¹¹⁾ Endgültig ist die Konstitution der Verbindungen der Santenreihe erst durch die Arbeiten von G. Komppa (B. **62**, 1751 [1929]; **67**, 828 [1934]) und T. Enkvist (Journ. prakt. Chem. [2], **137**, 261 [1933]), festgelegt worden. T. Enkvist, zurzeit stellvertretender Adjunkt der organischen Chemie, ist von väterlicher wie von mütterlicher Seite ein Neffe O. Aschans.

erschienenen kleinen Schrift „Die Konstitution des Camphers und seiner wichtigsten Derivate“ stellt Aschan die Gedankengänge heraus, mit deren Hilfe man aus den Abbauprodukten des Camphers auf die Struktur des Camphers schließt. Es ist eine im wesentlichen analytische Gedankenarbeit, die er hier leistet; sie ist auch späterhin seine Stärke geblieben, wie sich in den oben bereits erwähnten Arbeiten über die Camphensäure, Isofenchonsäure und Santensäure zeigt. Folgt er in dieser Denkweise den Spuren von Julius Brecht, so schlägt er daneben doch auch noch eigene Töne an, die seine Originalität als Forscher verraten. Es sind dies die Symmetriebetrachtungen am Gesamtmolekül, bei denen er auf einem anderen Wege vorangeht als später Brecht in seinen Studien über den Campher und seine wichtigsten Derivate. Aschan überträgt hier die stereochemische Betrachtungsweise, wie sie von Pasteur in die Wissenschaft eingeführt und von Le Bel weiter entwickelt worden ist, auf die komplizierten bicyclischen Ringsysteme; er wendet sie später in seinem Werk „Alicyclische Verbindungen“ bei der Erörterung der stereochemischen Verhältnisse im allgemeinen auch auf andere Verbindungen an. Dagegen bedienen sich fast alle seine Zeitgenossen bei ihren stereochemischen Betrachtungen des asymmetrischen Kohlenstoffatoms als Grundlage; das der Ideenwelt von Kekulé und van 't Hoff entstammt und, wie verständlich, dem lange Zeit im Kekulé'schen Institut tätigen Julius Brecht besonders geläufig war. Auch heute noch erscheint die Gedankenrichtung von Pasteur und Le Bel bei den Erörterungen über die optische Aktivität in den Hintergrund gedrängt gegenüber der von Kekulé-van 't Hoff.

Durch seine Betrachtungen kommt Aschan ebenso wie auf einem anderen Wege Brecht zu dem Schluß, daß der Campher nur in 2 spiegelbildlichen optisch aktiven Formen auftreten kann, obwohl er ebenso wie die Camphersäure zwei asymmetrische Kohlenstoffatome enthält. In Kürze können hier die Modellbetrachtungen Aschans nicht wiedergegeben werden. Seine Überlegungen über die Symmetrie des Gesamtmoleküls führten Aschan auf einen Versuch, der die Symmetrieverhältnisse im Kohlenstoffgerüst des Camphers klarlegen soll: Ist die nach den Abbauprodukten allein zu vertretende Brechtsche Campherformel richtig, so muß der Stammkohlenwasserstoff Camphan eine Symmetrieebene besitzen und daher optisch inaktiv sein. Das Camphan erhielt er 1900 aus stark optisch aktivem, und zwar aus rechts- wie links-drehendem Bornyljodid mit Zinkstaub und Jodwasserstoff in Eisessig als inaktiven Kohlenwasserstoff, also mußte die Brechtsche Formel als die einzige Formel des Camphers, deren Kohlenstoffgerüst eine Symmetrieebene besitzt, die richtige sein. Wie sehr ihn dieser Beweis beschäftigte, erkennt man daran, daß er 1912 den Reaktionsweg variierte und die Reduktion wiederholte; diesmal stellte er das Bornyljodid nicht, wie früher, aus Pinen und Jodwasserstoff, sondern aus Bornylchlorid mittels wasserfreien, in Äther aus Magnesium und Jod bereiteten Magnesiumjodids dar und reduzierte es durch Zink in Eisessig-Chlorwasserstoff zu Camphan. Aschans Gewissenhaftigkeit geht hier, so wie auch sonst gelegentlich, so weit, daß er seinen eigenen Versuchen ein Mißtrauen entgegenbringt, als handele es sich um Widerlegung der Ergebnisse anderer Forscher. Der Spruch des belgischen Chemikers Stas, der bei seinen Atomgewichtsbestimmungen die gleiche kritische Einstellung hatte, „La doute est l'oreiller du savant“, gilt auch für Aschan.

Gerade bei den Reaktionen der bicyclischen Terpene kann man wegen der so leicht eintretenden Umlagerungen auch wirklich nicht vorsichtig genug sein. Daß bei anderen Reaktionen, so bei der Bildung von Camphen und bei der Darstellung von Campherdichlorid aus Campher mit Phosphorpentachlorid mit Umlagerungen zu rechnen ist, erkannte Aschan schon sehr frühzeitig.

Die Betrachtungen über die Symmetrie bzw. Asymmetrie der Moleküle führten Aschan schon zu Beginn seiner Forscherlaufbahn zu Untersuchungen über die optische Aktivität, darunter, teilweise in Gemeinschaft mit J. W. Brühl in Heidelberg, zu Arbeiten über Derivate des Oxymethylenecamphers. Diese Arbeiten, deren Ergebnis uns heute eigentlich fast selbstverständlich erscheint, zeigen, daß bei der optischen Aktivität einer Verbindung räumliche Isomerie der Substituenten an einem asymmetrischen Gebilde sich ebenso verschieden auf den Drehwert auswirken kann wie Strukturisomerie.

Sehr ausführlich erläutert Aschan die Isomerieverhältnisse bei alicyclischen Verbindungen. Bei seinen Modellbetrachtungen legt er für monocyclische Verbindungen den ebenen Sechsring zu Grunde; bei den bicyclischen Verbindungen vom Typus des Camphans und Pinans konstruiert er jedoch Modelle, in denen der Sechsring räumlich gebaut ist. Auf die konsequente Durchführung des Aufbaues der Modelle aus Kohlenstofftetraedern verzichtet er, entsprechend seiner Einstellung, die Symmetrieverhältnisse des Moleküls vom Gesamtmolekül ausgehend zu betrachten; dadurch entgehen ihm manche Feinheiten, die Bredt bei seinen Modellbetrachtungen aufgefunden hat. Für die Ableitung der Zahl der Isomeren ist das Arbeiten mit einem ebenen Sechsring naturgemäß bequemer als mit einem nicht ebenen. Außerdem war es Aschan trotz vieler Bemühungen nicht gelungen, mehr als eine Hexahydrobenzoesäure zu erhalten oder auch sonst Isomere aufzufinden, die existieren müßten, wenn die von Sachse angegebenen verschiedenen, nicht ebenen Formen des Cyclohexanringes stabil wären. Dennoch lehnt Aschan die Sachsesche Vorstellung von einem gewellten Bau des Cyclohexanringes nicht in Bausch und Bogen ab, faßt die Sachseschen Modelle als Phasen innermolekularer Atombewegungen auf und erkennt einige der Folgerungen, die sich aus dem räumlichen Bau des Cyclohexanringes ergeben, als richtig an. Doch hat er sich eigenartigerweise nie recht mit der ganz konsequenten Durchführung der Tetraederhypothese, wie sie Sachse und später kritischer Mohr gehandhabt haben, befreunden können. Der Grund für diese etwas ablehnende Haltung ist wohl darin zu suchen, daß Aschan in seiner vorsichtigen Art Spekulationen möglichst aus dem Wege zu gehen suchte. Auf diese Einstellung ist auch seine Vorliebe für die Pasteur-Le Belsche Behandlungsweise der Stereochemie zurückzuführen, da diese hypothesenfreier und vorsichtiger gehalten ist als die von van't Hoff.

In seiner Chemie der alicyclischen Verbindungen mußte sich Aschan auch mit der Baeyerschen Spannungstheorie auseinandersetzen. Bei den Fragen, die speziell Aschan bei seinen Experimentaluntersuchungen beschäftigen, war sie ihm eine wertvolle Hilfe, denn sie ermöglicht es, auf Grund thermochemischer Daten eine Formel mit einem Drei- oder Vierring für die Camphersäure und damit auch für den Campher auszuschließen. Das über Cyclopropan- und Cyclobutan-derivate vorliegende Beobachtungsmaterial, auf das man sich damals stützen konnte, genügte ihm jedoch nicht. Deshalb veranlaßte er etwa 7 Jahre nach Veröffentlichung seiner Chemie der ali-

cyclischen Verbindungen G. J. Östling, sich in Deutschland bei W. A. Roth die Technik der modernen Calorimetrie anzueignen und Präzisionsbestimmungen von Verbrennungswärmen an Säuren mit Drei- und Vierringen durchzuführen.

