

RADIORAMA

INTERESSANTES FÜR FUNK- UND A/V-LIEBHABER

Nr. 123
03/2025

Forschung und Entwicklung ...



(shop.omvc.ch)



Zugespielt ...
von Werner Schefer (†)

Trüb Täuber
Ampèremeter

(Marktplatz Trogen)



(Amplifier.cd)





Trüb Täuber
Volt-Ohmmeter

Forschung und Entwicklung bei der ehemaligen Trüb, Täuber & Cie.

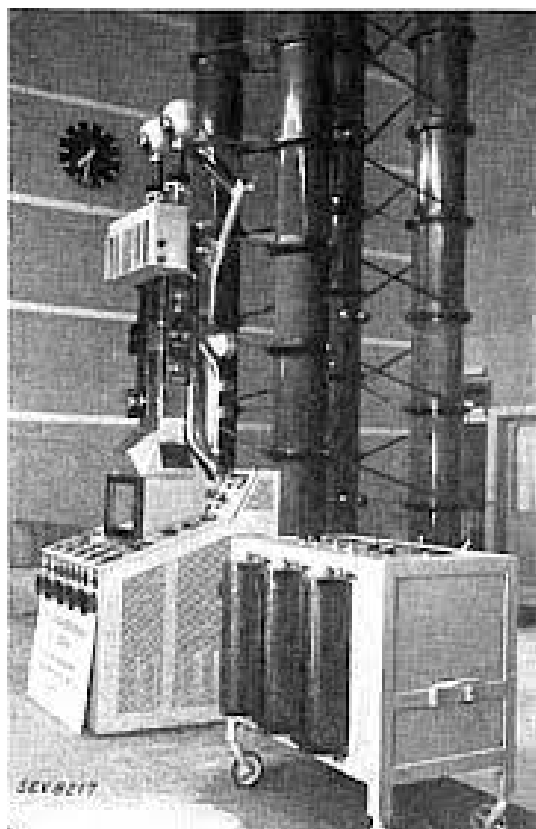
Ein Beitrag zur Zürcher Technikgeschichte von Hans H. Jucker

Zugespielt von Werner Schefer (†).

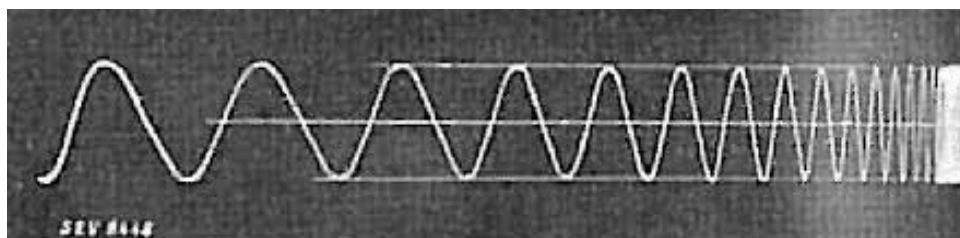
Der vorliegende Beitrag ergänzt die bereits früher im **SEV**-Bulletin (**S**chweizerischer **E**lektrotechnischer **V**erein) publizierte Geschichte der ehemaligen Apparatebaufirma Trüb Täuber & Cie mit Sitz in Hombrechtikon und Zürich. Der Inhalt thematisiert die in der Öffentlichkeit weniger bekannte Forschungs- und Entwicklungstätigkeit auf dem Gebiet wissenschaftlicher Instrumente und Ausrüstungen. Die Tätigkeit der Firma auf diesem anspruchsvollem Gebiet war für die damalige Zeit einzigartig, vergleichbar mit den heutigen Innovationszentren und Technoparks welche Universitäten angegliedert sind, wo wissenschaftliche Ideen kombiniert mit industriellem knowhow zu epochemachende Neuheiten entwickelt werden. Von der Vielzahl bei Trüb Täuber in der Zeitspanne von 1929 - 1965 durchgeführten wissenschaftlichen Entwicklungen wird im Inhalt auf einige tiefer eingegangen, welche den Verlauf der Firmengeschichte in besonderem Masse beeinflusst haben. Die dem Inhalt zugrunde liegenden Informationen stammen grösstenteils von ehemaligen Mitarbeitern welche sich zur Zeit des Milleniums noch an ihre Tätigkeit bei der Trüb Täuber & Cie. zurückzuerinnern vermochten.

Im Jahre 1919 konnte von Trüb Täuber der in Zürich an der Ampèrestrasse neu erstellte Hauptsitz bezogen werden. Ab diesem Zeitpunkt erhielten auch die nach wie vor in Hombrechtikon produzierten Messgeräte die Herkunftsbezeichnung «Trüb Täuber Zürich» auf den Skalen aufgedruckt. Mit der Forschung und Entwicklung von wissenschaftlichen Geräten hatte Trüb Täuber 1929 einen weiteren Geschäftsbereich eröffnet, für den in Zürich im gleichen Jahr ein Erweiterungsbau erstellt wurde. In der Zeitspanne von 1929 - 1965 wurde in dieser Abteilung eine Vielzahl gänzlich unterschiedlicher wissenschaftlicher Entwicklungen durchgeführt. Die Anstösse hierzu kamen in den meisten Fällen von den schweizerischen Universitäten, der Industrie, der SBB und PTT sowie den Unternehmungen der Energieerzeugung und -Übertragung. Zu erwähnen sind u.a. die Entwicklungen von Geräten für seismologische Untersuchungen, die Entwicklung einer Fernseh Demonstrationsanlage für die PTT anlässlich der Landesausstellung im Jahre 1939 in Zürich, die Entwicklung eines Hochspannungs-Kathodenstrahloszilloskopes für die Hochspannungs- und Blitzforschung sowie die Entwicklung eines schweizerischen Elektronenmikroskopes und ab Mitte der 50er Jahre der Einstieg in die Entwicklung der Kernresonanzspektroskopie.

