

Gustav Komppa

Gustav Komppa wurde am 28. Juli 1867 in Wiborg, der Hauptstadt der Landschaft Karelän geboren. Seine Eltern waren David Komppa und Helena Lipponen. Seine Schulerziehung erhielt er in Wiborgs Realschule, einer Schule, die gute Lehrer hatte. Der junge Schüler studierte mit Fleiss und Fortschritt alle Fächer, aber am meisten fesselten ihn die Naturwissenschaften. Schon sehr früh wurde es ihm klar, dass er sich der Chemie widmen würde. Er assistierte dem Lehrer bei den Versuchen, die während der Chemie- und Physiklektionen ausgeführt wurden, führte selbst, zusammen mit seinen Kameraden chemische Experimente durch und baute Apparaturen für physikalische Versuche. Bei den Schulausflügen war er der selbstverständliche Führer im Botanisieren und Ausführen zoologischer Beobachtungen. Der Direktor der Schule empfahl ihn als Privatlehrer für nachgebliebene Schüler. Leider zwangen ökonomische Umstände Komppa, seinen Schulgang zu beenden, nachdem er das 5-jährige Mittelschulpensum absolviert hatte. Um aber auch weiterhin mit dem chemischen Experimentieren und Studieren fortsetzen zu können, wählte er die Apothekerlaufbahn und nahm Anstellung als Schüler in einer Apotheke seiner Vaterstadt. Die gestrenge Dienstausbübung liess jedoch für Zeitvertreib oder Studium keine Zeit übrig. Glücklicherweise konnten die abgebrochenen Studien nach einem Jahre durch private Hilfe doch fortgesetzt werden. Komppa immatrikulierte sich am 1. September 1886 in der Fachschule für Chemie des Polytechnischen Instituts in Finnland.

Mit Begeisterung und Energie betrieb er seine Studien an diesem Institut, das er im Frühjahr 1890 als Ingenieur verliess, wobei ihn die Auszeichnung Zuteil wurde, das Diplom des Instituts zu erhalten. Die technische Laufbahn stand nun für Komppa offen und recht bald, nachdem er Ingenieur geworden war, wurde er zum Stellvertreter des Vorstehers der Station für Lebensmitteluntersuchung der Stadt Helsingfors gewählt. Als solcher führte er die erste Untersuchung aus, die zu einer Veröffentlichung führte und den Titel trug »Om natronkalk som torkningsmaterial vid Marsh'ska profvet« (Über Natronkalk als Trocknungsmaterial bei der Marsh'schen Probe). Neben seiner Dienstausbübung setzte er seine Studien an der Universität zu Helsingfors fort. Hier legte Komppa i. J. 1891 das Philosophie-Kandidat-Examen ab und zog es nun vor, anstatt eine technische Stellung anzunehmen, die mühevoll Laufbahn des Forschers zu betreten.

Früher hatte sich Komppa hauptsächlich für anorganische Chemie interessiert, aber unter dem Einfluss seines Lehrers am Polytechnischen Institut, Prof. H. A. Wahlforss, der selbst ein kundiger und experimentell geschickter Organiker war, spezialisierte er sich in organischer Chemie, die zu jener Zeit im Zeichen bemerkenswerter Synthesen stand. Als Thema für seine Doktorsabhandlung wählte Komppa Derivate des aromatischen Kohlenwasserstoffs Styrol. Diese Arbeit wurde teils im Chemischen Laboratorium der Universität ausgeführt, das zu jener Zeit unter Prof. Edv. Hjelts Leitung stand, teils im Eidgenössischen Polytechnicum zu

Zürich, wo er unter Prof. A. Hantzsch studierte. Das Resultat dieser Studien war die akademische Dissertation »Über kernsubstituierte Styrole«, die in hergebrachter Weise am 26. April 1893 verteidigt wurde. Nach dem im selben Jahre erworbenen Lizentiatgrad wurde Komppa 1894 zum Doktor der Philosophie promoviert. Ein Jahr später wurde Komppa als stellvertretender Lehrer für Chemie am Polytechnischen Institut angestellt. Komppas Unterricht gestaltete sich noch umfassender als seine Lehreranstellung voraussetzte, da er, allerdings zusammen mit anderen, den ordentlichen Lehrer während dessen langwieriger Krankheit vertreten musste. Eine Ausnahme war 1895, als Komppa Gelegenheit hatte, ein Jahr lang Studien an der Universität zu Leipzig unter deren schon damals weltberühmten Professoren der Chemie Wilhelm Ostwald, John Wislicenus und F. A. Stohmann zu betreiben. Nachdem die ordentliche Lehrerstellung für Chemie am Polytechnischen Institut durch den Abgang von H. A. Wahlforss i. J. 1898 freigeworden war, bewarb sich Komppa um diese Stellung und wurde i. J. 1899 in diese ernannt. Bei der Umorganisation des Polytechnischen Instituts (1908) zur Technischen Hochschule in Finnland, wurde Komppa Professor für Chemie an dieser. Vordem hatte er schon als Vorstand des Chemischen Laboratoriums gewirkt, und 1899 wurde er zum Vorstand der Fachschule für Chemie des Polytechnischen Instituts, 1908 zum Vorstand der Chemischen Abteilung der Technischen Hochschule ernannt. Nach vollendeten 70 Lebensjahren nahm Komppa als Professor Emeritus Abschied von der Technischen Hochschule, betrieb aber auch hiernach noch Lehr- und Forschungstätigkeit an der Hochschule bis 1946. Fügen wir noch hinzu, dass Komppa von 1898 bis 1903 Dozent der Chemie an der Universität (Helsingfors) war und i. J. 1902 eine Studienreise nach Paris unternahm, so sind die wichtigsten Daten betreffend

Komppas Studien und Lehrertätigkeit in aller Kürze angegeben.

Komppa hat fast ein halbes Jahrhundert als Lehrer an dem Institut, später Hochschule gewirkt das er selbst absolviert hatte, und dazu während dem grössten Teil dieser Zeit als Vorstand der Chemischen Abteilung einen leitenden Posten eingenommen. So ist es keine Übertreibung zu behaupten, dass Komppa während fast einem halben Jahrhundert die Verantwortung für die Ausbildung der Chemikeringenieure in Finnland trug und dieser seine Prägung aufdrückte. Dies um so mehr, als er seine Lehrertätigkeit mit grossem Eifer betrieb und ständig mit Vorschlägen zu wohlbedachten Verbesserungen kam, die sowohl die Laboratorien, die Ausrüstung als auch den Unterricht betrafen. Er war der Gründer des neuen Laboratoriums, das Anfang dieses Jahrhunderts für den chemischen Unterricht des Polytechnischen Institutes errichtet und mehrmals erweitert wurde und im grossen genommen dem Bedarf genügt hat, bis ein Zubau nach Komppas Tod kürzlich fertig wurde. Die Professuren in organischer, insbesondere holzchemischer Technologie, in physikalischer Chemie, in Biochemie sowie die Aufteilung seiner eigenen Professur in anorganische und organische Chemie nach seinem Abgang von der Technischen Hochschule sind alle auf Komppas Initiative zurückzuführen. Unzählige durchgreifende Verbesserungen in den Unterrichtsplänen hat er durchgeführt.