Die Bedeutung physikalisch-chemischer Hilfsmittel für die Konstitutionsforschung hatte Aschan wohl zuerst durch seine Zusammenarbeit mit J. W. Brühl in Heidelberg so recht erkannt, ist aber im Gegensatz zu Brühl davor bewahrt geblieben, deren Bedeutung für die Konstitutionsforschung der Terpene zu überschätzen. Gelegentlich hat Aschan auch die Dissoziationskonstanten organischer Säuren herangezogen, um Anhaltspunkte für deren Konstitution zu gewinnen.

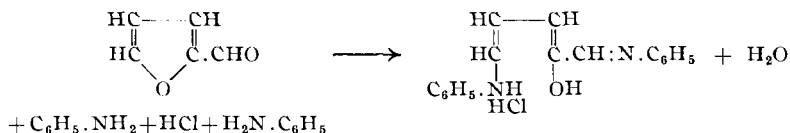
In eine neue Richtung wurden die experimentellen Arbeiten Aschans durch die Ereignisse des Weltkrieges gelenkt. Im Jahre 1916 wurde das Problem brennend, den Verbrauch des beim Papierleimen erforderlichen Harzes und Alauns zu vermindern. Zur Lösung dieses Problems mußte zunächst die Zusammensetzung des aus Kolophoniumleim und Alaun entstehenden Papierleimes erforscht werden. Die Versuche darüber weiteten sich zu ausgedehnten Arbeiten über die Pinusharzsäuren $C_{20}H_{30}O_2$. Obwohl die Existenz von Harzsäuren schon fast 100 Jahre lang bekannt war, war für keine der in der Literatur beschriebenen Harzsäuren die Einheitlichkeit sichergestellt. In mühevoller Arbeit wurden hier die ersten Schritte in ein Gebiet getan, das vorher nur ganz vereinzelt bearbeitet worden war. Die ersten Erfolge wurden bei der Verarbeitung von finnischem Tallöl (Kiefernöl) erzielt, das bei der Sulfatcellulosefabrikation abfällt, wenn die mit Schwefelsäure oder Natriumbisulfat eingedampfte sogenannte Schwarzlauge mit überhitztem Wasserdampf destilliert wird. Es gelang, daraus eine reine Harzsäure, die Pinabietinsäure, darzustellen, deren Konstitutionsaufklärung sich alsbald eine von Aschan veranlaßte Arbeit von Artturi I. Virtanen zum Ziele setzte. Die schwierige Reinigung der Pinabietinsäure konnte durch Beobachtung des Drehungsvermögens in einer sonst nicht gewöhnlichen Weise verfolgt werden: Das Drehungsvermögen der Pinabietinsäure ist sehr stark vom Lösungsmittel abhängig, in verschiedenen Lösungsmitteln sogar von entgegengesetztem Sinne, das der Verunreinigungen wenig. An der reinen Pinabietinsäure wurde in Benzol eine Drehung von $+21^\circ$, in Alkohol eine solche von -31° , in Petroläther von -15° gemessen¹²⁾. Virtanen gewann wichtige Anhaltspunkte für die Konstitution der Säure, die er über ihr Chlorid in den Kohlenwasserstoff Reten überzuführen vermochte, so daß sich eine vorläufige Strukturformel aufstellen ließ. Virtanen verdiente sich bei dieser Arbeit die Sporen; sie war ihm eine Schulung für seine späteren biochemischen und enzymatischen Forschungen, bei denen es auch um die Trennung zahlreicher Stoffe wie bei den Harzsäuren geht.

Aschan selber hatte sich die Vorbedingung für ein erfolgreiches Eindringen in die Harzsäuren, die größte Erfahrung in der Trennung von Gemischen ähnlicher Stoffe erfordert, in seinen früheren und neben den Harzsäurearbeiten weiter fortgeführten Arbeiten über die Entwirrung der verschiedensten Terpentinöle und die Produkte der Holzdestillation geschaffen. Im einzelnen auf diese für die finnische Holzindustrie bedeutungsvollen Arbeiten hier einzugehen, würde zu weit führen. Wie umfassend sie angelegt sind,

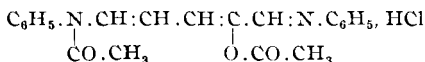
¹²⁾ Auch die allem Anschein nach der Pinabietinsäure stereomere Abietinsäure zeigt in Alkohol und Benzol entgegengesetzten Drehsinn.

zeigt sich unter anderem darin, daß Aschan nicht nur finnische Terpentinöle verschiedener Herkunft untersuchte, sondern in Zusammenarbeit mit der Hercules Powder Company auch verschiedene amerikanische Terpentine und französisches Terpentinöl. Ferner richtete Aschan seine Aufmerksamkeit auch auf das bei der Zellstoffherstellung in den Cellulosekochern in einer Menge von 1.0 kg je Tonne Zellstoff anfallende *p*-Cymol und seine Nitrierung und griff damit Probleme auf, um deren Lösung die chemische Technik anderer Länder noch bis in die letzten Jahre bemüht war.

Im Zusammenhang mit den für Finnland so wichtigen Forschungen über das Holz führte Aschan auch Untersuchungen über die Zusammensetzung der Produkte der Holzdestillation aus und hielt nach Verwendungsmöglichkeiten für die dabei anfallenden Verbindungen Ausschau. Besonders bemühte er sich um das Furfurol; den Furolfarbstoffen sind einige seiner letzten Veröffentlichungen gewidmet. Diese Farbstoffe entstehen, wie man schon lange weiß, aus Furfurol, einem aromatischen Amin und dessen Hydrochlorid unter Aufspaltung des heterocyclischen Ringes nach der Gleichung:



Mit Essigsäureanhydrid konnte Aschan den in der Schiffischen Base enthaltenen Anilinrest abspalten, wobei gleichzeitig ein Acetylrest an drei verschiedenen Stellen des Moleküls eintritt. Aus den so erhaltenen acetylierten Aldehyden ließen sich in verdünntem Alkohol mit den Hydrochloriden aromatischer Amine neue, rotorange Furolfarbstoffe darstellen, z. B.



Die Arbeiten über die Harzsäuren auch nur einigermaßen zu einem gewissen Abschluß zu führen, war Aschan nicht beschieden. Zu weit war das Land, zu dessen Eroberung er den ersten umfassenden Angriff gewagt hatte. Immer neue Ausblicke taten sich auf. Gleichzeitig galt es, die gewonnenen Erkenntnisse durch neue Versuche zu festigen. Das war zu viel Arbeit für einen 60jährigen, der seine Kraft ebenso der Forschung wie auch den Erfordernissen des Tages stets in vollem Einsatz zur Verfügung gestellt hatte. So mußte sich Aschan bei den Harzsäuren damit abfinden, die umfassenden Pläne, die er für deren Bearbeitung entworfen hatte, der Nachwelt zur Verfügung zu stellen. Er tat dies in seinem „Testament“, Naftenföreningar, terpener och kamferarter, das 1926 in schwedischer Sprache, 1929 unter dem Titel „Naphthenverbindungen, Terpene und Campherarten“ in etwas veränderter Form in deutscher Sprache erschien. Hierin hat er sein Lebenswerk einschließlich der Pläne und Anregungen, zu deren Ausführungen er selbst nicht mehr gekommen ist, niedergelegt. Nicht nur bei den Harzsäuren, sondern auch für alle anderen Themata finden sich darin Angaben, nach welcher Richtung das angegriffene Problem wissenschaftlich oder technisch weiter bearbeitet werden kann.