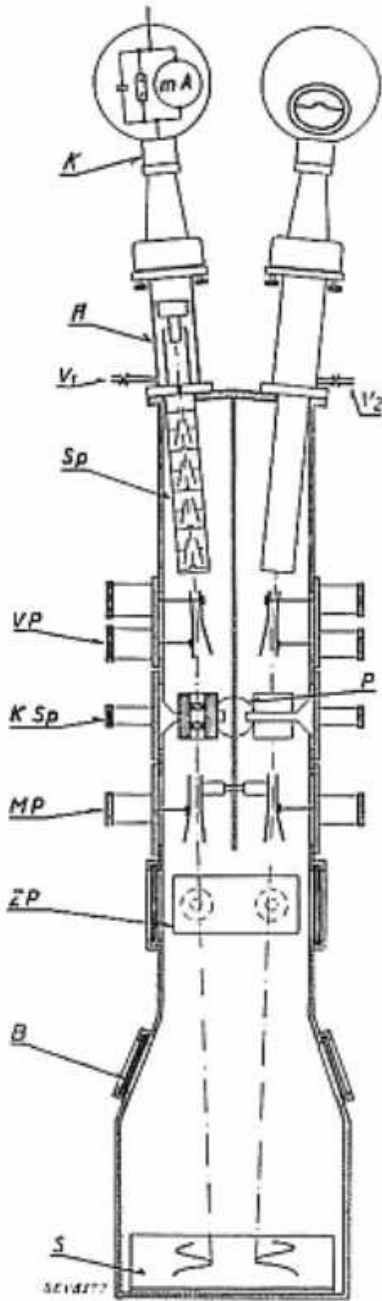
Ausgelöst durch den Wunsch der SBB, Brown Boveri und den schweizerischen Energieübertragungsunternehmen an Hochspannungsleitungen während Gewittern Überspannungsmessungen durchzuführen, begann Trüb Täuber in den frühen 1930er-Jahren in Zusammenarbeit mit dem ETH-Professor Karl Berger mit der Entwicklung von Kathodenstrahlzillographen für die Aufzeichnung von schnellen, impulsartigen Vorgängen, welche geeigneter waren als die bisher vorhandenen Schleifenoszillographen. Die von Trüb Täuber gebauten Geräten erzeugten den Elektronenstrahl mit einer kalten Kathode. Nach der Strahl fokussierung durch ein elektromagnetisches Linsensystem wurde der Elektronenstrahl in einer mittels Vakuumpumpe evakuierten Metallröhre beschleunigt und nach erfolgter elektrostatischer Ablenkung in den X- und Y- Achsen auf einem Bildschirm sichtbar gemacht bzw. auf photographischen Filmen aufgezeichnet. Die Erzeugung der Zeitablenkspannung erfolgte in einem separaten, elektronischen Zeitachsengenerator, wobei für den horizontalen Strahldurchlauf Ablenkzeiten zwischen 1 μ s und 1 ms gewählt werden konnten. Die Beschleunigerspannung für den Elektronenstrahl betrug 50 kV.



Das unten dargestellte, mit dem Trüb Täuber-Kathodenstrahlzillogoskop aufgenommene Oszillogramm stellt eine Eichfrequenz von 5 MHz dar. Es zeigt, dass bei sehr schneller Zeitablenkung, nämlich mit Zeitkonstanten bis 1 μ s, eine gute Übereinstimmung der tatsächlich vorhandenen mit der erwünschten exponentiellen Zeitskala erreicht werden konnte.



Die untenstehende Figur zeigt die Prinzipdarstellung eines Trüb Täuber-Zweistrahl-Kathodenstrahloszilloskopes aus der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg: Die aufwendige Entwicklung dieser Trüb Täuber-Kathodenstrahloszilloskope führte schlussendlich zu einer Fabrikationsserie von etwa 100 Geräten, die vorwiegend in Hochspannungslaborien zum Einsatz kamen. Einige Geräte konnten noch vor dem Zweiten Weltkrieg in die USA verkauft werden. Nach dem Kriege führte der enorme Technologieschub auf dem Elektronikgebiet in den USA zur Entwicklung einer Reihe von neuen, sehr leistungsfähigen, kleinen und handlichen Kathodenstrahloszilloskopen welche durch ihre universellen Anwendungsmöglichkeiten die aufwendigen Vorkriegsentwicklungen bei weitem übertrafen, zudem wesentlich kostengünstiger waren. Auf Grund der im Zweiten Weltkrieg auf dem Radargebiet erzielten Fortschritte entwickelte die Firma Tektronix bereits in den frühen 50er-Jahren Oszilloskope, die für Impulsanwendungen im Millimikrosekundenbereich ausgelegt waren, so z.B. die Modelle 507, 517 und 519, welche für einen Bruchteil der Kosten der voluminösen und wenig anwenderfreundlichen Trüb Täuber-Geräte angeboten wurden.



- K Kathode des Osuillographen mit aufgebautem mA-Meter für den Strahlstrom und Griff zur Betätigung der drehbaren Kathode.
- A Anode mit Wasserkühlung.
- V1 Lufterlassventile zur Einstellung des gewünschten Strahlstromes mittel Regulierung des Druckes im Entladerohr. Jedes Entladerohr besitzt ein solches Ventil, sodass beide Strahlen praktisch unabhängig voneinander reguliert werden können. Es ist z.B. möglich, bei 5 mA Stromstärke im ersten Strahl den zweiten Strahl durch Schliessen des Ventils V2 vollständig zum Erlöschen zu bringen.
- Sp Strahlsperrung der üblichen Bauart, d.h. vierstufige, rein elektrische Sperrung für lange Wartezeiten.
- VP Voraböenkplatten, welche die beiden zunächst unter spitzem Winkel zueinander erzeugten Kathodenstrahlen parallel richten, d.h. in die Messplatten MP führen.
- KSp Konzentrationsspulen (Sammelspulen), welche als magnetische Sammellinsen jeden Strahl in sich selber konzentrieren, sodass der Schreibfleck möglichst klein wird.
- MP Messplatten für die zu messende Spannung oder, bei Verwendung eines Shunts, für den zu messenden Strom.
- ZP Zeitplatten für die Ablenkung des Strahles längs der Zeitachse. In der Figur ist eine gemeinsame Zeitplatte für beide Strahlen vorhanden. Diese kommt in Anwendung, wenn beide Strahlen genau dieselbe Zeitbewegung ausführen sollen. Daneben ist auch die Montage getrennter Zeitplatten für beide Strahlen möglich. womit zugleich 2 Vorgänge mit verschiedener Dauer aufgezeichnet werden können.
- S Schreibfläche des Strahles, d.h. Leuchtschirm oder photographische Schicht eines in einer Filmkassette befindlichen Filmbandes.
- P Ansatzstelle der Hochvakumpumpe, welche für beide Strahlen gemeinsam ist.
- B Beobachtungsfenster mit lichtdichten Deckeln. Ein ähnliches Fenster befindet sich auch im Boden des Gefässes, um bei entfernter Filmkassette auch Fernsehbilder senden oder empfangen zu können.

In Deutschland wurde in der zweiten Hälfte der 30er-Jahre von Ernst Ruska und Bodo von Borries bei «Siemens & Halske» das Elektronenmikroskop entwickelt. Mit einem Elektronenmikroskop kann eine deutlich höhere Auflösung (von etwa 0,1 nm) erreicht werden als mit einem optischen Mikroskop dessen Auflösung physikalisch durch die Wellenlänge des Lichtes auf etwa 200 nm begrenzt ist. 1938 entstand schliesslich ein erster Prototyp des Siemens-Elektronenmikroskops, ein Jahr später das erste Seriendesign. Der Botaniker Albert Frey-Wyssling, Professor an der ETH Zürich, hatte die Entwicklung des Elektronenmikroskopes in Deutschland wegen seiner Erforschung von submikroskopischer Feinstrukturen von Pflanzenzellen mit grossem Interesse mitverfolgt, jedoch infolge Ausbruch des Zweiten Weltkrieges gelang es der ETH nicht mehr, ein Gerät aus Deutschland zu beschaffen. Auf Anregung der ETH begann Trüb Täuber Anfangs des Zweiten Weltkrieges unter Leitung des temperamentvollen Tessiner Ingenieurs Giovanni Induni – weitgehend abgeschnitten von den internationalen Entwicklungen – mit dem Bau eines Schweizerischen Elektronenmikroskopes. Auf Empfehlung von Professor Frey-Wyssling konnte sein Doktorand Kurt Mühlethaler