Als Lehrer besass Komppa eine einzigartige Fähigkeit, auch verwickelte Theorien und Forschungsergebnisse leichtfänglich und klar unter Hervorhebung des Wesentlichen darzustellen. Infolge seiner eigenen experimentellen Gewandtheit beim chemischen Arbeiten und der Gewohnheit, mit kleinen Quantitäten zu arbeiten, war er der von allen anerkannten Meister im Leiten der Laborationen und der Forschung, wobei er eine einzigartige Befähigung hatte, auch die trägsten Schüler zu

enthusiasmieren. Als Examinator war er sachlich und gerecht, aber von vielen doch sehr gefürchtet. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass Komppa i. J. 1906 eine Bearbeitung von Remsens berühmtem, elementaren »Lehrbuch der anorganischen Chemie« in finnischer Sprache herausgab, die in 4 Auflagen erschien.

Eine Lebensschilderung über Komppa wäre mangelhaft ohne alles das zu erwähnen, was er, neben seiner Tätigkeit als Lehrer und Forscher, innerhalb wissenschaftlicher Vereinigungen, für den Fortschritt der Wissenschaft, zur Hebung des Gemeinsinnes und für das Kulturleben im allgemeinen geleistet hat. Seine Einsätze auf diesen Gebieten sind so vielfältig und so bedeutend, dass ihre Aufzählung auf die allerwichtigsten beschränkt werden muss. Komppa gehörte zu den Begründern des Finska Kemistsamfundet (die Finnische chemische Gesellschaft) i. J. 1891, und er entfaltete eine grosse Aktivität, um die Sitzungsprogramme möglichst wertvoll zu gestalten. Er war auch Begründer des Vereins Finnischer Ingenieure und der Gesellschaft Finnischer Chemiker, und in diesen Vereinigungen war er sein Leben lang einer der leitenden Persönlichkeiten. Von grösserer Bedeutung für die Wissenschaft des ganzen Landes war die Gründung der Finnischen Akademie der Wissenschaften, deren Initiative Komppa zukommt, und in der er während nicht weniger als 28 Jahren (1908–1936) mit nie versiegender Energie als ständiger Schriftführer wirkte. Komppa beteiligte sich auch an der Gründung der Turun Yliopisto (Finnische Universität zu Turku), und wirkte 1935–45 als höchster Beamter der neuen Universität. Ferner sei erwähnt, dass Komppa seit 1920 bis zu seinem Tode der Vorsitzende der Kordelinischen Stiftung war.

Komppas Initiative und Tätigkeit zur Hebung der Industrie Finnlands sind gleichfalls vielgestaltig und von weitgehender Bedeutung. Die Erwähnung die-

ser Tätigkeit muss hier auf eine Aufzählung der Fabriken beschränkt werden an deren Gründung er teilgenommen hat oder die er als Vorsitzender der Direktion längere Zeit geleitet hat, das sind die Staatliche Pulverfabrik, die Finnische Gummifabrik AG, die »Kemiällinen OY« sowie die Arzneifabrik Orion AG. Komppa gehört auch zu den Begründern des Finnischen Gasschutzvereins, später Finnlands Luftschutz-Organisation.

Es ist natürlich, dass ein berühmter Forscher und eine leitende Persönlichkeit der wissenschaftlichen Welt in Finnland viele Auszeichnungen nicht nur von Seiten des Staates, von Universitäten, Akademien und Hochschulen, sondern auch von Korporationen und Vereinigungen erhalten hat. Komppa ist Inhaber des Freiheitskreuzes erster Klasse. Er war Kommendeur des Grosskreuzes des Ordens der Weissen Rose Finland, Kommendeur erster Klasse des dänischen Dannebrogordens und des schwedischen Nordsternordens und Ehrenvorstand oder Ehrenmitglied von vielen einheimischen und ausländischen Akademien, Stiftungen und Vereinigungen sowie Doctor honoris causa der Universitäten zu Kopenhagen, Uppsala und Heidelberg sowie der Technischen Hochschule. Der Verein Finnischer Ingenieure hat Komppa zu seinem 50. Geburtstage ein Heft der Teknillinen Aikakauslehti (Technische Zeitschrift) gewidmet. Die Gesellschaft Finnischer Chemiker hat eine Silberplakette zu seinem 60-Jahrestag schlagen lassen und eine Festschrift zu seiner Ehre herausgegeben. Dieselbe Gesellschaft hat ihm auch die Gadolin-Medaille verliehen. Die Deutsche Chemische Gesellschaft hat Komppa mit der A. W. v. Hofmann-Medaille ausgezeichnet. Um ihrem Ehrenvorstand zu gedenken, hat die Gesellschaft Finnischer Chemiker i. J. 1949 den Gust. Komppa-Fond zur Beförderung der finnischen chemischen Forschung gestiftet.

Komppas vornehmste Liebhabereien waren Dendrologie und Hortikultur. Schon

frühzeitig begann er damit auf seiner Sommervilla Metsola am See Vesijärvi. Da aber der Boden für ausländische Baumarten karg war, beschloss er, das Gut Tammisto in Karjalohja einzukaufen, nachdem er systematisch ermittelt hatte, dass sowohl Boden als Klimat in dieser Gegend für dendrologische und Pflanzenveredlungsversuche am vorteilhaftesten wären. 100 verschiedene Nadelhölzer, 200 Laubbäume, 400 verschiedene Straucharten sowie 2 000 Pflanzenarten auf Tammisto neben besonderen Publikationen zeugen von diesem botanischen Nebeninteresse.

Mit einigen wenigen Ausnahmen war Komppa während der Zeit 1897—1948 Finnlands Repräsentant an allen internationalen und nordischen Kongressen, die reine und angewandte Chemie betrafen, wodurch er mit so ziemlich allen Koryphäen der Chemie während der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts persönlich bekannt wurde.

Komppa war mit Siiri Andelin verheiratet, die i. J. 1945 verschied; er wird von seiner Tochter Leila Komppa-Mylläri sowie von seinem Sohn Olavi Komppa betrauert.

Wir stehen nun vor der Aufgabe, eine kurze Zusammenfassung über Komppas Tätigkeit als Forscher von seiner Dissertation und ersten, schon genannten Abhandlung bis zur letzten Veröffentlichung v. J. 1946 zu geben. Hierbei ist zunächst zu beachten, dass Komppa bis zu seinem 60. Jahr genötigt war, alle Laboratoriumsarbeiten mit Examensarbeiten ausführenden Schülern, Doktoranden oder zufälligen Privatassistenten durchzuführen. Eine Änderung trat erst ein, als ihm i. J. 1928 das Geselliusche Stipendium zuerteilt wurde, sowie Mittel für einen staatlich angestellten Assistenten bewilligt wurden. Diese Änderungen führten zu einer sehr gesteigerten wissenschaftlichen Produktion. Nach seiner Emeritierung setzte Komppa seine wissenschaftliche Experi-

mentalforschung in einem von der Hochschule eingerichteten Laboratorium beharrlich fort, bis dieses beim Luftangriff auf Helsingfors am 6/7. Februar 1944 vollständig vernichtet wurde. Die Zerstörung betraf leider nicht nur das Laboratorium und seine Ausrüstung, sondern auch Komppas Handbibliothek, Laboratoriumsaufzeichnungen sowie die Präparate und Ausgangsstoffe. Nach dieser Katastrophe, die sogar einen Mann mit Komppas elastischem Sinn sehr hart traf musste er seine halbtechnischen Versuche zur Hydrierung von Torf und Teerölen in einem provisorisch eingerichteten Laboratorium fortsetzen. Auch das Alter nahm sein Recht in Anspruch, und trotzdem Komppa an seinem 80. Geburtstage am 28. Juli 1947 die Huldigung seiner Schüler, Freunde und Kollegen mit scheinbar ungebrochenen Körper- und Geisteskräften empfangen konnte, war er gezwungen, seine Arbeitsintensität zu vermindern. Ende 1948 wurde er von einem Schlaganfall betroffen, der am 20. Januar 1949 sein an intensiver Tätigkeit reiches Leben beendete.