In welcher Richtung Aschan am Schluß seines Lebens hauptsächlich die wissenschaftliche Erkenntnis suchte, geht aus diesem Testament ebenso

wie aus seinen letzten Experimentalarbeiten hervor. Es ging ihm zuletzt um den inneren Zusammenhang der in der Natur vorkommenden alicyclischen Verbindungen, ihren Aufbau aus einfachen Bausteinen und ihre Genese. Von diesem Gesichtspunkt aus sind auch seine bisher noch nicht besprochenen Arbeiten über Isopren, Dipenten, Sylvestren und Kautschuk, die schon im Jahre 1909 begonnen und neben anderen Arbeiten laufend fortgeführt wurden, zu betrachten. Aber auch hier ist wieder wissenschaftliche mit technischer Forschung verbunden. Schon am Anfang dieser Arbeiten 1910 steht eine technisch wichtige Erfindung, nämlich die Entdeckung des metallischen Natriums als Mittel für die Polymerisation von Roh-Isopren zu Kautschuk. Fast zur selben Zeit machten Matthews in England und Harries in Deutschland dieselbe Beobachtung. Bis zur großtechnischen Anwendung von Natrium als Polymerisationsmittel von Dienen in der Technik, die heute allgemein bekannt ist, war jedoch noch ein weiter Weg. Auch die ohne Katalysatoren sich vollziehende Polymerisation des Isoprens bei gewöhnlicher und wenig erhöhter Temperatur wurde untersucht, dabei ein neues Terpen, Dipren genannt, entdeckt. Daß für die Darstellung des Isoprens aus dem Isopentan des Erdöls ausgedehnte Untersuchungen über die Chlorierung des Isopentans und auch anderer Erdölkohlenwasserstoffe und über das Trimethyläthylen ausgeführt wurden, sei nur nebenher erwähnt. Diese Verbindungen für die Darstellung künstlichen Kautschuks nutzbar zu machen, führten nicht zum Ziel. Auch die Rückstände des kaukasischen Erdöls, die Masut genannt werden, waren dafür ungeeignet. Diesem Masut widmete Aschan zu einer Zeit, als Finnland noch zu Rußland gehörte, erhebliche Arbeit, um eine technisch brauchbare Verwendung dafür zu finden.

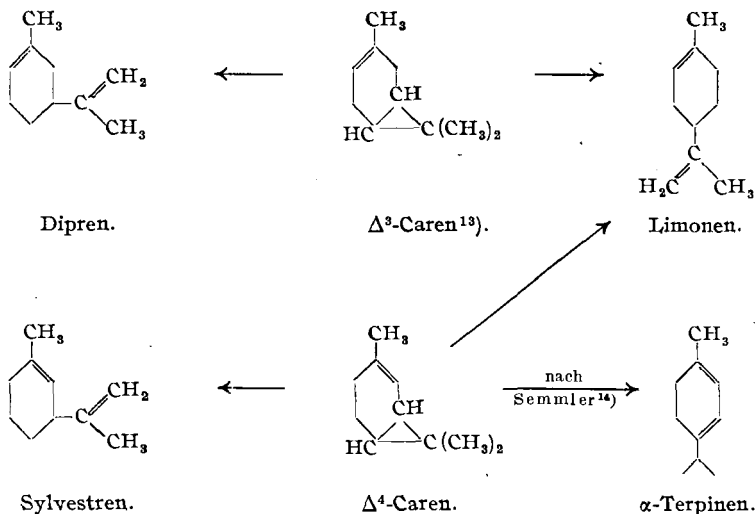
Das bei der Selbstpolymerisation des Isoprens in Kohlendioxydatmosphäre entstandene Dipren erwies sich 1924 als eine Verbindung vom *m*-Cymoltypus, also der Sylvestrenreihe zugehörig. Das veranlaßte Aschan in den letzten Jahren seiner Tätigkeit als Hochschullehrer, sich mit den Verbindungen der Sylvestrengruppe eingehender als früher zu befassen.

Dabei ergab sich, daß das native finnische Terpentinöl gar kein Sylvestren, das an der blauen Färbung, die es mit Essigsäureanhydrid und konz. Schwefelsäure gibt (Wallachsche Reaktion), leicht zu erkennen ist, enthält; dieses entsteht vielmehr erst bei der üblichen technischen Verarbeitung. Überhaupt scheinen allgemein das Sylvestren und überhaupt Terpene vom *m*-Cymol-Typus nicht primär in der Natur gebildet zu werden. Das Sylvestren, das sich im in Öfen destillierten finnischen Kienöl findet, ist in dem bei der Sulfitzellstoff-Herstellung abfallenden Sulfitterpentinöl nicht nachzuweisen. Statt dessen findet sich in der zwischen 167° und 170° siedenden Fraktion Δ^3 -Caren (Isodipren), in der zwischen 163° und 166° siedenden Δ^4 -Caren (Pinonen). In diesen bicyclischen Verbindungen wird bei höherer Temperatur der Dreiring gesprengt, wobei entweder Sylvestren bzw. das diesem isomere Dipren als Verbindungen vom *m*-Cymol-Typus, oder Limonen (Dipenten) vom *p*-Cymol-Typus entstehen können.

Diese Beobachtungen erweitern unsere Kenntnisse über die Entstehung der Terpene in der Pflanze. Als Baustein der Terpene ist seit langem das Isopren erkannt; schon um 1890 hat Wallach den Gedanken, daß die Terpene, Sesqui-, Di- und Polyterpene durch Polymerisation des Isoprens entstehen, ausgesprochen. Die Bildung von Dipenten und Sylvestren kann man unmittelbar als das Ergebnis von Diensynthesen auffassen, wie sie sich im

*

Laboratorium verwirklichen lassen. Diese naheliegende Auffassung, nach der also das fertige Isopren gewissermaßen als biochemischer Faktor in der Pflanze auftritt, wird jedoch durch die Beobachtung erschüttert, daß zum mindesten das Sylvestren in der Pflanze nicht gebildet wird, sondern statt dieses zweifach



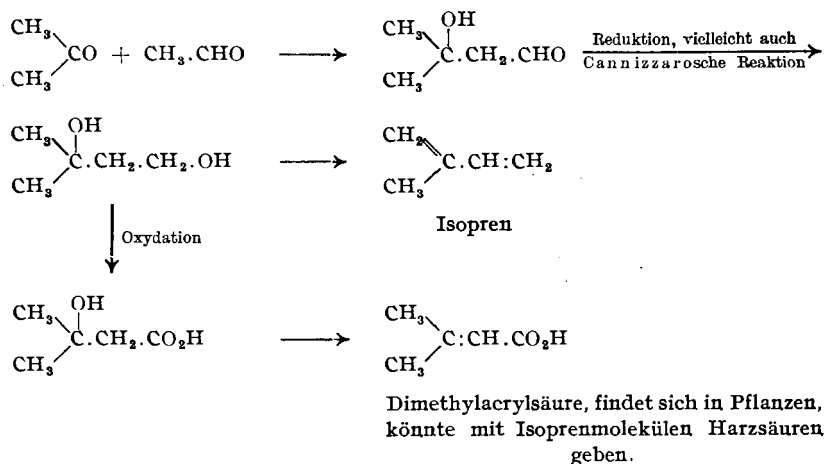
ungesättigten monocyclischen Terpens das energiereichere bicyclische Caren mit dem Dreiring. Ganz abgesehen von dieser Feststellung gibt zu denken, daß der Hauptbestandteil des Terpentinöls das energiereiche, so außerordentlich wandlungsfähige Pinen mit dem Vierring ist. Auf Grund solcher Überlegungen gewinnt eine von Aschan 1922, also vor seinen Arbeiten in der Sylvestrengruppe, ausgesprochene Hypothese an Wahrscheinlichkeit, daß das Isopren durch eine Aldolkondensation zwischen Acetaldehyd und Aceton in der Pflanze gebildet wird. Nicht nur aus Isopren selbst, sondern auch aus den bei seiner Bildung durchlaufenen Zwischenstufen entstehen Terpenverbindungen.

„Isopren kann also, entweder fertig gebildet oder in statu nascendi auftretend, mit Recht als das konstitutionelle Wahrzeichen für die genetische Zusammengehörigkeit der Terpene gelten.“ „Bicyclische Terpene sind wahrscheinlich als Anfangs- und Zwischenstufen der innerhalb der Pflanzen stattfindenden Bildung der vielen Terpenverbindungen zu rechnen.“

Das sind die Schlußfolgerungen, zu denen sich Aschan nach der Aufklärung der Sylvestrenfrage berechtigt fühlt. Mit ihnen kann dieser sonst allen Spekulationen so abholde, auf dem Boden des Experiments stehende Forscher, am Ende seines Lebenswerkes angelangt, nicht lediglich einen Schlußstein unter seine Arbeiten setzen, sondern vielmehr ein Vermächtnis aussprechen und der nach ihm kommenden Generation die Wege weisen.

¹³⁾ Der von Aschan in sein Buch (S. 122 unten) von Simonsen übernommene Übergang von Δ³-Caren in Sylvestren ist nicht richtig. Die dort für Sylvestren gegebene Formel kommt dem Dipren zu; Δ³-Caren lagert sich nur sehr schwierig in Sylvestren um, wenigstens, wenn es rein ist (Semmler, B. 60, 1606, unter Punkt 4).

¹⁴⁾ B. 60, 1596 [1927].