im Sommersemester 1942 in das Entwicklungsteam von Trüb Täuber integriert werden. In der Folge arbeitete er sich als einer der ersten Schweizer in elektronenmikroskopische Präparationsmethoden ein und entwickelte sich zu einem Spezialisten für die noch junge Elektronenmikrographie. Zugleich begann er sich als Biologe Gedanken zu machen über Interpretationsmöglichkeiten elektronenoptischer Bilder. Bis zum Abschluss seines Doktorats (1947) arbeitete Mühlethaler ausschliesslich mit dem inzwischen fertiggestellten Trüb Täuber-Gerät, stellte indes in langwierigen, mühseligen, gelegentlich verzweifelten Laborstunden – in denen ihm viele Bilder misslangen – fest, dass dessen Abbildungsqualität einiges zu wünschen übrig liess. Kurz nach dem Zweiten Weltkrieg hatte der inzwischen zum Assistenten von Professor Frey-Wyssling aufgerückte Kurt Mühlethaler während eines USA Aufenthaltes in einem Forschungsinstitut Gelegenheit, mit einem von RCA gebauten Elektronenmikroskop zu arbeiten; dabei wurden ihm im internationalen Vergleich die technischen Mängel des Trüb Täuber-Gerätes erst richtig bewusst. Sorgfältig wägte er die Vorteile des amerikanischen Instrumentes gegenüber der schweizerischen Eigenentwicklung ab und rapportierte an seinen Professor Frey-Wyssling:

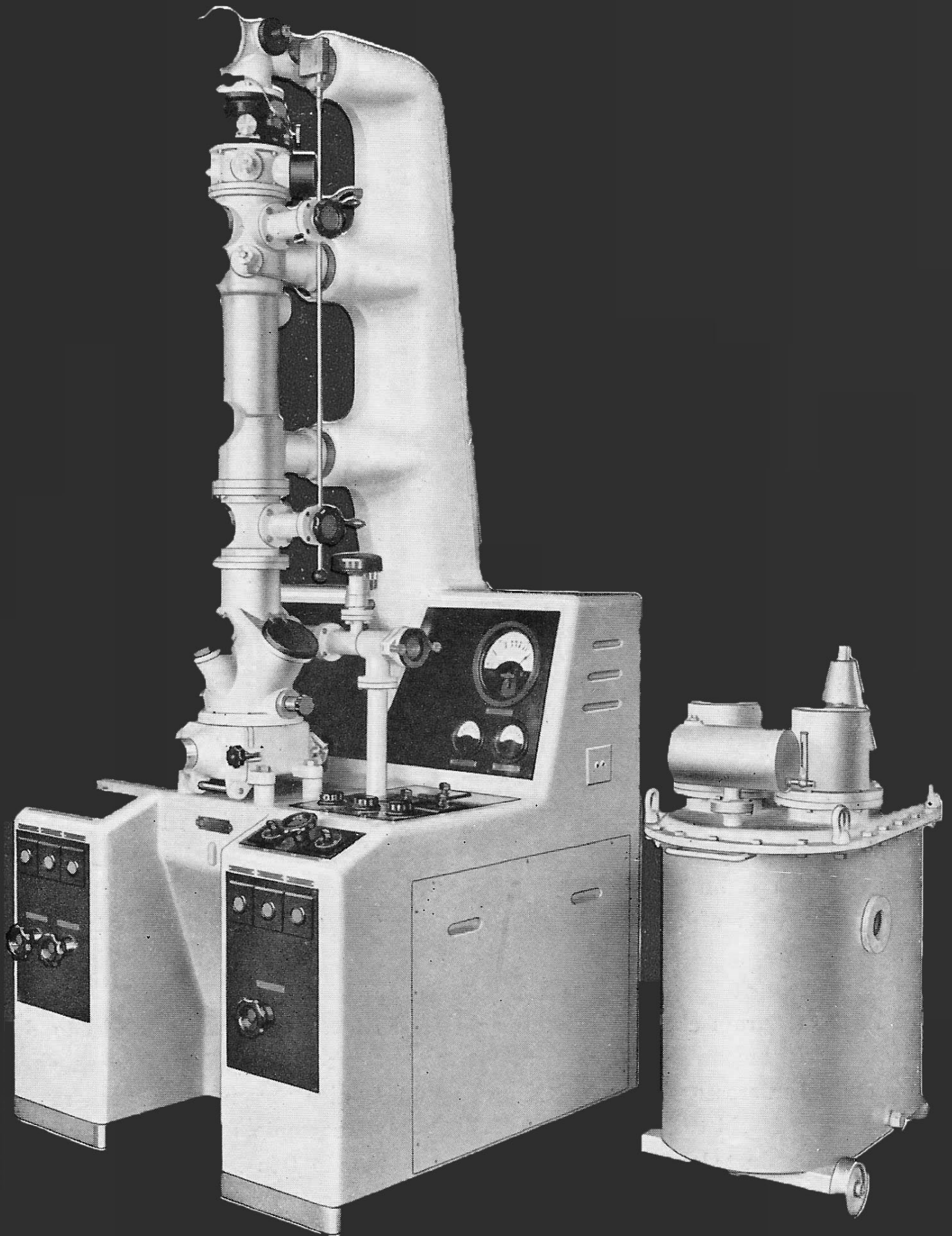
... Was nun das RCA-Mikroskop anbelangt, so habe ich bereits am zweiten Tag herausgefunden, dass es unvergleichlich besser arbeitet als das Trüb Täuber-Instrument. Ich möchte im folgenden nur zwei Bestandteile erwähnen, die von Giovanni Induni am amerikanischen Instrument angefochten werden. Es sind die Glühkathode und die Objektivaperturblinse. Alle Einwände, die von Induni gegen die Glühkathode gemacht werden, sind absolut falsch. Deren Lebensdauer beträgt bei einer täglichen Arbeitszeit von acht Stunden durchschnittlich einen Monat. Dabei ist aber festzuhalten, dass sie während dieser Zeit ein absolut gleichmässiges, von Gasdruckschwankungen im Mikroskop ganz unabhängiges «Licht» liefert. Ist der Glühfaden einmal durchgebrannt, so kann er in drei Minuten ersetzt werden. Die Trüb Täuber Kathode weist je nach Alter eine ganz verschiedene Helligkeit auf. Im Gegensatz zu den Entwicklern amerikanischer, holländischer und deutscher Elektronenmikroskope setzt Giovanni Induni und die Firma Trüb, Täuber in ihrem Instrument auf den Einsatz einer kalten Kathode, arbeitet ausserdem mit elektrischen statt magnetischen Linsen und einer eigenen Trüb Täuber-Molekularpumpe. Von dieser eingeschlagenen Richtung will Induni, den Einwänden seiner Fachkollegen trotzend, nicht mehr abweichen ...