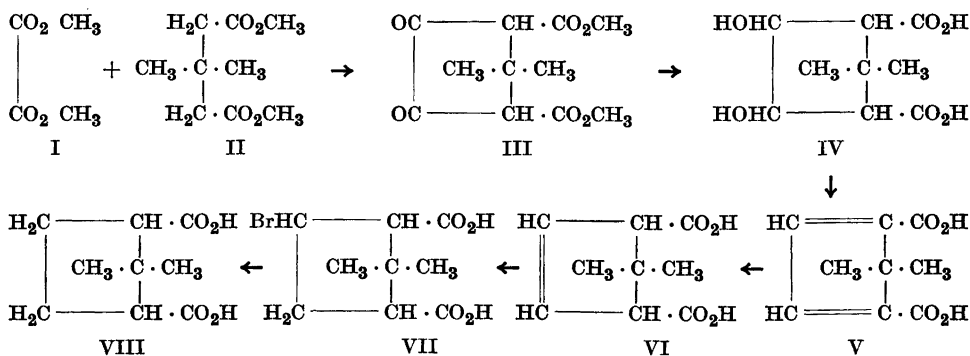
Komppas erste wissenschaftliche Veröffentlichungen in internationalen Zeitschriften leiten sich, wie natürlich, direkt von seiner Dissertation ab. Sie behandeln die Cumaronsynthese¹ und die Cyanzimtsäure². Ein Versuch zur Darstellung der Camphoronsäure³ gibt einen Hinweis, dass Komppa die Camphersynthese als ein Ziel seiner Forschung aufgestellt hatte. Doch kamen ihm bei der Camphoronsäuresynthese keine Geringeren als J. F. Thorpe und W. H. Perkin jr. zuvor, und aus diesem Grund, sowie wegen der Schwierigkeiten, die von ihm gewünschten Produkte zu gewinnen, war er gezwungen, den Plan der Synthese völlig umzulegen. Eine kurze Mitteilung über $\beta\beta$ -Dimethylglutarsäure⁴ markiert den veränderten Kurs. Im Übrigen behandeln Komppas Veröffentlichungen aus der Zeit vor der Jahrhundertwende recht verschiedene Gebiete, die die Synthese des Thionaphtens⁵, Nitrierung von

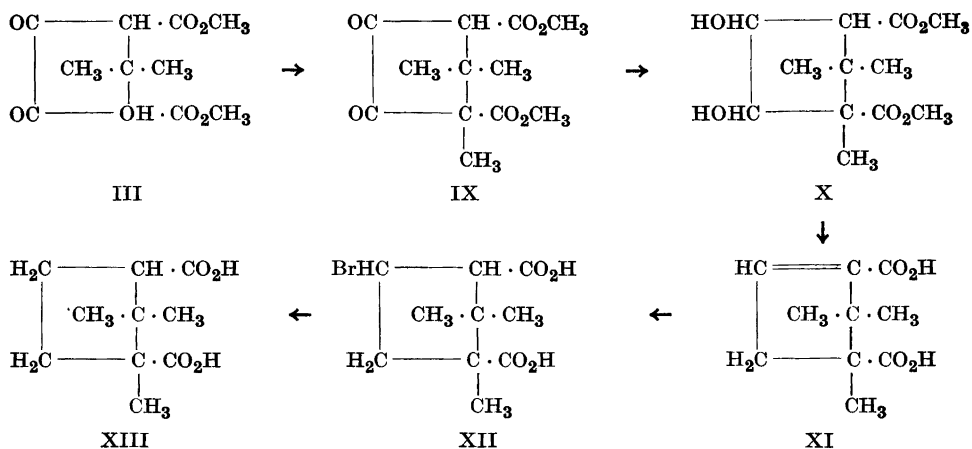
Guajakol⁶, Kondensationen mit Malon- und Cyanessigsäure⁷ sowie die elektrolytische Synthese von Undekamethylen- und Dekamethylendicarbonsäure⁸ betreffen.

Nach 8-jähriger, mühevoller Arbeit veröffentlicht Komppa i. J. 1901 eine vorbereitende Mitteilung in den Berichten⁹, dass er Apocampfersäure, VIII, synthetisch durch Anwendung der Dieckmannschen Kondensation auf die Ester der Oxal- und $\beta\beta$ -Dimethylglutarsäuren dargestellt hätte. Es war ihm nämlich gelungen, nach vielen ergebnislosen Versuchen das Dimethyldihydroresorcin nach Vorländer darzustellen und durch Oxydation mittels Natriumhypobromit aus diesem gute Ausbeuten an $\beta\beta$ -Dimethylglutarsäure zu erzielen. Diese Säure wurde mit Methylalkohol zum Dimethylester, II, esterifiziert, der mit Oxalsäuredimethylester I zum Diketoapocampfersäureester III kondensiert wurde, der mittels Natriumamalgam zur Dioxyapocampfersäure, IV, reduziert wurde. Durch Wasserabspaltung erhielt Komppa eine doppelt ungesättigte Säure, V, die Wasserstoff unter Bildung von Isodehydrocampfersäure, VI, anlagerte. Die letztgenannte Säure addierte Bromwasserstoff, wonach die entstandene β -Bromapocampfersäure, VII, mit Zn in Eisessig zur erstrebten Apocampfersäure, VIII, reduziert wurde. Um aber zur Campfersäure zu gelangen, war die Einführung einer Methylgruppe erforderlich. Das ein-

zige für diesen Zweck geeignete Zwischenstadium in der Apocampfersäuresynthese war das erste Kondensationsprodukt, der Diketoapocampfersäureester, III. Obwohl diese Methylierung eine neue Schwierigkeit bildete, da die Reaktion nicht eindeutig verlief, wurden alle Schwierigkeiten überwunden, und die Ausbeute wurde befriedigend durch Anwendung der doppelten theoretischen Menge Methyljodid und Natrium. Die Reduktion des Diketocampfersäuredimethylesters, IX, wurde analog der des entsprechenden Apocampfersäureesters ausgeführt mit der Abweichung, dass die Reduktion des Dioxyesters, X, eine einfach ungesättigte Säure, XI, ergab. Das Endprodukt, die r -Campfersäure, XIII, erwies sich als identisch mit der aus Naturcampfer hergestellten r -Campfersäure.

Die erste Mitteilung über die Campfersäuresynthese¹⁰ stammt aus dem November 1903. Damit erhielt Komppa einen Vorsprung von einigen Monaten vor J. F. Thorpe und W. H. Perkin jun., die ihre, einen anderen Weg benützende Campfersäuresynthese im Jahre 1904 veröffentlichten. Dies war für Komppa eine grosse Genugtuung, nachdem ihm dieselben Forscher bei der Camphoronsäuresynthese zuvorgekommen waren. Die Synthese des r -Campfers wurde danach nach einer Reaktionsfolge vollzogen, die Haller sowie Bredt und Rosenberg früher benutzt hat-

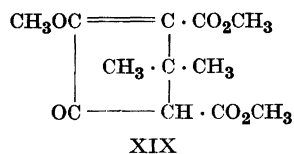




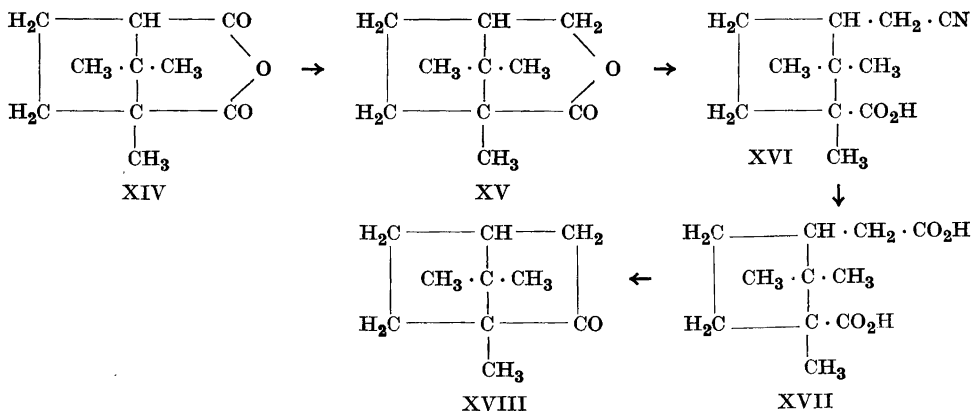
ten, und in der Sitzung der Finnischen Chemischen Gesellschaft vom 13. Oktober 1905 konnte Komppa den erhaltenen synthetischen Campher vorweisen.