So wie bereits seit längerer Zeit sich die Alkaloidchemie nicht nur mit der Konstitutionsaufklärung und der laboratoriumsmäßigen Synthese von Alkaloiden befaßt, sondern mehr und mehr durch Synthese unter biologischen Bedingungen die Entstehung der Alkaloide in der Pflanze zu ergründen sucht, so wird es auch in Zukunft eine Aufgabe der Terpenchemie sein, herauszufinden, wie sich im einzelnen in der Natur die Bildung dieser Verbindungen vollzieht. Da nun nicht nur die Terpene im engeren Sinne und die ihnen verwandten Harzsäuren, sondern auch Carotinoide, Cholesterin und die Sexualhormone Isopren als Baustein erkennen lassen, liegt hier ein weites Feld vor dem biologischen Chemiker, der seine Arbeit, ausgehend von dem zweiten der oben genannten Sätze Aschans, mit der Frage der Entstehung der bicyclischen Terpene wird beginnen müssen.

Mit seinem wissenschaftlichen Werk hat Aschan die Chemie in Finnland stofflich in ganz bestimmte Bahnen gelenkt. Unabhängig von ihm hat in derselben Richtung sein Kollege an der Technischen Hochschule in Helsinki, Gustav Komppa, der ebenfalls hervorragende Arbeiten auf dem Gebiet der Terpenchemie ausgeführt hat, gewirkt. Die starke Bevorzugung eines bestimmten Zweiges einer Wissenschaft in einem Lande, wie hier die Bevorzugung der Terpenchemie in Finnland, hat tiefere Gründe. Diese lassen sich gerade am Lebenswerk Aschans deutlich aufzeigen. Aschan wird auf sein Arbeitsgebiet durch eine Forschungsaufgabe geführt, die ihm durch Beziehungen vermittelt wurde, die Finnland damals durch seine politische Bindung an das große Rußland hatte; sie betraf die Verwertung eines der wertvollsten russischen Rohstoffe, des kaukasischen Erdöls. In die gleiche Richtung wie der Finne Aschan wurden durch dieselbe Aufgabe namhafte russische Chemiker, voran Markownikow und später Zelinsky, gewiesen. Die Chemie der Naphthene, der alicyclischen Verbindungen, ist also eigentlich eine russische Domäne. Während sich aber die russischen Forscher im wesentlichen mit den Verbindungen beschäftigten, die entweder Naphthene oder diesen eng verwandt sind, und erst sozusagen in der dritten Generation ein Schüler Zelinskys, Sergej Nametkin, den Anschluß an die Terpenchemie findet, vollzieht sich bei Aschan eine entsprechende Schwenkung in der Arbeitsrichtung schon sehr frühzeitig. Es ist ein glücklicher Zufall,

daß die im kaukasischen Erdöl enthaltenen Naphthene und Naphthensäuren, ebenso wie Terpentinöl und die Harzsäuren, die das waldreiche Finnland liefert, alicyclische Verbindungen sind. So vermochte Aschan leicht die Brücken von seinen ersten zu seinen späteren Arbeiten zu schlagen.

In Finnland mußte man daran denken, die vergleichsweise geringe Anzahl von Rohstoffen, die ihm sein Wald zur Verfügung stellt, möglichst intensiv zu bearbeiten. (Daß Finnland in seinen lappländischen Distrikten auch wertvolle Erze als Bodenschätze birgt, ist erst in jüngster Zeit bekanntgeworden.) Die finnischen Chemiker erkannten diese Notwendigkeit, und so ist es kein Zufall, daß in Finnland so viel Terpenchemie getrieben worden ist und auch noch getrieben wird. Finnland mußte sich seinen Wald als Rohstoffquelle nutzbar machen, ehe es seinen Wissenschaftlern weiteren Raum für ungebundene, nur nach Erkenntnis strebende Forschung geben konnte. Das galt nicht nur um die Jahrhundertwende, sondern erst recht von der Zeit an, seit Finnland nach der Trennung von Rußland seine staatliche Selbständigkeit erlangt und behauptet hat. Die Gründung des Zentrallaboratoriums der chemischen Industrie in Finnland durch Aschan, wo nicht nur die Terpenchemie, sondern auch die Chemie des Holzes bearbeitet wurde, war gerade zu der richtigen Zeit erfolgt. Heute kann freilich die junge wissenschaftliche Generation Finnlands es sich leisten, in ihren Arbeiten wenigstens teilweise eine von Tagesfragen unabhängige Forschung zu betreiben wie in den Ländern, wo in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts sich der wissenschaftliche Forscher unbeeinflußt von den Bedürfnissen des Tages entwickeln konnte, wo bei einem reichlichen Nachwuchs an schöpferischen Menschen das Land keine Sorge um das „tägliche Brot“, seine Rohstoffe, hatte, da es diese entweder selbst besaß oder durch Handelsbeziehungen hereinbekommen konnte.

Wenn Finnland heute so weit ist, so verdankt es das den führenden Chemikern der alten Generation, die gleichzeitig die Grundlage für eine wissenschaftliche Durchbildung des Nachwuchses wie für eine leistungsfähige chemische Industrie in Finnland geschaffen haben. Diese Generation, zu der Aschan und Komppa gehören, hat in ihrer Lebensarbeit die Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Selbständigkeit Finnlands mit geschaffen. Bei Aschan ist die Verbundenheit seiner wissenschaftlichen Forschung mit den Fragen nach der Verwertung der heimischen Rohstoffe nicht fortzudenken. Wenn man seine Leistung neben die seiner Zeitgenossen aus Deutschland, England und Frankreich stellt, darf man nie vergessen, daß er unter anderen Bedingungen arbeiten und sich andere Aufgaben stellen mußte als die Forscher jener Länder. Sie ist nicht allein mit dem Maßstab der Wissenschaft zu messen. Denn Aschans Lebenswerk ist gleichzeitig ein Werk für die Wissenschaft und ein Werk für sein Volk. Für dessen Freiheit hat er mit der Waffe des Geistes gekämpft, so wie andere mit dem Schwert. Mit Hochachtung blickt die Welt auf einen solchen Mann, mit Stolz das freie Finnland auf einen seiner Besten.

Die wichtigsten Angaben über den Lebenslauf Aschans hat mir Herr Prof. Dr. N. J. Toivonen gemacht, der auch freundlicherweise das Bild Aschans zur Verfügung gestellt und das Manuskript durchgesehen hat. Ihm sei dafür herzlicher Dank ausgesprochen.

(Eingegangen am 7. Mai 1941.)

W. Hüchel.

Veröffentlichungen von Ossian Aschan.