Während es in der Folge mit Kurt Mühlethalers wissenschaftlicher Karriere voran ging und sich die ETH ein Elektronenmikroskop der holländischen Firma Philips kaufte, wurde es um das Gerät von Giovanni Induni bald still. Die wenigen Trüb Täuber Mikroskope welche verkauft werden konnten, erlangten bald den Ruf eines Kuriosums. Im Gegensatz zu der ebenfalls aufwendigen Entwicklung des Trüb Täuber-Kathodenstrahlzilloskopes, von denen jedoch vor dem Zweiten Weltkrieg noch eine Fabrikationsserie von etwa 100 Geräten verkauft werden konnte, führte die Entwicklung des Elektronenmikroskopes wegen dem ausgebliebenen Verkaufserfolg für Trüb Täuber zu einem grossen finanziellen Verlust. Auch zeichnete sich nach dem Zweiten Weltkrieg, durch die Neugründungen von kleineren Firmen, auf dem bisher gewinnbringenden Sektor elektrischer Messinstrumente eine Verschärfung der Konkurrenzsituation ab. Im Gegensatz zu den Anfängen des zwanzigsten Jahrhundert war inzwischen die theoretische Entwicklung der elektrischen Messinstrumente längst abgeschlossen, sodass das verbliebene handwerkliche «knowhow» für die Herstellung elektrischer Messinstrumente auch bei kleinen Firmen aufgebaut werden konnte.

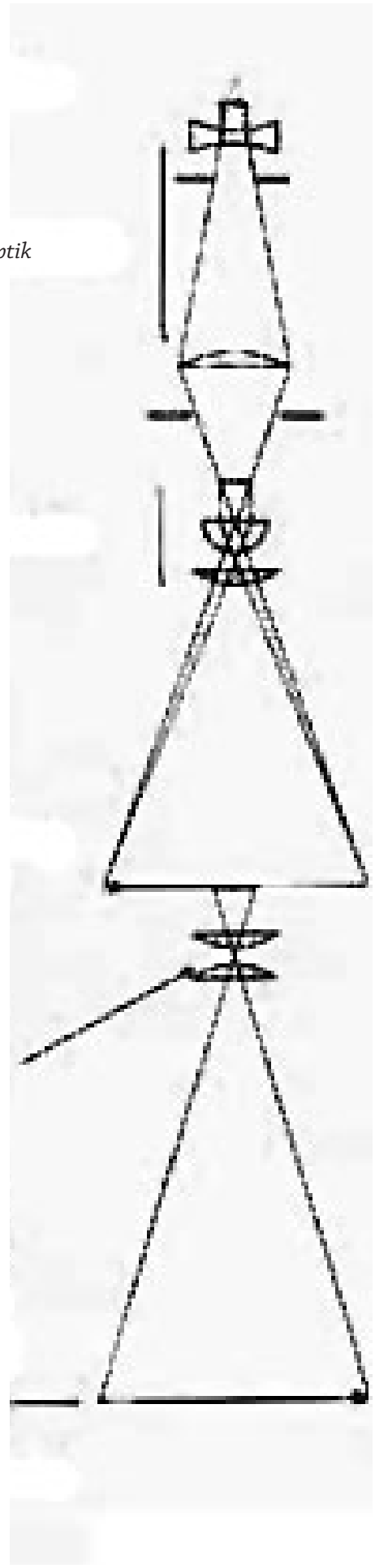
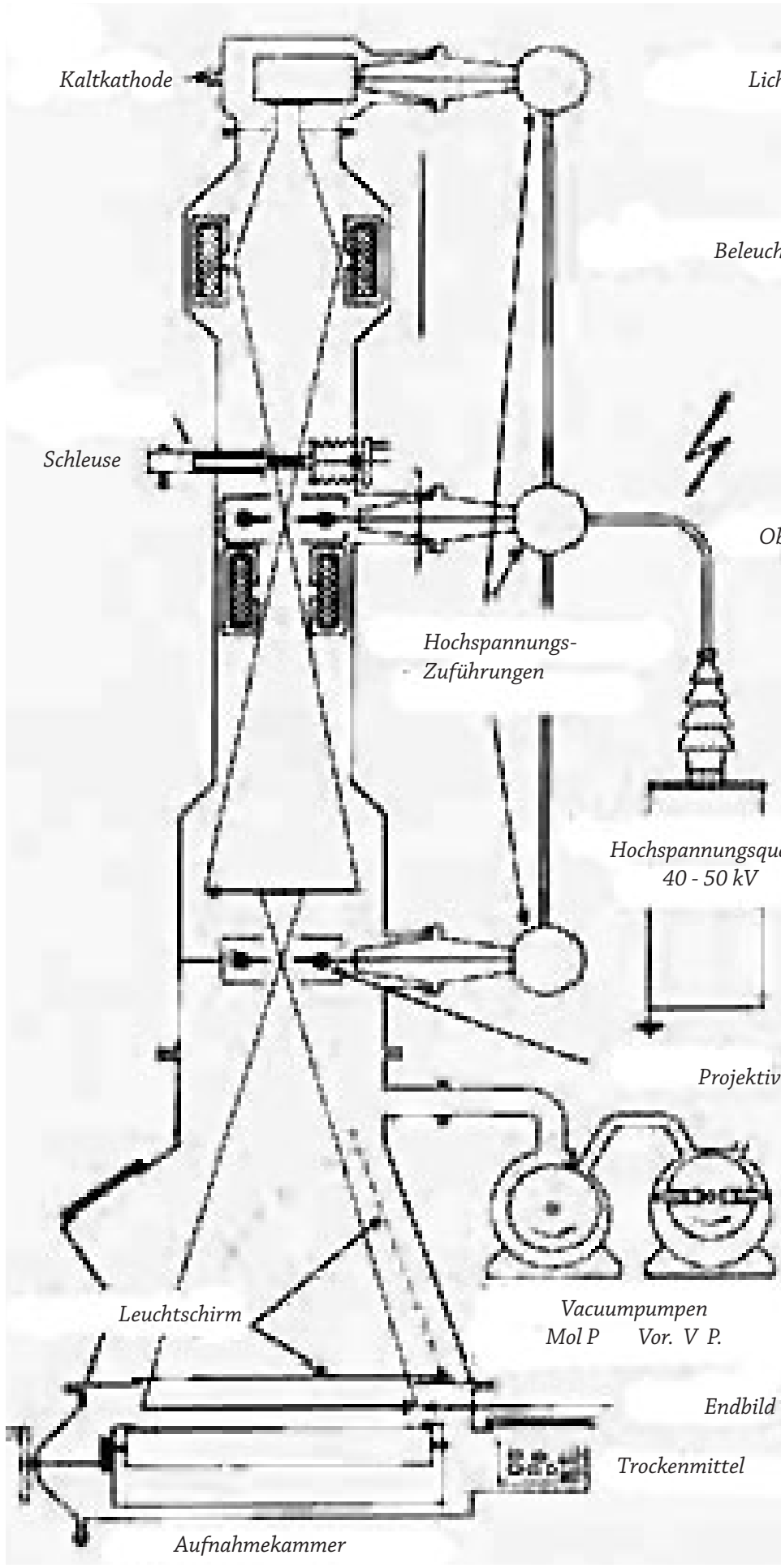
Anmerkung zu **Giovanni Induni**: geboren 2.9.1903 in Carasso (heute Gem. Bellinzona), gestorben 27.5.1977 in Lugano. Dipl. Elektroingenieur an der ETH Zürich, danach in der Forschungsabt. der Apparatebaufirma Trüb, Täuber & Cie. (TCC) in Zürich, die auf die Herstellung von elektr. Messgeräten spezialisiert war. Hier entwickelte er 1941 - 1942 das erste Elektronenmikroskop in der Schweiz, das mit kalter Kathode, drei elektromagnetischen Linsen (Kondensator, Ob- und Projektiv), Vakuumsystem und Molekularpumpe ausgerüstet war und in welchem eine elektr. Spannung von 40 bis 60 kV zur Anwendung kam. 1948 - 1968 bei Brown Boveri & Cie. (BBC) in Baden, wo er Forschung betrieb und später Recherchen zu bereits patentierten Erfindungen durchführte. Der vielseitig interessierte Induni sprach Russisch, beschäftigte sich auch mit Farbenlehre, Malerei sowie übersinnlichen Phänomenen und hielt zahlreiche Vorträge. 1968 Rückkehr in den Kt. Tessin. Im Jahre 1948 trat Dr. Lienhard Wegmann in leitender Funktion als Nachfolger des inzwischen aus der Firma ausgeschiedenen Giovanni Induni in die Entwicklungsabteilung von Trüb Täuber ein. Die Firmenleitung von Trüb Täuber erhoffte sich mit Dr. Lienhard Wegmann durch einen Neubeginn doch noch den Anschluss an den internationalen Markt für Elektronenmikroskope zu finden. Doch durch die enorme Entwicklung der Elektronik im Zweiten Weltkrieg sollte es anders kommen.