Die elegant ausgeführte und übersichtliche Camphersäuresynthese weckte jedoch Zweifel bei Forschern, die ihre Wiederholung versucht hatten. G. Blanc¹¹ und J. F. Thorpe¹² sprachen sogar die Ansicht aus, dass Komppas Folgerungen auf einem Irrtum beruhten und behaupteten, dass ein C-methylierter Diketosaureester, IX, nach Komppas Vorschriften überhaupt nicht darstellbar wäre, sondern dass sich

bei der Methylierung des Diketoapocamphersäureesters, III, nur der Monomethyläther, XIX, des enolisierten Diketoesters bilden kann.



Ehe Komppa den Angriff zurückwies, wiederholte er mit anderen Mitarbeitern seine Synthesen, wobei das Resultat das Gleiche



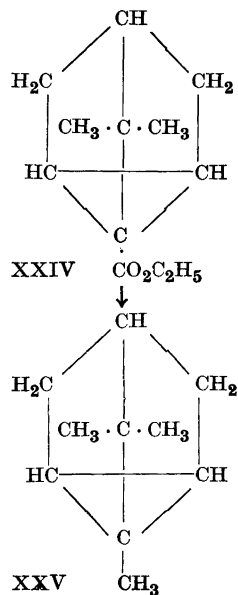
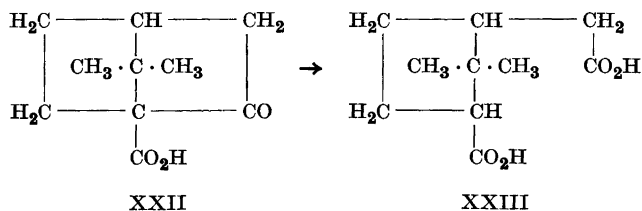
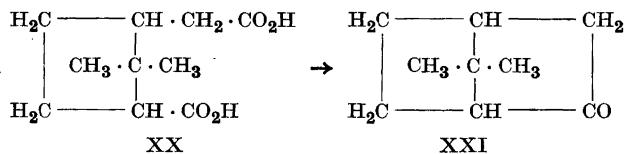
wie früher war. In seiner Erwiderung¹³ wies Komppa darauf hin, dass Blanc und Thorpe es nie unternommen hatten, das Reaktionsprodukt, IX, das bei der Methylierung von Diketoapocampfersäuredimethylester, III, entsteht, zu reduzieren, sondern dasselbe nur mit Kalilauge abgebaut hatten. Bei der Reduktion des genannten Reaktionsproduktes hatte Komppa Soda oder eigentlich nur Bicarbonatlösung verwendet. Neben allen anderen Beweisen, dass es sich um C-Methylierung handelte, war die Synthese der Äthylcamphersäure¹⁴, die Komppa zusammen mit Routala ausführte, die bindendste. Später sind die Komppasche Camphersäuresynthese oder andere experimentelle Arbeiten niemals bezweifelt worden.

Sowohl die Camphersynthese, als auch die Arbeiten, die Komppa zu ihrer Bekräftigung vornahm, führten zu weiteren Synthesen von Campher- und Terpenverbindungen. So versuchte Komppa, Dimethylcampher und Camphenilon herzustellen durch Anwendung der Hallerschen Reaktionsserie für Campholid, XV, auf Methyl- bzw. Dimethylnorcampholid, die

durch Grignardierung erhalten werden. Dies gelang jedoch nicht. In der nächsten Arbeit¹⁵, die zusammen mit Hintikka ausgeführt wurde, schlug Komppa eine verbesserte Nomenklatur für gewisse wichtige Campherderivate vor u. a. sollten Bicyclo [1,2,2]-heptanon-2 als Norcampher sowie Fenchocamphoron als Apocampher bezeichnet werden. Diese Nomenklaturvorschläge haben auch allgemein Eingang gefunden.

Für das Apocampfersäureanhydrid glückten jedoch die Hallerschen Reaktionen und führten zum Fenchocamphoron oder Apocampher, XXI¹⁶. Aus dieser Synthese gingen zwei wichtige Resultate hervor.

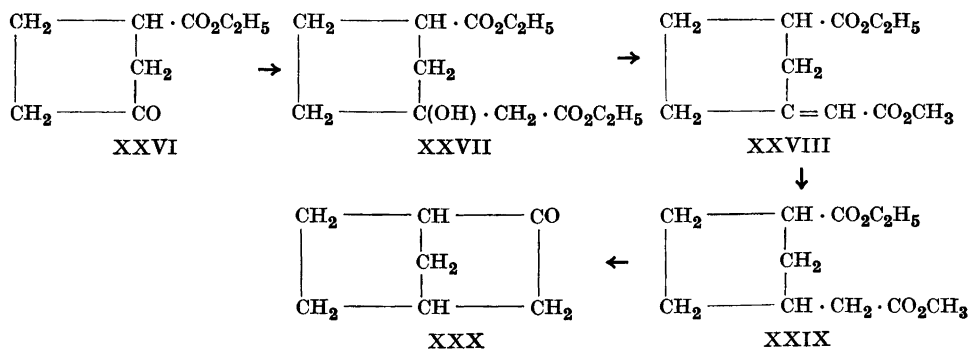
Wenn Wagners Formel für die Camphencampfersäure richtig wäre, so hätte sie identisch mit der synthetisierten Homopocampfersäure, XX, sein sollen, was aber nicht der Fall war, sondern letztere war identisch mit der Pinophansäure, XXIII¹⁷, die durch Säurespaltung aus der Ketopinsäure XXII entsteht. Hierdurch wurde auch die Struktur dieser Säure endgültig festgelegt.



Weiterhin wurde die Synthese des Tricyclens durchgeführt mittels Reduktion des Tricyclensäureesters, XXIV, zu Tricyclenol, welches in das Chlorid übergeführt und sodann zum Tricyclen, XXV, reduziert wurde.