- 1883 B. 16, 1544: Über die Einwirkung von Phenylsenföl auf Amidofettsäuren.
- 1884 Akademisk Afhandling: Om sulfokarbamidens invärkan på anilidosyror [Dissertat.: Über die Einwirkung von Sulfo-carbamilen auf Anilidosäuren].
B. 17, 420: Über die Einwirkung von Senfölen auf Anidosäuren.
- 1885 Acta Soc. Sci. fenn. 16: Studier inom anhydrosäernas klass [Studien in der Klasse der Anhydrosäuren].
B. 18, 2936: Über *p*- und *o*-Nitroxanilsäure und die Reduktion derselben.
- 1886 Acta Soc. Sci. fenn. 16: Bidrag till kännedom af italimid och italaninsyra [Beitrag zur Kenntnis von Phthalimid und Phthalaninsäure].
Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societets Förhandlingar 23: Några inkttagelser om lika sammansatta organiska syre — och svafelföreningars kokpunkter [Einige Beobachtungen über gleichzusammengesetzte organische Säuren und Kochpunkte von Schwefelverbindungen].
B. 19: 1398: Über die Einwirkung von Rhodan ammonium auf *o*-Phthalsäure.
B. 19, 1401: Über freie Phthalaminsäure.
- 1887 Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societets Förhandlingar 29: Om (*o*)-nitroftalanil och (*o*)-nitroftalanilsyra [Über *o*-Nitroftalanil und *o*-Nitroftalanilsäure].
Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societets Förhandlingar 29: Om difenylsulphydantoin (mit A. Zilliacus) [Über Diphenylsulphydantoin].
Tekniska Förenings Förhandlingar 7: Om konstsmör [Über Kunstbutter].
B. 20, 1523: Über die Einwirkung von Chloracetylchlorid auf *o*-Amidophenol.
- 1888 Acta Soc. Sci. fenn. 17: Bidrag till kännedom af α -Dibromhydrin [Beitrag zur Kenntnis des α -Dibromhydrins].
Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societets Förhandlingar 30: Om sura estrar af italsyra [Über saure Phthal-säureester].
Ebenda: Mindre meddelanden från Universitets kemiska laboratorium (mit E. I. Hjelt) [Kleinere Mitteilungen aus dem Chemischen Universitäts-Laboratorium].
Tekniska Förenings Förhandlingar 8: Huru bör renhållningsväsendet ordnas i Helsingfors? [Warum muß das Abfuhrwesen in Helsingfors geordnet werden?].
Ebenda: Vattenledningsnättnets beskaffenhet i Helsingfors [Die Beschaffenheit des Wasserleitungswassers in Helsingfors].
B. 21, 2880: Zur Darstellung des α -Bromhydrins.
- 1889 Acta Soc. Sci. fenn. 17: Om klorid af oxanilsyra [Über Oxanilsäurechlorid].
Tekniska Förenings Förhandlingar 9: Om svafelbestämning i lysgas, I—II [Über die Schwefelbestimmung im Leuchtgas. I—II].
- 1890 Commentationes variae in memoriam O. L. Annorum, ed. Univ. Helsingfors, I: Kort handledning i kemisk analys af dricksvatten. — Studier inom naftengruppen, I [Kurze Anleitung in der chemischen Analyse des Trinkwassers. — Studien in der Naphthengruppe, I].
Acta Soc. Sci. fenn. 17: Zur Geschichte der Umlagerungen in der Allylreihe.
B. 23, 1820: Zur Kenntnis der Oxanilsäure.
B. 23, 867: Über die in dem Erdöl von Baku vorkommenden Säuren mit niedrigerem Kohlenstoffgehalt, I—III.
- 1891 Acta Soc. Sci. fenn. 19, 8: Studier inom naftengruppen, II [Studien in der Naphthengruppe, II].
Tekniska Förenings Förhandlingar 11: En blick på kemins utveckling i våra dagar [Ein Blick auf die Entwicklung der Chemie in unseren Tagen].
B. 24, 1864: Über die Hydrierung der Benzoesäure.
- 1892 Teknikern 2: Analyser af finskt öl, I [Analysen des finnischen Bieres, I].
A. 271, 231: Über Hydrobenzoesäuren.
B. 25, 886: Zur Geschichte der Hydrobenzoesäuren.
B. 25, 3658: Zur Kenntnis der Hexahydrobenzoesäure.
- 1893 B. 26, 1639: Zur Kenntnis des Bromcamphersäureanhydrids und der Camphersäure.
(Mit E. I. Hjelt) Lärbok i organisk kemi [Lehrbuch der Organischen Chemie] 2. Aufl. 1901, 3. Aufl. 1912, 4. Aufl. 1922.
- 1894 B. 27, 1430: Über die Campherformel von Bredt.
B. 27, 1446: Über die Bildung des Campherchins bei der Oxydation von Camphorcarbonsäure.
B. 27, 2001: Über die isomeren Camphersäuren.
B. 27, 1221: Über eine neue Spaltungsreaktion des Bromcamphersäureanhydrids.
B. 27, 3504: Über die Darstellung des Bromcamphersäureanhydrids und der Lauronsäure.
B. 27, 2398: Tautomerisation von Oxy-methylenverbindungen (mit J. W. Brühl).
Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk 54, 450: Undersökning af finskt terpentin (mit E. I. Hjelt) [Untersuchung des finnischen Terpentins].
- 1895 Acta Soc. Sci. fenn. 21, Nr. 5, 1: Dissertat. Struktur- und stereochemische Studien in der Camphergruppe
B. 28, 16: Zur Kenntnis der Camphorsäure und ihrer optischen Isomeren.
B. 28, 530: Über Camphersäuredianilid.
- 1896 Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societets Förhandlingar 33, 45: Om Lävrolen, ett till Kamfergruppen hörande kolväte [Über Lävrolen, einen zur Camphergruppe gehörenden Kohlenwasserstoff].
Ebenda 33, 140: Kolvätena i rysk petroleumeter [Kohlenwasserstoffe im russischen Petroläther].
A. 290, 185: Über Lävrolen, einen Kohlenwasserstoff der Camphergruppe.

- 1896 Mitarbeit an Roscoe-Schorlemmer, Ausführliches Lehrbuch der Chemie, Braunschweig, Bd. V (bearbeitet mit J. W. Brühl und E. I. Hjelt).
- 1897 Teknikern 7: Kemin vid en temperatur af 3000° och därutöver [Die Chemie bei einer Temperatur von 3000° und mehr].
Chem.-Ztg. **21**, 242 u. 287: Über die Natur der Naphthene des russischen Petroleum.
B. **30**, 657: Zinkstaub als oxydierendes Agens in Gegenwart von Eisessig.
Mitarbeit an Schorlemmer, Lehrbuch der Kohlenstoffverbindungen, Braunschweig (Nach des Verfassers Tode fortgesetzt mit J. W. Brühl).
- 1898 Öfersigt af Finska Vetenskaps-Societeten Förhandlingar **40**: Diisopropyl, en bestandsdel i petroleum från Baku [Diisopropyl, ein Bestandteil des Petroleums von Baku].
Ebenda: Några synpunkter, belysande naftenkolvätenas bildning i naturen [Einige Gesichtspunkte zur natürlichen Bildung der Naphthen-Kohlenwasserstoffe].
Journ. prakt. Chem. [2] **77**, 172: Die wasserlöslichen Humusstoffe der nordischen Süßgewässer.
A. **302**, 51: Neue Beobachtungen über Camphorsäure.
B. **31**, 1801: Nachweis von Diisopropyl im Petroleumäther aus Baku-Petroleum.
B. **31**, 1803: Vorkommen von Methylpentamethylen im kaukasischen Petroleumäther.
B. **31**, 2344: Zur Darstellung der Säureamide.
Roscoe-Schorlemmer: Ausführliches Lehrbuch der Chemie, Bd. VI—VII, Braunschweig (bearbeitet mit J. W. Brühl und E. I. Hjelt).
Auch separat: Chemie der fünfgliedrigen heterocyclischen Systeme samt Chemie der sechsgliedrigen heterocyclischen Systeme.
- 1899 Tekniska Förenings Förhandlingar **19**: Acetylen som belysningsmedel [Acetylen als Beleuchtungsmittel].
B. **32**, 988: Zur Stereochemie des fünfwertigen Stickstoffs sowie einige Bemerkungen über fünfwertigen Schwefel.
B. **32**, 1769: Über die Bildung von Adipinsäure aus der um 80° siedenden Naphthenfraktion.
Finsk Polyteknisk Institut 1849—1899, Festschrift. I: Andreas Olivier Saelan. II: Kondensationsförsök med amylen [Kondensationsversuch mit Amylen].
- 1900 Teknikern 10: Den organiska färgande substansen i Vanda äs vatten [Die färbende organische Substanz im Wasser des Vanda-Gebirges].
B. **33**, 1006: Über Camphan.
- 1901 Öfersigt af Finska Vetenskaps-Societeten Förhandlingar **43**: Symmetriförhållandena inom Kamfermolekylen [Die Symmetrieverhältnisse im Campher-Molekül].
Tekniska Förenings Förhandlingar **21**: Metoderna för framställning af konstsilke [Die Methoden zur Herstellung von Kunstseide].
A. **316**, 193: Über die Konstitution des Camphers.
Roscoe-Schorlemmer, Ausführliches Lehrbuch der Chemie, Bd. VIII, Braunschweig (herausgegeben mit J. W. Brühl und E. I. Hjelt).
Daraus auch Separat: Die Pflanzenalkaloide.
- 1902 Teknikern 12: Om urnaterien och atomernas delbarhet [Über den Urstoff und die Teilbarkeit der Atome].
Tekniska Förenings Förhandlingar **22**: Om alkoholhalten i fink öl; I [Über den Alkoholgehalt des finnischen Bieres, I].
Chem.-Ztg. **26**, 202: Die Zusammensetzung finnländischer Biere.
A. **324**, 1: Zur Genese der Naphthene und der Naphthensäuren.
B. **35**, 3389: Zur Stereochemie der alicyclischen Verbindungen.
- 1903 Die Konstitution des Camphers und seiner wichtigsten Derivate, Braunschweig.
Bericht des 5. Internationalen Kongresses für angewandte Chemie: Über die Darstellung der Bernsteinsäure und Adipinsäure aus Petroläther.
Ebenda: Eine neue Bildungsweise für die Alkylhaloide.
- 1904 Öfersigt af Finska Vetenskaps-Societeten Förhandlingar **46**, 20: Läran om atomerna. En hundraårig period i kemins utvecklingshistoria [Die Atomlehre. Eine 100-jährige Periode in der Entwicklungsgeschichte der Chemie].
- 1905 Die Chemie der alicyclischen Verbindungen, Braunschweig.
- 1906 Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk **64**, 233: Undersökning af terpenerna i finsk tall- och gran-kåda [Untersuchung der Terpene im finnischen Kiefern- und Fichtenharz].
Ebenda **66**: Humusämnen i de nordiska inlandsvatten och deras betydelse, särskildt för sjömahernas daning [Humusstoffe im nordischen Inlandswasser und ihre Bedeutung, besonders für die Bildung des Secerzoi]; s. a. Journ. prakt. Chem. [2] **77**, 172 [1908].
Bericht des 6. Internationalen Kongresses für angewandte Chemie: Über das spezifische Gewicht als Erkennungs-Konstante bei organischen Verbindungen.
B. **39**, 1441: Über die Pineufractionen des französischen und amerikanischen Terpentins (mit B. Ahlström).
B. **39**, 1447, 2596: Über die Terpene der finnländischen Fichten- und Tannenharze.
- 1907 Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk **66**, 177: Undersökning af finskt råterpentin och dess användbarhet [Untersuchung von finnischem Rohterpentin und seine Anwendbarkeit].
Ztschr. angew. Chem. **20**, 1811: Über den Verlauf des finnländischen Terpentins (Kienöles), I.
Ztschr. prakt. Geol. **15**, 56: Die Bedeutung der wasserlöslichen Humusstoffe (Humussole) für die Bildung der See- und Sumpferze.
B. **40**, 2750: Über zwei neue Terpene.
B. **40**, 4918: Zur Kenntnis des Santens.
- 1908 Öfersigt af Finska Vetenskaps-Societeten Förhandlingar **51** A, 9: Über die Konstitution des Isopinens.
Teknikern 18: Bidrag till kännedom af sulfatcellulosans luktfria tillverkning [Beitrag zur Kenntnis der geruchlosen Fabrikation von Sulfatcellulose].