Anmerkung zu Dr. **Lienhard Wegmann**: Lienhard Wegmann wurde am 29. August 1918 in Amriswil im Kanton Thurgau in eine musikliebende Familie hineingeboren. Der studierte Physiker schloss 1947 an der Universität Zürich seine Promotion mit dem Titel «Über die Methode zur Messung sehr kleiner Änderungen elektrischer Kapazitäten und Phasenwinkel im Gebiete der Ton- und Niederfrequenz» ab. Danach arbeitete er bei der Firma Trüb, Täuber & Co. an der Entwicklung des schweizerischen Elektronenmikroskops, ab 1965 war er als Entwicklungsleiter der Abteilung Korpuskularstrahlgeräte bei der Balzers AG u.a. an der Konstruktion des Photoemissions-Elektronenmikroskops Metioskop beteiligt. Wegmann war Präsident der Schweizerischen Gesellschaft für Optik und Elektronenmikroskopie. Wegmann charakterisierte sich selbst als hauptberuflichen Physiker und nebenberuflichen Komponisten. Sein kompositorisches Hauptschaffen fällt in seine Zeit als Student und Universitätsassistent in die 1930er- und 1940er-Jahre und umfasst Instrumental- und Vokalmusik für verschiedene Besetzungen. Lienhard Wegmann starb am 26. April 1986 in Trübbach (Kt. St. Gallen).

Foto des bei Trüb Täuber unter der Leitung von Giovanni Induni während des Zweiten Weltkrieges entwickelten Elektronenmikroskopes.



Strahlengang im Elektronenmikroskop, das unter der Leitung von Giovanni Induni bei Trüb Täuber in Zürich entwickelt wurde. Zum Vergleich ist rechts der Strahlengang eines Lichtmikroskopes von demselben Aufbau dargestellt.



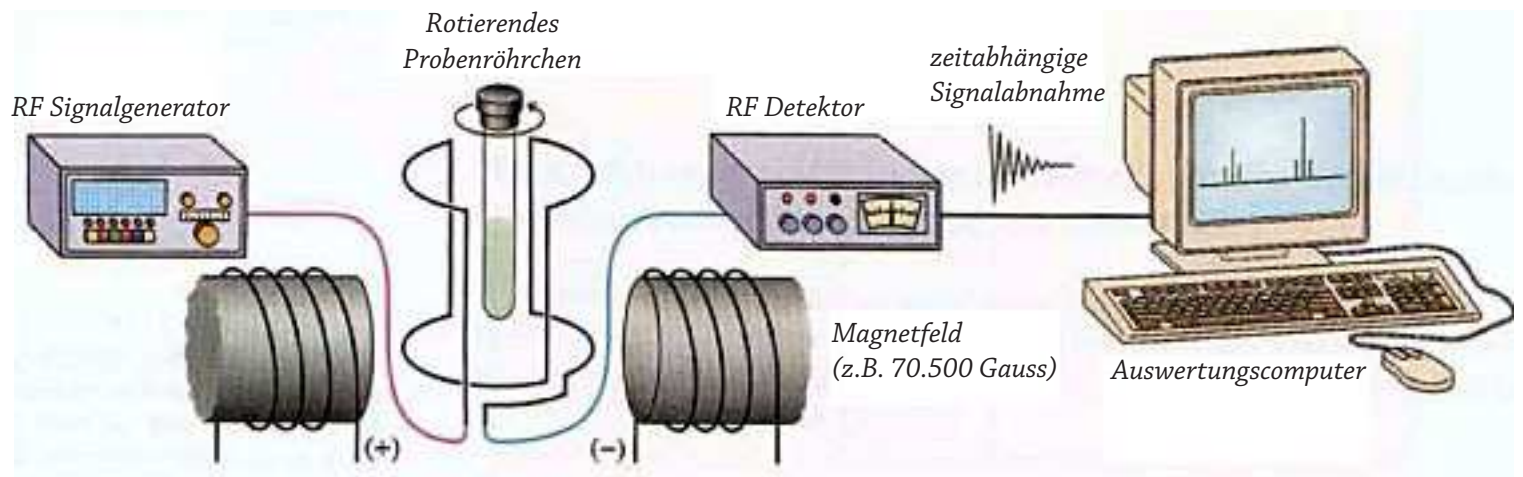
Während des Zweiten Weltkrieges waren in den USA verschiedene, bahnbrechende Entdeckungen auf dem Gebiet der «Nuclear Magnetic Resonance» (NMR) (= Kernresonanz-Spektroskopie) gemacht worden welche ein gänzlich neuartiges, elektromagnetisches Analyseverfahren in Chemie und Medizin ermöglichte. Ab Beginn der 1950er-Jahre begannen in den USA bereits Industriefirmen, – vorab «Varian» in Palo Alto CA – mit der Entwicklung der ersten Kernresonanz-Spektrometer, mit denen sich in der Chemie bereits einfache NMR-Analysen durchführen liessen. Der Physiker Dr. Hans H. Staub hatte sich an der «Stanford University of Palo Alto» CA mit der NMR-Forschung befasst. Im Jahre 1949 kehrte er in Schweiz zurück und gründete an der Physikalischen Chemie der Universität Zürich die «Nuclear Magnetic Resonance (NMR)-Schule». Dr. Hans Staub brachte somit als erster die NMR-Technologie in die Schweiz.