Mangel an Rohmaterial hatte Komppa verhindert, auf analogem Wege, der von Camphersäure zum Campher führt, Norcampher¹⁸ aus Pospischills Säure, d. i. *cis*-1,3-Cyclopentandicarbonsäure, darzustellen. Er wählte daher einen anderen Weg und bereitete (zusammen mit Hintikka) Oxyhomonorcamphersäureester, XXVII, mit Hilfe von Reformatzkys Reaktion durch Kondensation von Cyclopentanoncarbonsäureester, XXVI, und Bromessigsäureester mit Zn. Der erstgenannte Säureester, XXVII, spaltet Wasser ab und geht in Dehydrohomonorcamphersäureester, XXVIII, über, der leicht zu Homonorcamphersäureester, XXIX, hydriert wird. Das Bleisalz dieser Säure gibt befriedigende Ausbeute an methylfreiem Campher, Norcampher, XXX. Nach mehr als ein Jahrzehnt währenden Anstrengungen war es also Komppa gelungen, das Stammketon des Pentoceansystems darzustellen. Die Mühe war ihrem Lohn wert, da Norcampher bemerkenswerte Eigenschaften besass, Wasserlöslichkeit und grosse Flüchtigkeit und praktische Anwendbarkeit in der Chemotherapie zu versprechen schien.

Da es die Synthese des *D-d*-Fenchocamphorons oder *r*-Apocamphers wahrscheinlich gemacht hatte, dass die Camphencamphersäure de facto Dimethylhomonorcamphersäure war, wurde durch Trockendestillation des Ca-Salzes der genannten Säure das Camphenilon²⁰ synthetisiert. Damit haben wir jedoch früheren Camphenilon-²⁰ und Santenuntersuchungen²¹ vorgegriffen, die ihrerseits ein Sprungbrett zur Erforschung der Fenchenserie darstellten, Arbeiten die Komppa zusammen mit Roschier, Hasselström, Nyman, S. Beckmann u. a. während mehr als drei Jahrzehnten durchführte. Der Anlass zur Bearbeitung des Camphenilons bestand in der Anhäufung von dazu geeignetem Material bei der Herstellung von Apocamphersäure durch Oxydation von Camphen. Nach Semmlers Formel für Camphenilon ist dieses Keton ein niederes Homologe zu Fenchon. Gemäss dem Reaktionsschema Fenchylalkohol, Fenchon, Isofenchylalkohol bereitete Komppa aus dem niederen Homologen Camphenilon, Camphenilen und Isocamphenilol, welches sich jedoch als identisch mit Santenol erwies. Der also doch nicht einheitliche Kohlenwasserstoff Camphenilen enthielt Santen, aus dem Santenol entstanden und somit synthetisiert worden war. In diesem Zusammenhang wurde auch Apobornylen durch Einwirkung von metallischem Natrium auf Camphenilon erhalten, und es



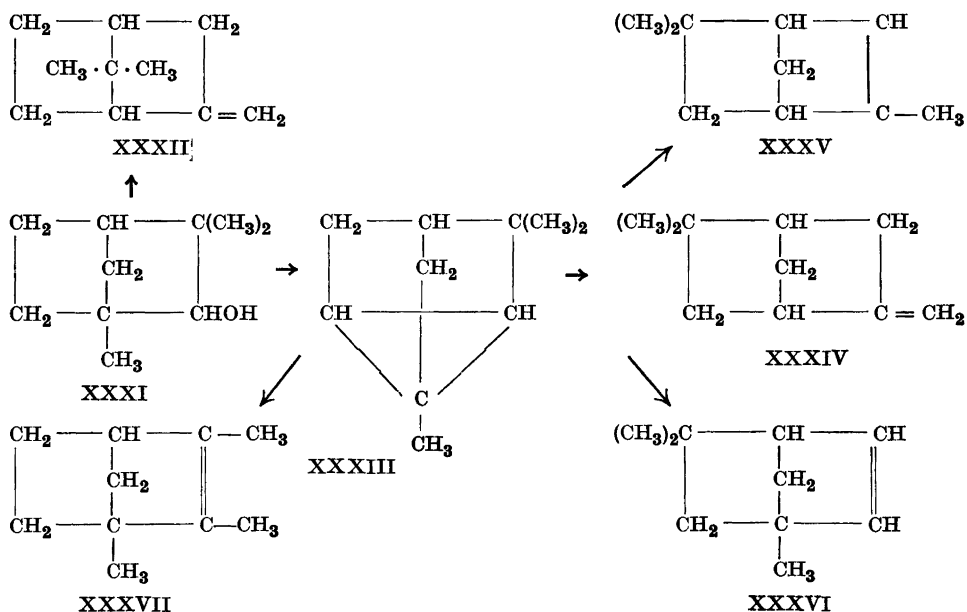
wurde angenommen, dass die Reaktion über einen neuen, tricyclischen Kohlenwasserstoff, Apocyclen verläuft. Die Konstitution des Apobornylens wurde durch Abbau mit Ozon zur Apocampfersäure bestimmt. Die Ozonisierung wurde hiernach für Komppa ein wichtiges Kontrollmittel zur Bekräftigung der Konstitution ungesättigter Terpendervative.

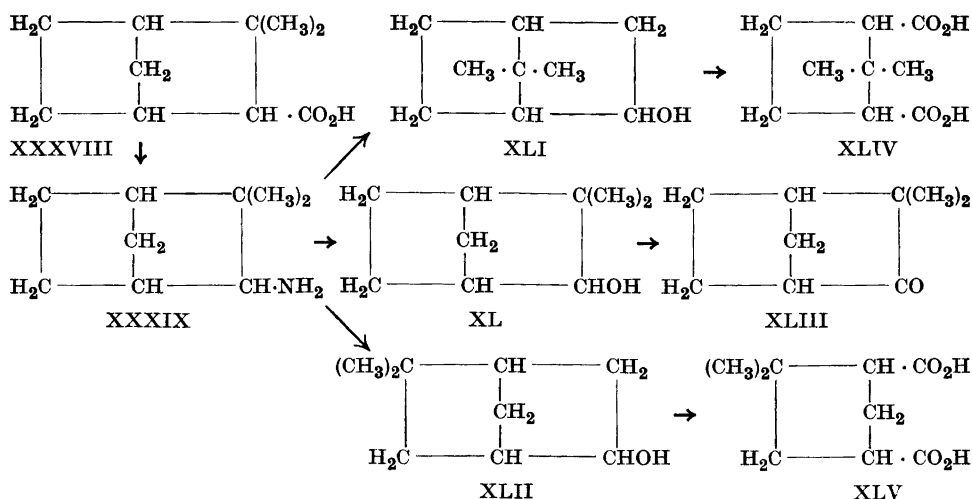
Als Komppa kurz vor dem ersten Weltkrieg seine Fenchenforschungen begann, waren nur zwei Fenchene bekannt, von Wallach *D-l*- bzw. *L-d*-Fenchene sowie *D-d*- bzw. *L-l*-Fenchene genannt. Seitdem sind noch drei weitere hinzugekommen, das Methylsanten oder ϵ -Fenchene und W. Hückels ζ -Fenchene nicht mitgerechnet. Diese Zunahme der Anzahl der Fenchene veranlasste Komppa, Wallachs nicht zweckmässige, oben dargelegte Nomenklatur mit einer ²², der α - und β -Pinene analogen zu ersetzen.

Die Fenchene können in verschiedener Weise erhalten werden; Komppa hat hauptsächlich die Gemische untersucht, die

bei der Wasserabspaltung mittels Alkalibisulfat aus Fenchylalkohol, XXXI, entstehen. Bezüglich der Dehydratisierung konstatierte Komppa mit Nyman ²³, dass sie in zwei Richtungen verläuft, ohne bzw. unter Umlagerung. Im ersteren Fall bildet sich das Cyclofenchene XXXIII, im zweiten durch Wagnersche Umlagerung α -Fenchene XXXII, oft aber auch durch Nametkinsche Umlagerung, von Komppa Santenverschiebung genannt, Methylsanten (ϵ -Fenchene, XXXVII). Durch Einwirkung von Bisulfat auf Cyclofenchene entstehen dann sekundär β -, XXXIV, γ -, XXXV, und δ -Fenchene, XXXVI.

Die Konstitution der α -, β -, γ - und δ -Fenchene bewies Komppa durch Partialsynthese, indem er eine Methylgruppe nach Grignard in α -Fenchocamphoron oder Apocampfer ²⁴, sowie in β -Fenchocamphoron ²⁵ einführte und danach Wasser abspaltete. Später erweiterte er, zusammen mit seinem Sohn Olavi Komppa ²⁶ diese partiellen zu Totalsynthesen: Aus Cyclopentadien und Dimethylacrylsäure wurde Isocamp-

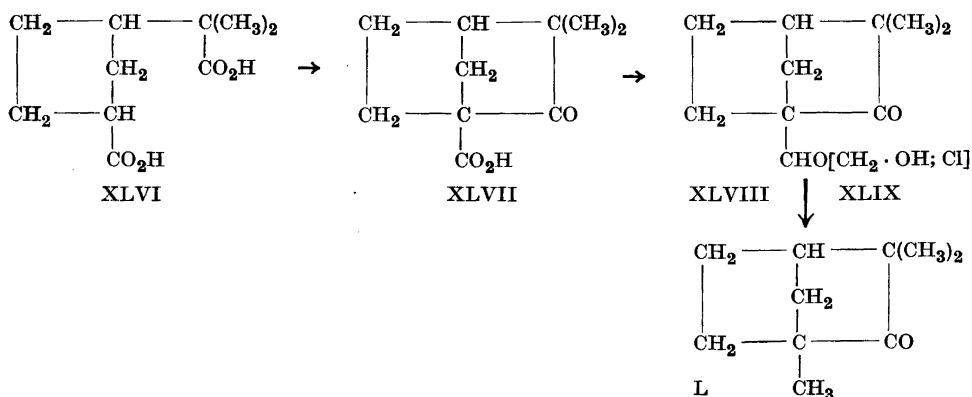


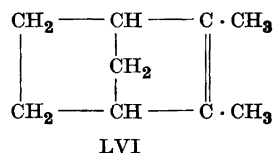
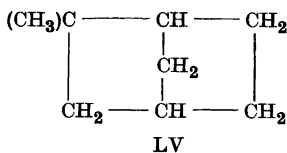
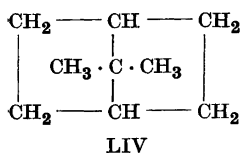
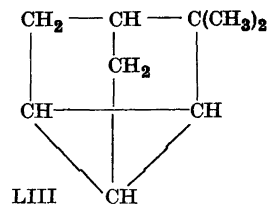
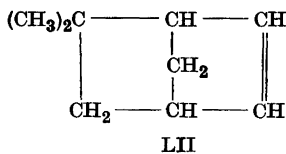
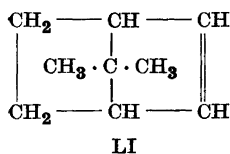


phenilansäure, XXXVIII, dargestellt, die dann in Camphenylamin, XXXIX, übergeführt wurde, wonach mittels salpetriger Säure die Amino- in die Hydroxylgruppe verwandelt wurde, wobei Camphenilol, XL, α -, XLI, und β -Fenchocamphorol, XLII, entstanden. Eine Oxydation mit Permanganat gab Camphenilon, XLIII, Apocampfersäure, XLIV, und Isofenchocampfersäure, XLV.

Das zentrale Keton der Fenchene, das Fenchon wurde schon 1917 von Ruzicka²⁷ synthetisch durch eine umständliche Reak-

tionsfolge mit 1-Methylnorcampher als Ausgangssubstanz dargestellt. Um eine synthetische Brücke vom Campher zum Fenchon zu schlagen, führte Komppa eine andere Synthese²⁸ durch, ausgehend von der von Lipp schon synthetisierten *d,l*-cis-Camphencampfersäure, XLVI. Die Zwischenprodukte der Synthese waren Camphenonsäure, XLVII, Camphenonsäurechlorid, Oxofenchon, XLVIII (teilweise Fenchon), ω -Oxyfenchon, XLIX, und ω -Chlorfenchon, das dann zum Fenchon, L, reduziert wurde.



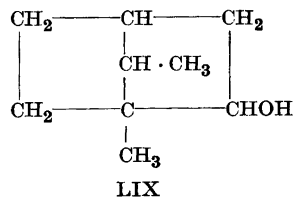
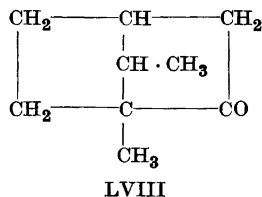
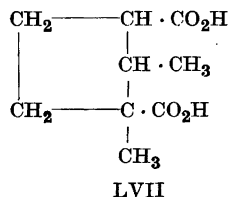


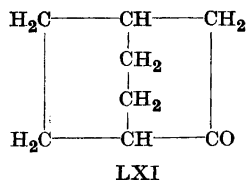
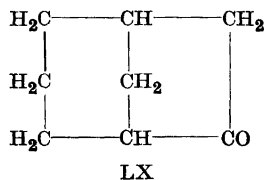
Um eingehender die Umlagerungs- und Razemisierungserscheinungen zu untersuchen, an denen die Fenchene so reich sind, hat Komppa mit Nyman²⁹ sowohl Methyl- und Phenylfenchene sowie Apofenchene und Apoterpene im allgemeinen dargestellt, wie z. B. Apobornylen, LI, Apoisofenchene, LII, Apocyclen, LIII, Apocamphan, LIV, β -Apofenchene, LV, und das wichtigste von allen, Santen, LVI.

Die Richtigkeit der Semmlerschen Santenformel wurde zwar durch Komppas und Hintikkas Totalsynthese 1916³⁰ bestätigt, hinsichtlich der Santenole und Santensäuren waren die Strukturen dessenungeachtet nicht endgültig bewiesen. Komppa führte deshalb eine Kondensation von β -Methylglutarsäureester mit Oxalester durch, um analog der Camphersäure die π -Apocampher- oder Santensäure zu synthetisieren³¹. Das Resultat dieser Arbeit war, dass die 4 stereoisomeren Säuren *cis*- und *trans*-Santen- sowie *cis*- und *trans*-Isosanten-

säure, synthetisch dargestellt und identifiziert wurden. Hiermit war die Struktur nicht nur der Santensäuren, LVII, sondern auch des Santenons, LVIII, und der 2 bekannten Santenole, LIX, sichergestellt.

Da die π -Methylgruppe im Santenon *cis*- und *trans*-Form voraussetzt, müssen 2 Stereoisomere existieren, und es gelang Komppa³², auch die zweite Form, β -Santenon, zu isolieren, die bei der Oxydation *cis*-Isosantensäure liefert und nicht *cis*-Santensäure wie α -Santenon. Für die entsprechenden Alkohole kommt eine endo-exo-Isomerie hinzu, weshalb 4 racemische Santenole *cis*-endo, *cis*-exo, *trans*-endo und *trans*-exo theoretisch möglich sind. Zu den zwei schon bekannten, α -Santenol und α -Santenonalkohol, stellte Komppa einen dritten dar, den er β -Santenonalkohol nennt. Die vierte stereoisomere Form, β -Santenol, ist unbekannt. Die tertiären Santenhydrate sind Strukturisomere, tragen aber dazu bei, die bunte Nomenklatur der Santenole zu verwirren. Von grosser





Bedeutung war auch, dass Komppa feststellte, wie die tertiären Methyl- und Dimethylsantenole Wasser abspalten³³: Auf Grund der erhaltenen Resultate wurde die von Komppa aufgestellte Regel bekräftigt, dass die tertiären Alkohole des Pentocean-systems Wasser nur dann unter Wagner-Umlagerung abspalten, wenn sowohl das C-Atom 7 der Brücke als C-Atom 1 vom Substituenten belastet ist. In allen übrigen Fällen verläuft die Wasserabspaltung ohne Umlagerung.