- 1908 Ebenda: Några erfarenheter från området af den kemiska storindustrin i Tyskland och en därmed förenad laboratorivärksamhet [Einige Erfahrungen aus der chemischen Großindustrie in Deutschland und einem damit vereinigten Laboratoriumsbetrieb]. Chem.-Ztg. **32**, 729, 942: Petrolsäuren oder Naphthensäuren? B. **41**, 1092: Über ein neues Borneol.
- 1909 Meyers Jahrbuch der Chemie **18**: Organische Chemie. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar **51** A, 18: Über die Konstitution der Holzkohle. Finsk Tidskrift för Vitterhet, Vetenskap etc. **66**: De kemiska universitetsstudiernas praktiska betydelse [Die praktische Bedeutung der chemischen Universitätsstudien]. Ebenda **67**: Svante Arrhenius.
- 1910 Meyers Jahrbuch der Chemie **19**: Organische Chemie. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar **53** A, Nr. 8: Über das Santen. A. **375**, 336: Über die Camphensäure. Finsk Tidskrift för Vitterhet, Vetenskap etc. **69**: Lifskraft och kemisk energi [Lebenskraft und chemische Energie].
- 1911 Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar **53** A, Nr. 12: Weitere Versuche zum oxydativen Abbau des Camphens. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk **72**, Nr. 3: Kalihaltens tillgodogörande i rapakivi- och pegmatitgranit [Die Verwertung des Kaligehalts im Rapakivi- und Pegmatitgranit]. A. **383**, 1, 39, 52: Konstitutionsbestimmungen in der Camphengruppe, II—IV.
- 1912 Tekniska Förenings Förhandlingar **32**: Synpunkter i fråga om vår kemiska industrie [Gesichtspunkte betreffend unsere chemische Industrie]. Pharmaceutisk Notisblad **21**: Några ord om syntetisk kautschuk [Einige Worte über synthetischen Kautschuk]. Finska Apotekareföreningens Tidskrift I: De nya uppslagen till fabriksmässig beredning af konstgjord kautschuk [Der neue Impuls zur fabrikmässigen Herstellung von künstlichem Kautschuk]. Finska Läkarsällskapets Handlingar **54**: Asymmetrin som lifsbetingelse [Die Asymmetrie als Lebensbedingung]. A. **387**, 1: Über die Konstitution der Isofenochocampfersäure sowie einiger Verbindungen der Fenchonreihe. B. **45**, 1603: Über die Zerlegung einiger höherer Säuren der Oxalsäurereihe durch die Hitze. B. **45**, 1913: Über den Mechanismus der Hell-Volhardschen Reaktion, I. B. **45**, 2395: Zur Kenntnis des Pinenhydrojodids (3-Jod-camphans) und Camphans.
- 1913 B. **46**, 2198: Über den Mechanismus der Hell-Volhardschen Reaktion, II. Finska Kemistsamfundets Meddelanden **22**: auch Teknikern **23**: Teoretiska synpunkter i fråga om trädestillationen [Theoretische Gesichtspunkte bei der Holzdestillation]. Ztschr. angew. Chem. **26**, 709: Über den Verlauf des finnländischen Kienöles, II. A. **398**, 299: Konstitutionsbestimmungen in der Camphengruppe, V. Chem.-Ztg. **37**, 1117: Die Ameisensäure als Lösungsmittel.
- 1914 Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk **76**, Nr. 4: Undersökningar af det finska råterpentinet, IV [Untersuchungen des finnischen Rohterpentins, IV]. Ebenda **76**, Nr. 5: Über die Bestandteile des Birkenholzteers. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar **57** A, Nr. 1: Om tertiärt pinenhydroklorid [Über tertiäres Pinenhydrochlorid]. Ebenda **57** A, Nr. 8: Camphenonsäure und Camphenolsäure. B. **47**, 1121: Über die direkte Bildung von Camphensäure aus Camphenylsäure. Finsk Tidskrift för Vitterhet, Vetenskap etc. **77**: Världsläget och vår ekonomiska framtid [Die Weltlage und unsere wirtschaftliche Zukunft]. Finska Kemistsamfund. Medd. **23**, 151: Gustav Otto Mattson †.
- 1915 Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk **77**, Nr. 1, 2: Undersökningar af finskt terpentinet, V, VI [Untersuchungen von finnischem Terpentin, V, VI]. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar **57** A, Nr. 12: Über die Isomerie des Methylcamphenils und Camphenhydrats. Ebenda **57** A, Nr. 14: Die Einwirkung von Ammoniak auf Acetaldehyd und Chloral. Ebenda **57** A, Nr. 19: Über die Chlorierung des Pinens. Ebenda **58** A, Nr. 1: Über Derivate der Petroleumpentane sowie einiger ihrer Homologen. Ebenda **58** A, Nr. 2: Über neue hochmolekulare Kohlenwasserstoffe aus Isopren. Ebenda **58** A, Nr. 10: Über das relative Additionsvermögen ungesättigter Verbindungen. Ebenda **58** A, Nr. 13: Neue Methode zur Aufspaltung der Äther. A. **410**, 222, 240: Konstitutionsbestimmung in der Camphengruppe, VI—VII. Finska Kemistsamfund. Medd. **24**, 1; auch Teknikern **1915**: Metoderna för teknisk framställning af konstgjord kautschuk [Methoden zur technischen Herstellung von künstlichem Kautschuk]. Ebenda **24**, 105; auch Teknikern **1915**: Ett nytt terpen i finskt terpentinet [Ein neues Terpen im finnischen Terpentin]. Ebenda **24**, 131: Juho Hämäläinen. Några minnesord [Einige Gedächtnisworte]. B. **48**, 874: Neues über Aldehydammoniak und Chloralammoniak.
- 1916 Finska Kemistsamfund. Medd. **25**, 1: Om förloppet vid torrdestillation af trä i vakuum [Über den Verlauf der trocknen Holzdestillation im Vakuum]. Ebenda **25**, 20: Högre kokande beständsdelar i finskt terpentinet [Höher siedende Bestandteile im finnischen Terpentin]. Ebenda **25**, 66: Centrallaboratoriet för Finlands industri [Das Zentrallaboratorium für Finnlands Industrie]. Ebenda **25**, 101: Bidrag till kännedom om halogensubstitutionen inom fettserien [Beitrag zur Kenntnis der Halogensubstitution in der Fettreihe]. Ebenda **25**, 122: Bidrag till kännedom af p-cymolens nitroprodukter [Beitrag zur Kenntnis der Nitroprodukte des p-Cymols]. Ebenda **25**, 146: Terpenernas samhörighet i genetiskt hänseende [Die Zusammengehörigkeit der Terpene in genetischer Hinsicht].

- 1917 Finska Tidskrift för Vitterhet etc. **80**: Framtidsutsikter [Zukunftsansichten].
Öfersigt af Finska Vetenskaps-Societeten's Förhandlingar **59** A, Nr. 10: Sterische Umlagerung der Chloride zweibasischer alicyclischer Säuren (mit A. Havulinna).
Finska Kemistsamfund. Medd. **26**, 94: Pinabietinsyra, en hartssyra ur sulfatcellulosaluten (mit K. E. Ekholm) [Pinabietinsäure, eine Harzsäure aus der Sulfatcelluloseablage].
Ebenda **26**, 109: Sesquiterpenfraktionerna i tallkådens flyktiga bestandsdelar [Die Sesquiterpenfraktionen in den flüchtigen Anteilen des Fichtenharzes] (mit B. Aschan).
Finska Kemistsamfund. Medd. **26**, 129: En ny snäckmylleförekomst i Pernå [Ein neues Vorkommen von Muschelkalk in Pernå].
Ebenda **26**, 155: Adolf von Baeyer †, Minnesord [Gedächtnisworte].
Ebenda **26**, 163: Nya utgångsmaterialier för framställning af allylföreningar [Neue Ausgangsstoffe zur Darstellung von Allylverbindungen].
Meddelanden från Industrins Centrallaboratorium 1917: Undersökningar över papperslinningen, II [Untersuchungen über Papierleimung].
Ebenda och Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och folk **78**, Nr. 1: Bisulfidföreningars förhållande vid c. 140° (mit K. E. Ekholm) [Das Verhalten der Bisulfidverbindungen bei etwa 140°].
Finska Kemistsamfund. Medd. **26**, 174: Harts- och fettbestandsdelarna i granved och sulfatcellulosa [Harz- und Fett-Bestandteile in Fichtenholz und Sulfatcellulose].
- 1918 B. **51**, 1303: Über das Monohydrochlorid des Isoprens.
Årsskrift utg. av Åbo Akademi: Kemins ställning och uppgifter vid Åbo akademi [Die Stellung der Chemie und ihre Aufgaben bei der Akademie in Åbo].
- 1919 Öfersigt af Finska Vetenskaps-Societeten's Förhandlingar **61** A, Nr. 7: Über die pyrogene Zerlegung der russischen Erdöresiduen (Masut). Neue Richtlinien zur rationelleren Verwertung der Erdöle.
Ebenda **61** A, Nr. 8: Studien über das Allylradikal.
Medd. från Kgl. Vetenskaps Akademiens Nobelinstitut **5**, Nr. 8: Über Additions-katalysen mittels Diäthyl-oxoniumsalzen.
Finska Kemistsamfund. Medd. **25**, 75; sowie Teknikern **29**: Kemisk skämtliteratur. Käseri [Chemische Scherz-literatur].
Finska pappers- och trävarutidskr. **1**: I frågan om en inhemsk hartsproduktion för pappersbrukens räknning [Über eine einheimische Harzproduktion auf Rechnung der Papiermühlen].
Antiförbuds föreningsens Skrifter **1**: Ett halvt års förbudslag [Ein halbes Jahr Alkoholverbot].
- 1920 Pappers- och Trävarutidskrift för Finland **2**: Cymol som biprodukt vid sulfittkokningen [Cymol als Nebenprodukt bei der Sulfittkochen].
- 1921 A. **424**, 117: Über die Pinabietinsäure, eine einheitliche Harzsäure, I.
Pappers- och Trävaru- och Industritidskrift **3**: Terpentintillverkningen i Finland [Terpentin-gewinnung in Finnland].
Ebenda: Nya kolofonium-bestandsdelar [Neue Kolophoniumbestandteile].
Brennstoff-Chem. **2**, 273: Über Holzdestillation im Vakuum.
Finska Kemistsamfund. Medd. **30**, 37: Humocerin-syra, en bestandsdel i torv [Humocerin-säure, ein Bestandteil des Torfs].
Ebenda **30**, 59: Edvard Hjelt †.
B. **54**, 867: Über neue Kolophonium-Bestandteile, die Kolophensäuren und Analogen.
- 1922 Soc. Sci. fenn., Årsbok **1**, B, I; ferner Finska Vetenskaps-Societet: Minnesteckningar och föredrag **1**, I; sowie B. **55** A, 163: Minnestal över Edvard Immanuel Hjelt [Gedächtnisrede auf Hjelt].
B. **55**, 1: Über die Kolophensäuren. Antwort an W. Fahrion sowie Ergänzung.
B. **55**, 2944: Über die Coniferen-Harzsäuren, V.
Svenska Tekniska Vetenskaps Akademiens Förhandlingar I: Svenska Tekniska Vetenskapsakademien Finland [Die schwedische technische Akademie in Finnland].
Ebenda: Bränsleforskningens mål och medel [Ziele und Mittel der Brennstoffforschung].
Ebenda; sowie Finska Kemistsamfund Medd. **30**, 59: Edv. Hjelt, Minnesord [Gedächtnisworte].
Finska Kemistsamfund. Medd. **31**, 14: Inverkan av nitrosylklorid och salpetersyrighet på pinabietinsyra [Einwirkung von Nitrosylchlorid und salpetriger Säure auf Pinabietinsäure].
Ebenda: Kemin och den kemiska industrin i vårt land [Die Chemie und die Chemische Industrie in unserm Land].
Ebenda **31**, 69: Försök att ur kåda isolera nativa hartssyror [Versuch zur Isolierung von nativen Harzsäuren aus Harz].
Farmaceutisk Notisblad **31**: Farmaceutiska spörsmål [Pharmazeutische Probleme].
- 1923 Den aldrende kroppens vård [Die Pflege des alternden Körpers] Håll dig frisk, **9**; auch finnisch (1924); 3. Aufl., 1930.
Finska Kemistsamfund. Medd. **32**, 72: Grunderna för koniferhartssyrornas klassifikation [Die Gründe für die Klassifikation der Koniferenharzsäuren].
Ebenda **32**, 68: Daniel Nyblin †.
Teknikern **33** und Medd. från Industr. Central laboratoriet **15**: Studier över rödfärgningen hos stark sulfitt-massa [Studien über die Rotfärbung bei starken Sulfittcellulosemassen].
Ebenda: Teoretiska och metodiska synpunkter inom hartssyregruppen [Theoretische und methodische Gesichtspunkte in der Harzsäuregruppe].
Finska Apotekar-föreningens Tidskrift **12**: De viktigaste bestandsdelar i det finländska terpentinet [Die wichtigsten Bestandteile im finnischen Terpentin].
Ebenda: Cellulosaens förädlings-öjligheter [Die Möglichkeiten der Veredlung der Cellulose].
Brennstoff-Chem. **4**, 129, 145: Über Holzdestillation im Vakuum, II—IV.
Ebenda **4**, 246: Über das Drehungsvermögen einiger Kolophoniumsäuren (mit H. Karström).
Ebenda **4**, 401: Extraktion jüngerer Äste von Kiefer und Fichte mit einigen Lösungsmitteln (mit O. Ranta-lainen).
- 1924 Antiförbuds föreningsens Skr. 10, på finska ibid.: Saknar förbundet för folknkyrhet utan totalförbud ett program? [Fehlt es dem Verband für Volksnütlichkeit außer dem Totalverbot an einem Programm?] Kemin i tekniken. Universitets eller tekniska högskolestudier? [Die Chemie und die Technik. Universitäts- oder Polytechnikums-Studium?]