Hans H. Staub
1908 – 1983
PhD Studies 1931-1934
(with Paul Scherrer, x-ray studies)
1937 Cal Tech
1938 Stanford with Felix Bloch
Construction of cyclotron for
generation of neutrons
1942 Manhattan Project
1943 Los Alamos
1946 February, Return to Stanford
Neutron magnetic resonance, NMR
1949-1978 Professorship at Uni Zürich
Measurement of nuclear moments

Hans H. Staub

Anmerkung zum prinzipiellen Verfahren der Kernresonanzspektroskopie: Zur Messung bringt man eine Probe in ein homogenes, magnetisches Feld. Heutzutage werden solche Magnetfelder mit Hilfe von supraleitenden Elektromagneten erzeugt, die mit flüssigem Helium gekühlt werden. Die Probe wird von einer Induktionsspule umgeben, welche ein hochfrequentes, elektromagnetisches Wechselfeld senkrecht zum Hauptmagnetfeld erzeugt. Dann variiert man die Stärke des Magnetfeldes, bis der Resonanzfall eintritt. Alternativ kann auch die magnetische Feldstärke konstant gehalten und die Frequenz des eingestrahlteten elektromagnetischen Wechselfeldes variiert werden. Wenn der Resonanzfall eintritt, die Probe also Energie aus dem Wechselfeld aufnimmt, verändert sich die Stromstärke, welche zum Aufbau des Wechselfeldes benötigt wird. Diese Änderung wird als Information über den eingetretenen Resonanzfall weiterverarbeitet. Moderne Messverfahren strahlen nicht mehr kontinuierliche Wechselfelder in die Probe ein, sondern Hochfrequenz-Impulse. Ein kurzer Hochfrequenz-Impuls erzeugt dabei ein Frequenzspektrum, dessen Spektrumsbreite über die Fourier-Beziehung umgekehrt proportional zur Pulsdauer ist. Dadurch werden in der Probe alle Übergänge, die in dieses Frequenzband fallen, gleichzeitig angeregt. Bei korrekter Wahl von Pulsdauer und Pulsleistung kann die Magnetisierung des angeregten Kernspins in die Transversalebene senkrecht zum Hauptmagnetfeld gebracht werden. Nach Beendigung des Pulses oszilliert diese Transversalmagnetisierung für kurze Zeit senkrecht zum Hauptmagnetfeld. Dabei oszilliert jeder Kernspin mit seiner individuellen Larmor-Frequenz. Diese Summe dieser Oszillationen wird als elektrischer Strom über elektromagnetische Induktion mit der gleichen Induktionsspule detektiert, die auch zum Senden des Anregungspulses gedient hatte. Das empfangene Signal wird digitalisiert und aufgezeichnet. Mit Hilfe der schnellen Fourier-Transformation ist es möglich, die individuellen Larmor - Frequenzen aus der Summe der Oszillationen zu extrahieren, um ein NMR-Spektrum zu erhalten. Darum tragen moderne NMR-Verfahren die Bezeichnung «Pulsed Fourier Transformed (PFT - NMR) Spectroscopy».

Der Aufbau eines solchen NMR-Spektrometers wird im Folgenden erklärt (vgl. Abbildung auf der nächsten Seite): Das Gerät verfügt über ein starkes, homogenes Magnetfeld und eine Quelle für Radiowellen. In den neueren Geräten verwendet man zur Erzeugung des Magnetfeldes einen supraleitenden Magneten, der Felder von 10 T und mehr erzeugen kann. Die Probe mit einem Volumen von etwa 1 cm³ wird in der Achse einer zylindrisch gewickelten Magneten platziert und in Rotation versetzt (mit etwa 15 Umdrehungen pro Sekunde). Diese Rotation soll einer eventuellen Inhomogenität entgegenwirken. Ausserdem spürt so jeder magnetische Kern in der Probe das gleiche äussere Magnetfeld.



Auch das Physikalisch Chemische Institut der ETH Zürich unter Leitung von Professor Günthart begann, sich ab den frühen 50er-Jahren mit der Kernresonanz-Spektroskopie zu befassen und eigene Kernresonanz-Spektrometer zu entwickeln. Im Jahre 1953 begann Hans Primas an der ETH bei Professor Günthart mit der Entwicklung eines Kernresonanz-Spektrometers. Da für die Entwicklung und den Bau des Kernresonanz-Spektrometers ein industriemässiges knowhow unerlässlich ist, begann ab diesem Zeitpunkt eine Zusammenarbeit der ETH mit der Entwicklungsabteilung von Trüb Täuber. In enger Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Physikalischen Chemie der ETH Zürich und Hans Primas beteiligte sich Trüb Täuber ab 1954 an der Entwicklung eines Kernresonanz-Spektrometers. In den folgenden Jahren wurde bei Trüb Täuber das Team noch durch den Physiker Dr. Frank Furrer erweitert. Hans Primas und die Mitarbeiter von Trüb Täuber entwickelten sich zu anerkannten Experten für Analogelektronik und den Bau spezieller Magnete; sie lösten zahlreiche ingenieurtechnische, physikalischchemische und mathematische Probleme der frühen Kernresonanz-Spektroskopie. Das erste aus der Entwicklungszusammenarbeit der ETH Zürich und Trüb Täuber im Jahre 1957 in einer kleinen Serie gebaute KIS 1 Kernresonanz-Spektrometer arbeitete auf 25 MHz und war noch mit einem Permanentmagneten ausgerüstet. Er ist auf der nachfolgenden Abbildung ersichtlich. Damit konnten bereits Strukturaufklärungen in der organischen Chemie durchgeführt werden.


Hans Primas


1951 Chemist Diploma
Technikum Winterthur

1953 Employment ETH Z
working on problems of
spectroscopy in particular
NMR instrument design
and theory

No formal university
studies!

1961-1995 Professor for Physical and Theoretical Chemistry
at ETH Zürich





**Dr. Lieni Wegmann
(1918-1986)**

Die offensichtlichen Erfolge der Entwicklungszusammenarbeit mit der ETH und die sich für die Zukunft abzeichnende Nachfrage nach Kernresonanz-Spektroskopieausrüstungen in der pharmachemischen und petrochemischen Industrie veranlasste die Geschäftsleitung von Trüb Täuber, das Kernresonanzgeschäft auszuweiten und die wesentlich kostspieligere Entwicklung eines auf 90 MHz arbeitenden und mit einem Elektromagneten ausgerüsteten Gerätes anzugehen. Inzwischen war das Entwicklungsteam bei Trüb Täuber durch den Elektroingenieur ETH Dr. Werner Tschopp und die beiden vorher auf dem Radargebiet tätig gewesenem Elektroniker Walter Becker und Tony Keller erweitert worden. Auf Seite der ETH arbeitete auch der inzwischen zum Professor für physikalische Chemie berufenen Hans Primas, unterstützt durch seinen Doktoranden und späteren Nobelpreisträger Richard Ernst, an der neuen Entwicklung mit. Hans Primas hatte seine Tätigkeit am physikalisch-chemischen Institut der ETH von Professor Günthart nach einem Studium als praktischer Chemiker am Technikum Winterthur, ohne eine akademische Ausbildung begonnen. Als praktischer Chemiker verfügte er auch über wenig Kenntnisse in der Elektronik. Jedoch, wie schon sein Vorgesetzter,



Trüb-Täuber A0

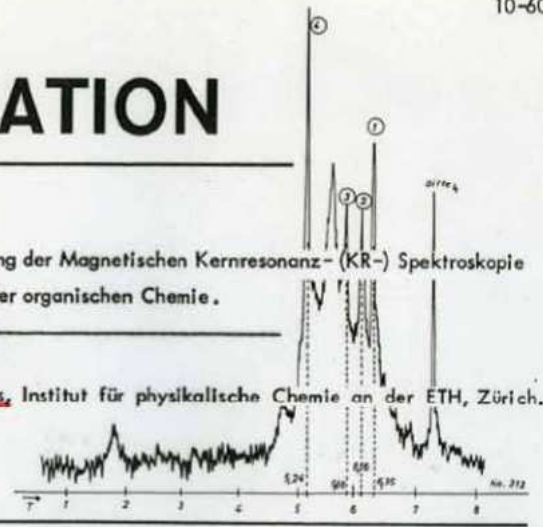
**Kerninduktions-
Spektrograph**

TTC INFORMATION

10-60

Einige Beispiele zur Anwendung der Magnetischen Kernresonanz- (KR-) Spektroskopie für die Strukturaufklärung in der organischen Chemie.