Mit einer Zwischenzeit von mehr als 30 Jahren hat Komppa zuerst mit Hirn³⁴ 1903 das Bicyclo-[1,2,3]-octanon, LX, und dann allein das Bicyclo-[2,2,2]-octanon, LXI, dargestellt.

Isophtalsäure konnte leicht zur Hexahydroisophtalsäure hydriert werden, während die Terephtalsäure allen damals bekannten Hydrierungsmethoden widerstand und 6 Wasserstoffatome erst aufnahm, als Skitas Verfahren angewandt wurde³⁵. Komppa hat auch die den bicyclischen Ketonen, LX und LXI, entsprechenden, gesättigten bicyclischen Kohlenwasserstoffe dargestellt.

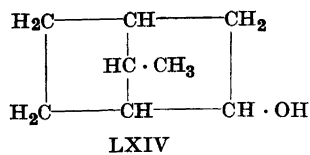
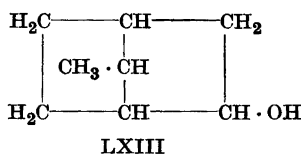
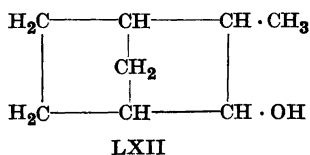
Bei der Synthese bicyclischer Ketone führt die Abspaltung von Kohlendioxyd und Wasser aus Homocyclopentan- bzw. -hexandicarbonsäuren zum Ziele. Bei dieser Reaktion hat Komppa³⁶ gezeigt, dass die beste Ausbeute manchmal mit Magne-

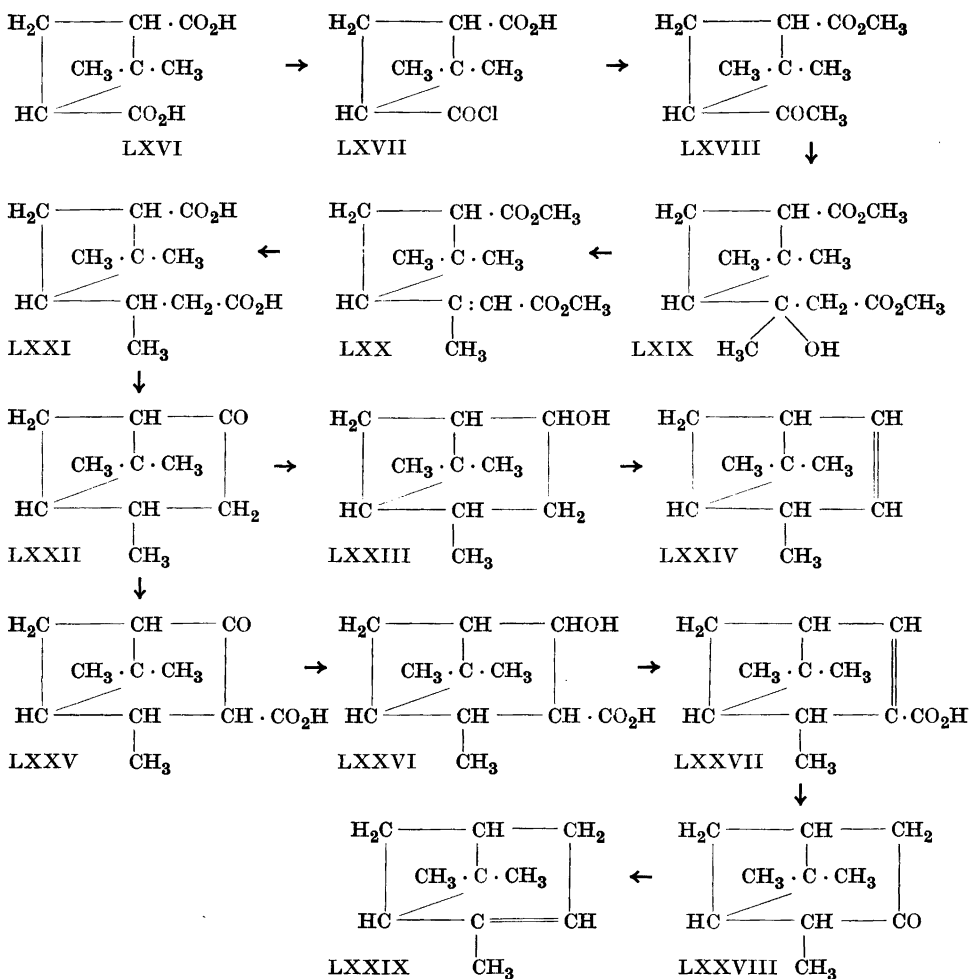
sium- oder Calciumsalzen erzielt wird, während in anderen Fällen nur Bleisalze anwendbar sind.

Nachdem die Diels- und Alderssche Diensynthese in vielen Fällen die Darstellung bicyclischer Verbindungen vereinfacht hat, hat Komppa dieselbe für die Synthese von 3-Methylbicyclo-[1,2,2]-heptanol, LXII, von ihm Apocamphenilol benannt, sowie der stereoisomeren 7-Methylbicycloheptanole, LXIII und LXIV, von ihm Aposantenol und Apoisosantenol³⁷ benannt, angewendet.

In Bezug auf die entsprechenden Ketone konstatierte Komppa, dass Apocamphenilol chemisch ebenso resistent wie Camphenilol und Fenchon ist, sowie dass die Aposantenole leicht zu Aposanten- und Apoisosantensäure oxydierbar sind.

Alders und Rickerts³⁸ Diensynthese ermöglichte es, genügende Mengen von Norcamphern für eine eingehendere Untersuchung dieser Derivate zu erhalten. Es wurden sowohl α - als β -Norborneol³⁹ dargestellt, wobei es sich erwies, dass sie hinsichtlich der Wasserabspaltung dem Borneol bzw. Isoborneol entsprechen. Durch Überführung des β -Norborneols zum Chlorid und dessen Reduktion zum entsprechenden gesättigten, bicyclischen Kohlenwasserstoff war Komppa zum wirklichen Grundkohlenwasserstoff aller natürlichen Campherarten vorgedrungen, der in Beil-





schem Blick und unter strenger Kontrolle aller Resultate ausgeführt. Der Stil in Komppas Veröffentlichungen ist oft knapp aber stets konzis. Mit nie versiegender finnischer Zähigkeit und Energie führte Komppa seine Synthesen trotz aller Hindernisse und Schwierigkeiten zu dem von ihm angestrebten Ziel.

Durch Gust. Komppas Ableben verlor Finnland einen in der ganzen Welt bekannten Forscher und die Chemie unseres Landes ihren »grand old man«.

1. Über eine neue Synthese des Cumarons. *Ber.* **26** (1893) 2968–72. Zur Constitution des Cumarons. *Ber.* **28** (1895) 1643–44.
2. Über *o*-Cyanzimtsäure. *Öfversigt av Finska Vet. Soc. Förhandlingar.* **36** (1893) 1–7.
3. Versuche zur synthetischen Darstellung der Camphoronsäure und ihrer Abkömmlinge (Erste Mitteilung). *Ber.* **29** (1896) 1619–25.
4. Über $\beta\beta$ -Dimethylglutarsäure. *Ber.* **32** (1899) 1421–24.
5. Über Thionaphten oder Benzothiophen. *Acta Soc. Sci. Fennicae*, **23** (1897) N:o 6, 3–14.

6. Über Nitrierung des Guajacols. *Översigt af Finska Vet. Soc. Förhandlingar*. B. 40 (1898) 1–5.
7. Condensationen von Ketonen und Cyanessigester. *Ber.* 33 (1901) 3530–34.
8. Über die Undekamethylendicarbonsäure und die Elektrosynthese der Dekamethylendicarbonsäure. *Ber.* 34 (1901) 895–902.
9. Die vollständige Synthese der Apocampfersäure resp. Camphopyrsäure (Vorläufige Mitteilung). *Ber.* 34 (1901) 2472–75.
10. Die vollständige Synthese der Camphersäure und Dehydrocamphersäure (Vorläufige Mitteilung). *Ber.* 36 (1903) 4332–35.
11. *Bull. Soc. Chim.* (4) Tom 7 (1910) 740.
12. *J. Chem. Soc.* (1910) p. 836.
13. Synthesis of Camphoric Acid, *Transactions of the Chemical Society* 99 (1911) 29–33.
14. G. Komppa und O. Routala, Über die Totalsynthese einer Äthyl-apocampfersäure. *Ber.* 44 (1911) 858–64.
15. G. Komppa und S. V. Hintikka. Synthese des Dimethylmorcampholidis. *Ber.* 42 (1909) 898–99.
16. Über die Totalsynthese des Fenchocampferons und seine Oxydation mit Caroscher Säure. *Ber.* 47 (1914) 933–36.
17. Über die Totalsynthese der Pinophensäure und die Konstitution der Ketopinsäure und Tricyklensäure. *Ber.* 44 (1911) 1536–41.
18. G. Komppa und S. V. Hintikka. Totalsynthese des Norcamphers *Ann. Acad. Sci. Fennicae, Ser. A.* 10 (1918) N:o 22, 3–17.
19. G. Komppa und S. V. Hintikka. Über die Totalsynthese des Camphenilons. *Ber.* 47 (1914) 1550–52.
20. Studien in der Camphenilongruppe (Erste Abhandlung). *Ann.* 366 (1909) 71–78. G. Komppa und S. V. Hintikka, Studien in der Camphenilongruppe (Zweite Abhandlung) und Über das Isocamphenilon und die Konstitution des Camphenylens und Apobornylens. *Ann.* 387 (1911) 293–316.
21. G. Komppa und S. V. Hintikka. Die Identität des Isocamphenilons und den Santenons resp. die Totalsynthese des Santens. *Ann. Acad. Sci. Fennicae, Ser. A.* 7 (1916) N:o 9, 3–8. (Synthèse totale du Santène. *Bull. Soc. Chim.* (4) Tom 21 (1917) 13–20.
22. G. Komppa und R. H. Roschier. Über die Nomenklatur der Fenchene und eine neue Methode zur Darstellung des β -Fenchens (Vorl. Mitteilung). *Ann. Acad. Sci. Fennicae, Ser. A.* 7 (1916) N:o 14, 3–8.
23. G. Komppa und G. A. Nyman. Studien in der Fenchene-Reihe VIII. Zur Kenntnis des Reaktionsmechanismus bei der Dehydratation des Fenchylalcohols. *Ann.* 535 (1938) 252–66.
24. G. Komppa und R. H. Roschier. Über die Totalsynthese des α -Fenchens. *Ann. Acad. Sci. Fennicae, Ser. A.* 10 (1917) N:o 3, 3–15. G. Komppa und Sigfried Beckmann. Über α -Fenchonhydrat (Methyl- α -fenchocampferol) α - und β -Fenchon. *Ann.* 508 (1934) 205–214.
25. G. Komppa und R. H. Roschier. Über die partielle Synthese des β - und γ -Fenchens. *Ann. Acad. Sci. Fennicae, Ser. A.* 10 (1917) N:o 15, 3–15. G. Komppa und Sigfried Beckmann. Studien in der Fenchene-Reihe III. Über γ -Fenchon und β -Fenchonhydrat. *Ann.* 503 (1933) 130–142.
26. G. Komppa und O. Komppa. Eine neue Totalsynthese des Camphenilons sowie des α - und β -Fenchocampferons. *Ber.* 69 (1936) 2606–10.
27. Ruzicka. *Ber.* 50 (1917) 1362.
28. G. Komppa und A. Klami. Eine neue Synthese des *d, l*-Fenchens. *Ber.* 68 (1935) 2001–03.
29. G. Komppa und G. A. Nyman. Zur Kenntnis des Reaktionsmechanismus bei der Dehydratation des Fenchylalcohols. *Ann.* 535 (1938) 252–66.
30. G. Komppa und S. V. Hintikka. Die Identität des Isocamphenilons und des Santenons resp. die Totalsynthese des Santens. *Ann. Acad. Sci. Fennicae, Ser. A.* 7 (1916) N:o 9, 3–8. Synthèse totale du Santène. *Bull. Soc. Chim.* (4) Tom 21 (1917) 13–20.
31. Synthetische Arbeiten in der Santen-Reihe. (Vorl. Mitteil.) *Ber.* 65 (1932) 1708–10. G. Komppa und W. Rohrman. Totalsynthese der Santensäuren. *Ann. Acad. Sci. Fennicae, Ser. A.* 44 (1935) N:o 3, 3–29.
32. G. Komppa und G. A. Nyman. Über die stereoisomeren Santenone und Santenole. *Ann. Acad. Sci. Fennicae, Ser. A.* 45 (1935) N:o 1, 3–8.
33. G. Komppa und G. A. Nyman. Über das tertiäre 2,4-Dimethylsantenol und das 1,4-Dimethylsanten. *Ann.* 518 (1935) 204–210.
34. G. Komppa und T. Hirn. Synthese einer bicyklischen Ringverbindung (Vorl. Mitteil.). *Ber.* 36 (1903) 3610–12.
35. Über eine Totalsynthese des bicyclo-[2,2,2]-Octanonis und des bicyclo-[2,2,2]-Octans. *Ber.* 68 (1935) 1267–72.
36. Über die Totalsynthese des Fenchocampferons und seine Oxydation mit Caroscher Säure. *Ber.* 47 (1914) 933–36.

- G. Komppa und S. V. Hintikka. Über die Totalsynthese des Camphenilons. *Ber.* **47** (1914) 1550—52.
37. G. Komppa und Sigfried Beckmann. Zur Kenntnis der Struktur und Stereoisomeren Methyl-bicyclo-[1,2,2]-heptanole und -heptanone II. *Ann.* **523** (1936) 68—86.
38. Alder und Rickert. *Ann.* **543** (1939) 1.
39. G. Komppa und Sigfried Beckmann. Über die Norcamphergruppe I. *Ann.* **512** (1934) 172—185.
40. Neuere synthetische Arbeiten der Campher- und Terpengruppe. *Ber.* **75** (1942) A 1, 1—13.
41. G. Komppa und A. Klami. Totalsynthese des d,l-Verbanons, d,l- δ -Pinens und d,l-Pinans. *Ber.* **70** (1937) 788—91.
42. Ruzicka und Trebler. *Helv. Chim. Acta* **3** (1920) 756.
Ruzicka und Pontalti. *Helv. Chim. Acta* **7** (1924) 489.
43. G. Komppa, A. Klami und A. M. Kuvaja. Totalsynthese des Pinocamphons, der Pinonsäure und des α -Pinens. *Ann.* **547** (1941) 185—94.

John Palmén.