- 1924 B. 57, 636: Über die chemische Natur der Naphthensäuren.
A. 439, 221: Über Dipren, ein neues Terpen.
B. 57, 1959: Über zwei Homologen des Diprens.
Finska Kemistsamfund, Medd. 33, 72: Om ett nytt syntetiskt terpen jämte homologer [Über ein neues synthetisches Terpen nebst Homologen].
Ebenda 33, 21; sowie Medd. från Industr. Centrallaborat. 19: Sapinschellack, ett värdefullt inhemskt harts [Sapinschellack, ein wertvolles einheimisches Harz].
Pappers-och Trävarutidskrift för Finland 6: Till frågan om träavfallets och torvens tillgodogörande inom landet [Zur Frage des Holzabfalls und der einheimischen Verwertung des Torfs].
Ebenda: Om sapinschellack [Über Sapinschellack].
Ebenda: Kemii i tekniken [Die Chemie in der Technik].
- 1925 Finska Apotekareföreningens Tidskrift 14: Något om kamfer och dess kvantitativa bestämning [Einiges über Campher und seine quantitative Bestimmung].
Föhr. v. 17. Skand. Naturforsk. mötet i Göteborg 1923: Synpunkter beträffande hartsyrornas biologiska syntes [Hypothetisches bezüglich der biologischen Synthese der Harzsäuren].
Finska Kemistsamfund, Medd. 34, 68: Diprenets konstitution (mit I. Krohn) [Die Konstitution des Diprens].
- 1926 Svenska Tekniska Vetenskapsakademii i Finland, Acta 1—3: Naftenföreningar, terpenier och kamfer-arter Monografi över egna undersökningar . . . [auch in deutscher Sprache; vergl. 1929].
Bidrag till kännedomen om Finlands natur och folk 80, 6: Undersökningar av finskt terpenin, VII [Untersuchungen des finnischen Terpentins, VII].
2. Period. Forsk. mötet 4 Föredr.: Vid torrdestillation av trä bildade lägre oxoföreningar [Bei der trocknen Destillation des Holzes gebildete niedrigere Oxoverbindungen].
- 1927 Finska Kemistsamfund, Medd. 36, 82: Nya erfarenheter angående strukturen hos terpenerna pinonen och isodipren [Neue Erfahrungen über die Struktur der Terpene Pinonen und Isodipren].
Svensk kem. Tidskr. 39, 165: Terpenernas genetiska samhörighet [Die genetische Zusammengehörigkeit der Terpene].
B. 60, 1923: Zur Kenntnis der Pinabietinsäure (mit P. Levy).
- 1928 B. 61, 1342: Bemerkungen zu der Mitteilung von I. L. Kondakow über die Chlor- und Brom-Addition an Pinen.
Finska Kemistsamfund, Medd. 37, 40: Metalleri inverkan på persulfater [Die Einwirkung von Metallen auf Persulfate].
Tekniska Förenings Föreläsningar 48: Några aktuella kemisk-tekniska frågor på världsmarknaden [Einige aktuellere chemisch-technische Probleme des Weltmarkts].
3. Nord. Kem. mötet i Helsing. 1926, Föhr.: Interessensgemenskap mellan nordens kemister [3. Skandinavischer Chemiker-Kongress in Helsingfors 1926, Verhandlung: Interessengemeinschaft zwischen den skandinavischen Chemikern].
- 1929 Naphthenverbindungen, Terpene und Campherarten, einschl. Pinusharzsäuren, sowie Körper der Kautschukgruppe, Leipzig. Eigene Beiträge zur Chemie der alicyclischen Verbindungen . . . [auch in schwedischer Sprache; vergl. 1926].
Finska Kemistsamfund, Medd. 38, 94: Reaktionsstudier över den syntetiska kamferens bildning [Reaktionsstudien über die Bildung des synthetischen Camphers].
Ebenda 38, 6: Erfarenheter angående smöraromen natur [Erfahrungen betreffs der Natur des Butteraromas].
Fennochemica 1, 18: Pinisoylvinisyra $C_{20}H_{30}O_2$, en syntetisk hartsyra [Pinisoylvinisäure, eine synthetische Harzsäure].
Medd. från Industr. Centrallaboratoriet 24: Undersökning av de mörkfärgade hartsbeständighetsdelarna ur sulficellulosa [Untersuchung der starkgefärbten Harzbestandteile aus Sulficellulose].
Ebenda 25: Studier över rödfärgningen hos stark sulfittmassa III [Studien über die Rotfärbung bei starken Sulficellulosemassen, III].
- 1930 Täyskielto. Kansanraiti. Ed. liitto 26: Ova'ko kaikki alkoholipitoiset juomat yhtä vahingollisia?
Finska Kemistifund, Medd. 39, 77: Bidrag till benzinernas kemi [Beitrag zur Chemie der Benzine].
A. 483, 124: Über eine künstliche Koniferenharzsäure der Isosylvinisäure-Gruppe.
Ztschr. anorgan. allgem. Chem. 194, 139: Einwirkung von zweiwertigen Metallen auf die Persulfate der Alkylgruppe.
Pappers-och Trävarutidskrift för Finland 12: Bestimmung der Löslichkeit der für die Papierleimung gebrauchten Handelsharze (mit T. Enkvist).
- 1931 Finska Kemistsamfund, Medd. 40, 23, 110, und Teknikern 41: Om sötvattenhumus och dess betydelse för sjömalmsbildningen, I—II [Über den Süßwasserhumus und dessen Bedeutung für die Seerzbildung].
Ebenda 40, 102: Kemistsamfundet 40 år [40 Jahre chemische Gesellschaft].
Ebenda 40, 133: Studier över framställningssättet för sura svavelsyre-strar av terpen- och särskilda andra alkoholer, I [Studien über die Darstellung saurer Schwefelsäurester von Terpen- und einzelnen anderen Alkoholen] (mit A. Schwalbe).
Pappers-och Trävarutidskrift för Finland 13: Preliminära studier över vissa egenskaper hos vedmassan av några inhemska träslag [Vorläufige Studien über gewisse Eigenschaften des Holzstoffs von einigen einheimischen Holzarten].
- 1932 Ark. Kem. Mineral. Geol. 10, Ser. A, Nr. 15, sowie Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl. 4, 29: Om vattenhumus och dess medverkan vid sjömalmsbildningen [Der Wasserhumus und seine Mitwirkung bei der Seerzbildung].
Pappers-och Trävarutidskrift för Finland 14: Pektinet i växterna såsom råämne för lignin samt vid humusbildningen [Das Pektin in den Pflanzen als Rohstoff für Lignin und bei der Humusbildung].
Finska Kemistsamfund, Medd. 41, 95: Den Internationella analyskonventionen av den 13 maj 1929 [Die internationale Analyskonvention vom 13. Mai 1929].
Ebenda 41, 89: Intryck från det IV nordiska kemistmötet i Oslo [Eindrücke vom 4. skandinavischen Chemikerkongress in Oslo].
Ebenda 41, 7: Otto Wallach, terpenkemins skapare. Några minnesord [Otto Wallach, Schöpfer der Terpenchemie. Einige Gedächtnisworte]

- 1932 Ebenda **41**, 98: Studier över framsställningen av sura svavelsyrestrar av terpen — och andra alkoholer, II (mit A. Schwalbe) [Untersuchungen über die Darstellung von sauren Schwefelsäureestern von Terpen- und anderen Alkoholen].
- 1933 Svensk Kemisk Tidskrift **45**, 209: Nya försök över santenon [Neue Versuche über Santenon].
- 1934 Soc. Sci. fenn., Comment. physico-math. **8**, Nr. 1: Nya försök i kamfenserien: Strukturbestämning av kamfenlauronolasyra [Neue Versuche in der Camphenreihe: Strukturbestimmung der Camphenlauronolsäure]. Finska Apotekare föreningens Tidskr. **23**; Ztschr. f. ärztl. Fortbild. **32**, 683: Om katalytisk inverkan av små substansmängder [Über die katalytische Wirkung kleiner Substanzmengen]. Finska Kemistsamfund. Medd. **43**, 48: Neue Untersuchungen in der Gruppe der Furolofarbstoffe, I (mit A. Schwalbe). B. **67**, 1830: Über analytische und synthetische Umwandlungen in der Gruppe der Furolofarbstoffe (mit A. Schwalbe).
- 1935 Finska Kemistsamfund. Medd. **44**, 62: Nya undersökningar inom gruppen av furolofärgämnen, II [Neue Untersuchungen in der Gruppe der Furolofarbstoffe, II]. Pappers- och Trävarutidskrift för Finland **17**: Några resultat vid undersökning av mosstorf [Einige Ergebnisse bei der Untersuchung von Moostorf].
- 1936 Tekniska Förenings Förhandlingar **55**: Studier över destillation och extraktion av torv, I [Studien über Destillation und Extraktion des Torfs, I].
- 1937 Pappers- och Trävarutidskr. för Finland **19**: Undersökning av grankådan och dess beståndsdelar, I—III [Untersuchung des Fichtenharzes und seiner Bestandteile, I—III].
- Artikel und andere Beiträge in „Helsingfors Dagblad“, „Åbo Tidning“, „Hufvudsstadsbladet“, Nya Pressen, Finsk Apotekaretidning, Tidskrift utgifven af Pedagogiska Föreningen i Finland usw.

Mitglied der Redaktion der Zeitschrift „Teknikern“ von 1891 ab, schrieb außer den oben verzeichneten noch kleinere Mitteilungen und dergl., gehörte dem Redaktionskomitee der „Tekniska Föreningen“ an.