Von P. Bommer und H. Primas, Institut für physikalische Chemie an der ETH, Zürich.



TRÜB, TÄUBER · ZÜRICH



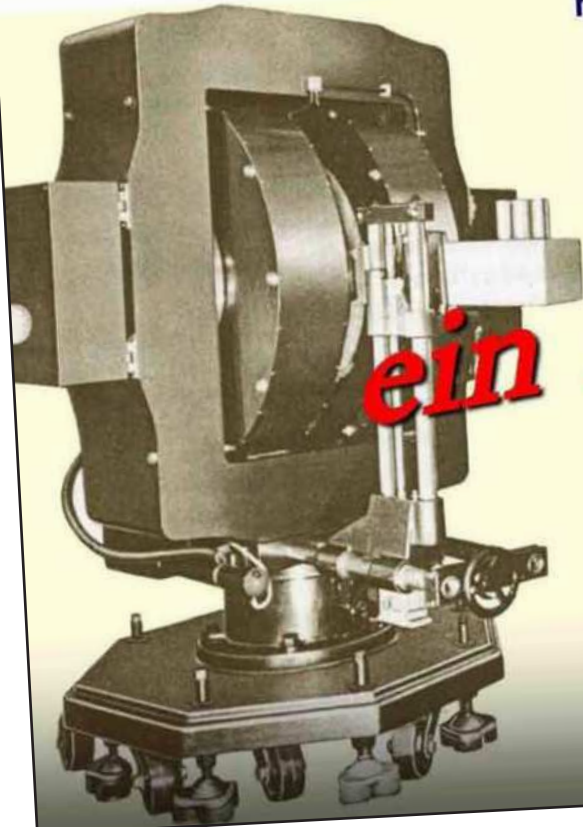
Professor Günthart, der auch ohne eine akademische Ausbildung zur ETH gekommen war, arbeitete er sich in Blitzeseile durch «Learning by Doing» and «Trial and Error» in die Probleme der modernen Elektronik ein. Die nachstehende Abbildung zeigt den zu Beginn der 60er-Jahre entwickelte und wesentlich verbesserte Trüb Täuber KIS 2 Kernresonanz-Spektrometer. Mit dem zu Beginn der 60er-Jahre für eine Frequenz für 90 MHz ausgelegten KIS 2 Kernresonanz-Spektrometer wurde an der ETH jedoch nur eine Protonen-Resonanzfrequenz von 75 MHz erreicht. In Zusammenarbeit mit der Maschinenfabrik Oerlikon konnte für die Produktionsmodelle 90 MHz erreicht werden. Allerdings verfügte das Magnetfeld durch die von Hans Primas entwickelte, spezielle Auslegung der Polschuhe (später als Primas Polschuhe bekanntgeworden) über eine optimierte Homogenität welche Fehler durch lokale Sättigungen vermied. Die mit grossem materiellen und personellen Aufwand erfolgte Entwicklung des KIS 2 Kernresonanz-Spektrometers führte für Trüb Täuber zu einem hohen finanziellen Verlust da nur wenige Geräte verkauft werden konnten. Die wenigen an das SHELL Basic Research Institute in Billingham bei Bonn, sowie an eine Universität in Paris verkauften Geräte bedingten lange und kostspielige Auslandsaufenthalte vor Ort von Trüb Täuber-Spezialisten während der Installation und Inbetriebsetzung sowie für die Instruktion des Bedienungersonals. Auch wurde Trüb Täuber nachträglich noch mit Garantieforderungen wegen Nichterfüllung der vertraglich festgelegten Spezifikationen konfrontiert.

Fazit: Die Firma Trüb Täuber war ja eigentlich eine mittlere Firma, die bisher Kleinstgeräte in kleinen Serien oder wissenschaftliche Geräte in Einzelfertigung produzierte, die bereits schon früher zu erheblichen Verlusten geführt hatten. Da war die Finanzierung der Entwicklung und Vermarktung von immer komplexeren Systemen nicht mehr gegeben und dies führte 1965 letztlich zum Konkurs und Ende der über 70 jährigen Firma. In dieser Situation bekundete der an der Universität Karlsruhe ebenfalls auf der Kernresonanz-Spektroskopie tätige Professor Günther Laukien und Gründer der kleinen Firma «Bruker Physiks» in Karlsruhe sein Interesse, die Kernresonanz-Spektrometerentwicklung von Trüb Täuber zu übernehmen. Am 24. Juni 1965 erfolgte deren Überführung in die neu gegründete Firma «Spectrospin». Die Übernahme beinhaltete das gesamte vorhandene «knowhow» von Trüb Täuber auf diesem Gebiet sowie den KIS 2 Kernresonanz-Spektrometer-Prototyp und dessen wichtigste Kenntnisträger Dr. Werner Tschopp, Tony Keller und Walter Becker.

Die inzwischen gegründete Firma «Spectrospin» formierte sich neu in eingemieteten Räumen an der Badenerstrasse in Zürich. Die wichtigste Aufgabe bestand vorerst darin, das KIS 2 Kernresonanz-Spektrometer zu verbessern und mit den neueren Technologien der Akkumulatoren auszustatten. Zwei dieser Geräte wurden gebaut und an Universitäten in Deutschland ausgeliefert. Das Grundproblem des KIS 2 – die mangelnde Zuverlässigkeit insbesondere durch die vielen Elektronenröhren – konnte jedoch nur eine Neukonstruktion beseitigen. Die Gründung der «Spectrospin AG» in Zürich durch Professor Günther Laukien schuf die Rahmenbedingungen für eine enge Kooperation mit der damals ebenfalls noch kleinen «Bruker Physiks» in Karlsruhe und verursachte einen starken Synergieeffekt. Bruker konzentrierte sich auf Magnete, (für die Spectrospin besonders wichtig, da die Maschinenfabrik Oerlikon die Magnetproduktion einstellte), NMR-Impulsspektrometer, ESR- und Netzgeräte, während «Spectrospin» die hochauflösenden NMR-Instrumente weiterentwickelte und herstellte. Gemeinsam nahmen die beiden Unternehmen ein ehrgeiziges, gemeinsames Entwicklungsprojekt in Angriff, dessen Resultat ein neuartiges, vollständig mit Transistoren arbeitendes NMR-Spektrometer war. Das erste dieser Instrumente mit der Bezeichnung HFX 90 wurde an die Technische Universität Berlin geliefert. Mit dem HFX 90 kam erstmals ein kommerzielles Spektrometer mit drei separaten Kanälen auf den Markt – je einem Kanal für Signalerkennung, Entkopplung und Lock. Damit konnten völlig neue Experimente durchgeführt werden und bisher komplexe Experimente wurden zur Routine. Der Geschäftsgang der noch kleinen Firma «Spectrospin AG» in Zürich entwickelte sich unter der neuen Leitung von Dr. Werner Tschopp und Tony Keller positiv, so dass im Jahre 1969 bereits der Umzug der «Spectrospin» von den eingemieteten Räumen an der Badenerstrasse in Zürich in den modernen Neubau in Fällanden erfolgen konnte.

Richard Ernst, welcher an der ETH Zürich Chemie studiert hatte, schloss 1962 bei Professor Hans Primas sein Doktorat mit einer Dissertation über Kernresonanz-Spektroskopie in physikalischer Chemie ab. Bereits als Assistent von Professor Hans Primas war Richard Ernst an der Entwicklung des KIS 2 Kernresonanz-Spektrometer bei Trüb Täuber beteiligt gewesen. Nach dem Doktorat ging er in die USA und arbeitete von 1962 - 1968 für den Physiker Wes Anderson bei der Firma «Varian Associates» in Palo Alto, Kalifornien. Im Jahre 1968 erbrachte Richard Ernst bei der Firma «Varian» den theoretischen Nachweis, dass mit der «Pulsed Fourier Transformed (PFT – NMR) Spectroscopy» eine wesentlich effizientere Kernresonanz-Spektroskopie ermöglicht werden kann. Bei gleicher Messzeit bedeutete das im Vergleich zu den CW-Spektrometern eine wesentliche Steigerung der Empfindlichkeit und damit des Signal-/Rausch-Verhältnisses. Richard Ernst erhielt 1991 dafür den Nobelpreis für Chemie (siehe die nachstehende Aufnahme während seiner Tätigkeit bei «Varian» in Palo Alto, CA). Ein grosser Erfolg für die Firma «Spectrospin» stellte sich ein, als es im Jahre 1969 gelang, ein Verfahren zu entwickeln und zu patentieren, mit dem «Pulsed Fourier Transformed (PFT-NMR) Spectroscopy» praktisch realisiert werden konnte. Erst mit der «PFT – NMR Spectroscopy» wurde der Weg zu den heutigen bildgebenden MRI- Verfahren für medizinische Anwendungen geöffnet. In der Folge begann «Bruker Spectrospin» die ersten «PFT-NMR-Spektrometer»-Seriegeräte zu fabrizieren. Man nutzte dabei Komponenten, die für die «NMR-Spektrometer» entwickelt wurden. 1970 brachte «Bruker» das erste FT-Zubehör zur HFX Serie heraus und 1972 das erste reine FT-Spektrometer, das WH 90-System – der Urahn aller heutigen analytischen NMR-Spektrometer (siehe die Abbildung auf der nächsten Seite).

90 MHz Universal-Kernresonanz-Spektrograph
KIS-2 Trüeb-Täuber



ein Flop!



Günther Laukien

Flops bieten Chancen!

Firmengründung



Das erste kommerzielle voll transistorisierte Spektrometer HFX 90 mit drei Kanälen



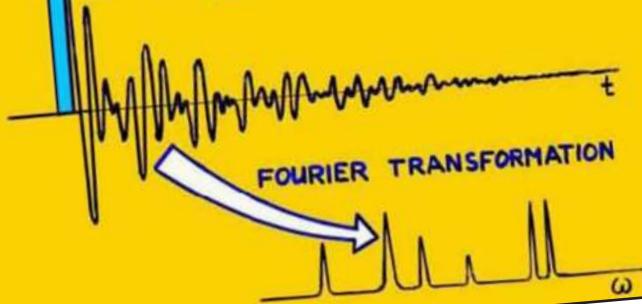
Zusatzausrüstung zum HFX 90 Spektrometer aus dem Jahre 1970, bestehend aus Nicolet Rechner, D Lock, manuellem Puls Generator und «schnellem Leser»



Richard Ernst während seiner Tätigkeit bei Varian in Palo Alto, CA

Puls-Experiment

1000 Atomkerne auf einen Schlag!



Patentschrift 2 126 743

Bezeichnung: Verfahren zur Aufnahme von Spinresonanzspektren
28.5.1971

Zusatz zu: —

Ausscheidung aus: —

Patentiert für: Spectrospin AG, Fällanden (Schweiz)

Vertreter gem. § 16 PatG: Kohler, R., Dipl.-Phys.; Schwindling, H., Dipl.-Phys.; Späth, S., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 7000 Stuttgart

Als Erfinder benannt: Keller, Toni, Fällanden (Schweiz)

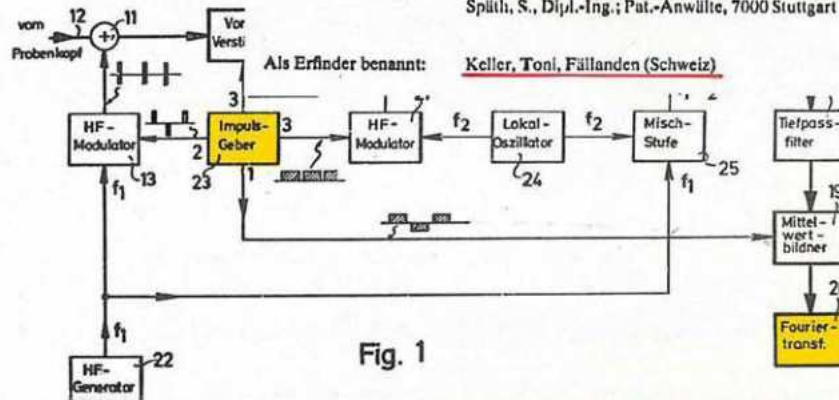


Fig. 1

Patentschrift 21 26 744

Aktenzeichen: P 21 26 744.7-52

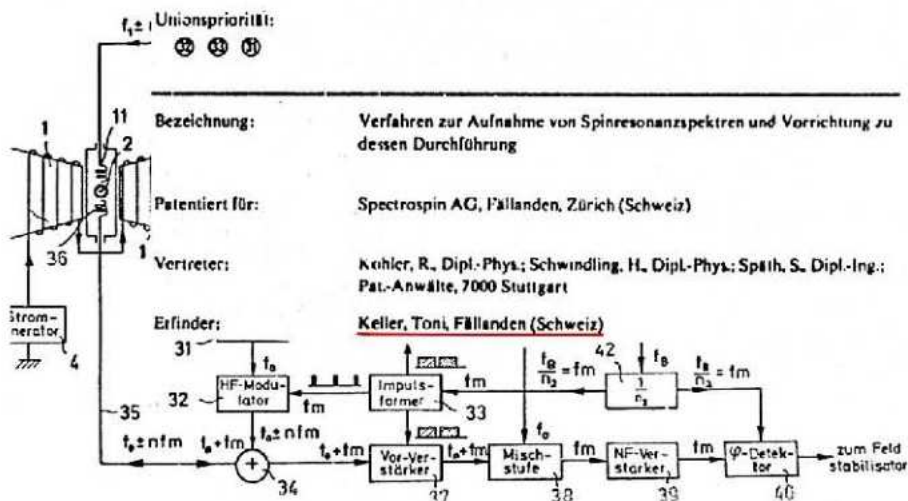
Anmeldetag: 28. 5. 71

Offenlegungstag: 7. 12. 72

Bekanntmachungstag: 12. 12. 74

Ausgabetag: 4. 9. 75

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein





Johannes M. Gutekunst, 5102 Rapperswil (Kontakt: johannes.gutekunst@sunrise.ch)
verbunden mit:

