

- [3] H. MAYER, P. SCHUDEL, R. RÜEGG & O. ISLER, *Helv.* **46**, 650 (1963).  
[4] J. GREEN, E. E. EDWIN, A. T. DIPLOCK & J. BUNYAN, *Biochim. biophys. Acta* **49**, 417 (1961).  
[5] K. SCHWARZ, *Amer. J. Clin. Nutrition* **9** (4), 71 (1961).  
[6] H. MAYER, P. SCHUDEL, R. RÜEGG & O. ISLER, *Helv.* **46**, 963 (1963).  
[7] J. WEICHET, L. BLÁHA & B. KAKÁČ, *Coll. czcch. chem. Comm.* **24**, 1689 (1959).  
[8] O. ISLER, P. SCHUDEL, H. MAYER, J. WÜRSCH & R. RÜEGG, *Vitamins and Hormones* **20**, 389 (1962).  
[9] P. SCHUDEL, H. MAYER, J. METZGER, R. RÜEGG & O. ISLER, *Helv.* **46**, 333 (1963).  
[10] Vgl. F. WEBER & O. WISS, *Helv. physiol. pharmacol. Acta* **21** (1963), im Druck.  
[11] H. LINDLAR, *Helv.* **35**, 446 (1952).  
[12] O. L. CHAPMAN, *J. Amer. chem. Soc.* **85**, 2014 (1963); G. V. SMITH & H. KRILOFF, *ibid.* **85**, 2016 (1963); P. LASZLO & P. v. R. SCHLEYER, *ibid.* **85**, 2017 (1963).

---

### 30. Klaus Clusius †

1903–1963

(29. XI. 63)

«Mir tut es allemal weh, wenn ein Mann von Talent stirbt, denn die Welt hat dergleichen nötiger als der Himmel», möchte man mit dem Göttinger Physiker und Philosophen LICHTENBERG angesichts des unerwarteten Todes von KLAUS CLUSIUS am 28. Mai 1963 ausrufen. In der Tat besass dieser glänzende Forscher, durch glückliches gegenseitiges Ergänzen seiner väterlichen und mütterlichen Erbanlagen, ein Spektrum hervorragender Eigenschaften, wie es nur wenigen gegeben ist. Nur so sind die Wirkungen seiner auf menschlicher und wissenschaftlicher Autorität beruhenden Persönlichkeit zu verstehen.

KLAUS CLUSIUS wurde am 19. März 1903 als Sohn eines Arztes und einer lebhaften, temperamentvollen Mutter in Breslau geboren. In seiner Heimatstadt absolvierte er als begabter, durch ein ungewöhnliches Gedächtnis ausgezeichneter Schüler das Gymnasium. An deren Technischen Hochschule begann seine wissenschaftliche Ausbildung, die ihn bald mit ARNOLD EUCKEN zusammenführte und den jungen, strebsamen Studenten, der schon früh eine ausgesprochene Neigung für die stoffliche Vielfalt der Chemie und die quantitativen Gesetze der Physik zeigte, sich endgültig der physikalischen Chemie zuwenden liess. Nichts könnte besser als seine eigenen Worte seine damalige Entscheidung begründen: «Als ich vor 40 Jahren das Studium der Chemie an der Technischen Hochschule zu Breslau, meiner Heimatstadt, begann, hatte ich das grosse Glück, vier ausgezeichneten Wissenschaftlern zu begegnen: einem genialen Experimentator, dem Anorganiker OTTO RUFF, einem grossen Pädagogen und Didaktiker, dem Organiker FRITZ STRAUSS, einem Künstler und Weltmann, dem Technologen BERNHARD NEUMANN, und schliesslich einer anziehenden und doch eckigen, stets Respekt einflössenden Persönlichkeit, dem Physikochemiker ARNOLD EUCKEN. RUFF entfaltete seine Meisterschaft im Laboratorium, STRAUSS im Kolleg, NEUMANN im Gespräch, EUCKEN im Seminar. Hier wurde man mit den wissenschaftlichen Tagesfragen gründlich bekannt gemacht. Man wurde zudem darüber belehrt, wie am Schreibtisch eine Aufgabe streng logisch anzupacken ist und wie nur unermüdliche Anstrengung neben guten Einfällen zur Lösung grosser Probleme führt. Man



*Klaus Oensidis*

erfuhr auch, dass keine in der Natur auftauchende Frage eine unüberwindliche Sprödigkeit besitzt, und dass man durch ständiges Nachdenken der Lösung jeder Aufgabe näher kommen kann. Bald wurde mir klar, dass ich diese lebenskräftige, wenn auch widerspruchsvolle, damals ihren grössten Leistungen erst entgegengehende Persönlichkeit als Lehrer wählen würde. Das EUCKEN'sche Institut übte noch durch die Anwesenheit eines Privatdozenten, des späteren Nachfolgers von EUCKEN und SIMON in Breslau, RUDOLF SUHRMANN, eine besondere Anziehungskraft aus».

Nach Beendigung seiner Diplomarbeit, welche die Darstellung reiner Alkalimetalle durch thermische Zersetzung ihrer Azide behandelt, und die unter den Fittichen von RUDOLF SUHRMANN entstand, promovierte CLUSIUS 1928 mit einer Dissertation über die spezifische Wärme einiger kondensierter Gase. Neben dieser gründlichen Einführung in die messende Thermodynamik erhielt CLUSIUS am Breslauer Institut, was er immer wieder hervorhob, eine äusserst sorgfältige und breite wissenschaftliche Ausbildung. Daneben hatte der enge persönliche Kontakt mit EUCKEN eine nachhaltige Wirkung auf den späteren Dozenten. Hier finden sich die Wurzeln seiner Grundeinstellung zur Forschung, die ihm gemäss der EUCKEN'schen Auffassung die innere Pflicht auferlegte, unablässig und mit allen Kräften an der Weiterentwicklung der Naturwissenschaften zu arbeiten. Noch in Breslau publizierte er, zusammen mit K. HILLER, die ersten Messungen der spezifischen Wärmen des Parawasserstoffs im festen, flüssigen und gasförmigen Zustande. Die Darstellung der Paramodifikation des Wasserstoffs war kurz zuvor, zeitlich wenig nach BONHOEFFER und HARTECK, im EUCKEN'schen Institut gelungen; eine Tat, die heute der Geschichte der grossen wissenschaftlichen Erfolge angehört. Die Bedeutung der CLUSIUS'schen Messungen als Beitrag zu den damals wichtigsten wissenschaftlichen Tagesfragen kann erst voll er-messen werden, wenn man bedenkt, dass W. HEISENBERG 1932 den Nobelpreis für Physik «für die Aufstellung der Quantenmechanik, deren Anwendung unter anderem zur Entdeckung der allotropen Formen des Wasserstoffs geführt hat» zuerkannt erhielt. Es kann nicht verwundern, dass aus diesem Grunde die Wasserstoffmodifikationen zu einem *experimentum crucis* für die Anwendbarkeit der Quantenmechanik gedient haben. Eine der Forderungen der HEISENBERG'schen Theorie, dass der Parawasserstoff zwischen 115°–300° K den klassischen Wert für die Rotationswärme des zweiatomigen Gases zeitweilig überschreiten und ein Maximum durchlaufen sollte, wurde durch die CLUSIUS'schen Messungen erstmals bestätigt.

Der Tieftemperatur-Kalorimetrie, wie sie von W. NERNST und A. EUCKEN zur Messung der wahren spezifischen Wärmen von Festkörpern und Flüssigkeiten eingeführt worden war, blieb CLUSIUS sein ganzes Leben zugetan, was in der grossen Zahl der veröffentlichten Messungen, von denen hier nur einige wenige erwähnt werden können, zum Ausdruck kommt. Obwohl die grundlegenden Probleme der spezifischen Wärme des festen Körpers bei tiefen Temperaturen, die im Zusammenhang mit der Aufstellung des NERNST'schen Wärmethorems und der Frage nach der Anwendbarkeit der Quantenhypothese auf Festkörper durch die im Berliner-Institut von NERNST ausgeführten Messungen zu jener Zeit bereits aufgeklärt waren, blieb doch noch ein grosses unerschlossenes Gebiet. Die Kenntnisse über den Verlauf der spezifischen Wärme kondensierter Gase bei tiefen Temperaturen waren wegen der grossen experimentellen Schwierigkeiten unterhalb von 20° K noch recht lückenhaft. Es existierten damals im Temperaturgebiet des festen und flüssigen Wasserstoffs, ausser bei H<sub>2</sub> und

He, noch keine weiteren Messungen. Gerade in diesem Bereich beanspruchte aber der Verlauf der Molwärme tiefsiedender Gase grösstes Interesse, der deshalb von CLUSIUS in seiner Doktorarbeit für die Molekeln  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$  und  $HCl$  von  $10^\circ K$  bis zum jeweiligen Tripelpunkt exakt gemessen wurde. Ausserdem stellte sich die konkrete Aufgabe, die aus der allgemeinen Dampfdruckgleichung für verschiedene Elemente und Verbindungen ermittelten Dampfdruckkonstanten, wozu genaue Dampfdruckdaten und der Wärmeinhalt des Kondensats bekannt sein mussten, mit den aus der SACKUR-TETRODE'schen-Gleichung theoretisch berechneten, statistischen Werten zu vergleichen. Bei den Molekeln  $CO$  und  $N_2O$  traten ausserhalb der Fehlergrenze liegende Diskrepanzen zwischen den thermodynamisch und statistisch ermittelten Werten der Dampfdruckkonstanten auf. Dies musste dahin gedeutet werden, dass sich das Kristallgitter dieser Molekeln bei  $10^\circ K$ , der tiefsten Messtemperatur, nicht im NERNST'schen Zustande befindet. Offenbar bleibt, infolge der unvollständigen Richtungsorientierung dieser asymmetrischen Molekeln, eine Nullpunktsentropie, die im Maximum  $R \ln 2 = 1,38$  Entropieeinheiten betragen kann. Wenig später bestätigte W. F. GIAUQUE die von CLUSIUS beim Kohlenmonoxid diskutierte Nullpunktsentropie und sagte darüber: «The above type of difficulty, while possible only in certain special cases, is perhaps the most perplexing feature that has been encountered in the practical application of the third law of thermodynamics. It is perplexing, because it is by no means obvious how we are to know when it exists. The crystal under investigation may appear perfect to our present powers of observation, including X-rays and yet the effect may be present». Es ist verständlich, dass damit die EUCKEN'sche Auffassung, die das NERNST'sche Wärmetheorem als eine exakte Aussage der Statistik, nicht aber als einen allgemein gültigen thermodynamischen Hauptsatz gewertet wissen wollte, kräftigen Auftrieb bekam.

Ein anderes wichtiges Problem im Zusammenhang mit den Messungen der spezifischen Wärme von Festkörpern stellte sich hinsichtlich der freien Drehbarkeit der Molekeln in einem Kristallgitter. Die Anschauung, dass die Gitterbestandteile eines Festkörpers nicht nur Schwingungen, sondern auch Rotationsbewegungen um ihren Schwerpunkt ausführen können, wurde verhältnismässig spät in die Festkörpertheorie eingeführt. SIMON und v. SIMSON hatten zunächst beim Chlorwasserstoff darauf hingewiesen, dass im Kondensat mit steigender Temperatur aus einem Gitter niedriger Symmetrie ein solches höherer hervorgeht und dass diese Tatsache wahrscheinlich durch Rotation um eine oder zwei Molekelachsen gedeutet werden könnte. Einen exakten Beweis für das Vorliegen freier Drehbarkeit einer Molekel im festen Körper konnten aber erst CLUSIUS und HILLER einerseits, und BONHOEFFER und HARTECK andererseits, erbringen. Gleichzeitig und unabhängig zeigten diese Gruppen auf verschiedenen Wegen, dass in gewöhnlichem festem Wasserstoff der rotatorische Freiheitsgrad des Orthowasserstoffs voll erhalten bleibt.

Nach dem Abschluss seiner Studien in Breslau folgte ein Aufenthalt in Oxford als Rockefeller Fellow bei C. N. HINSHELWOOD, der ihm das Gebiet der Reaktionskinetik näherbrachte, und dem er sich später, ausgerüstet mit den Mitteln der modernen Isotopentechnik, wieder zuwandte. Bei HINSHELWOOD beschäftigte er sich eingehend mit Untersuchungen aus dem Bereiche der homogenen Gaskatalyse. Bei der thermischen Zersetzung aliphatischer Äther und Aldehyde hatten Zusätze von Jod eine erhebliche Beschleunigung und selektive Reaktionslenkung ergeben. Es galt deshalb

die Frage zu klären, ob auch andere Katalysatoren ähnliche Wirksamkeit aufweisen und gleichzeitig die Gesetzmässigkeiten des katalytischen Zerfalls aufzudecken. In England erarbeitete sich CLUSIUS auch die Grundlagen seiner Habilitationsschrift über Kettenreaktionen, mit welcher er sich im Jahre 1930 für physikalische Chemie an der Universität Göttingen habilitierte. Noch vor seiner Rückkehr nach Göttingen entdeckte er im berühmten KAMERLINGH ONNES'schen Laboratorium in Leiden unter der Leitung von W. H. KEESOM den Lambdapunkt des flüssigen Heliums, der noch heute Gegenstand zahlreicher theoretischer Untersuchungen ist. Die in Leiden auf das äusserste entwickelte, grossartige und bahnbrechende Tieftemperaturtechnik hat die späteren CLUSIUS'schen Arbeiten stark beeinflusst. Der Kreis der in seiner Jugend empfangenen und für seine gesamte weitere Tätigkeit entscheidenden Impulse rundet sich mit seinen ersten thermodynamischen Messungen an schwerem Wasserstoff, dessen Existenz erstmals H. C. UREY 1932 im Linienspektrum des gewöhnlichen Wasserstoffs nachgewiesen hatte. Ohne Zweifel hat diese Entdeckung äusserst befruchtend auf die damaligen Bemühungen zur Trennung von stabilen Isotopen eingewirkt und kann als eigentlicher Beginn der Isotopenchemie bezeichnet werden. CLUSIUS, der die Bedeutung der UREY'schen Arbeiten rasch zu würdigen wusste, schrieb später: «Unter den damaligen wissenschaftlichen Tagesfragen gab es ganz unerschlossene, geheimnisvolle Gebiete, für die jedes tiefere Verständnis und jeder Zugang noch zu fehlen schien. Dazu gehörte die Supraleitung und ASTON's grossartige Entdeckung von der Allgemeinheit der Isotopie der chemischen Elemente. Für einen angehenden Chemiker, dem präparatives Schaffen Freude machte, hatte es einen magischen Reiz, sich wenigstens in Gedanken mit der Möglichkeit einer Trennung der Isotope eines Elementes zu befassen, ohne dabei an den möglichen Nutzen eines solchen Beginnens zu denken. Tatsächlich schreibt sich mein Interesse für diese Aufgabe von solchen Jugendeindrücken her.»

Als wohl wichtigstes Anliegen der von CLUSIUS durchgeführten thermischen und calorischen Messungen an schwerem Wasserstoff muss die Bestimmung des Verlaufs der Rotationswärmen der Molekeln HD und D<sub>2</sub> gewertet werden. Wie EUCKEN als erster experimentell nachgewiesen hatte, kann beim gasförmigen Wasserstoff mit abnehmender Temperatur ein Abfall der Rotationswärme unter den klassischen Wert von  $R$  beobachtet werden. Die quantitativ theoretische Deutung der gemessenen Kurvenform gelang bekanntlich erst etliche Jahre nach der EUCKEN'schen Entdeckung mit Hilfe der HEISENBERG'schen Quantenmechanik. Es war infolge der unterschiedlichen Trägheitsmomente der Molekeln H<sub>2</sub>, HD und D<sub>2</sub> zu erwarten, dass sich die Molwärmen der verschiedenen Wasserstoffsorten sehr auffällig voneinander unterscheiden. Das Einfrieren der Rotation mit zunehmender Abkühlung konnte aber für die Gase HD und D<sub>2</sub> nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden. Die Gelegenheit ausnützend, diese und andere wichtige Fragen durch einen direkten Vergleich der Eigenschaften der Wasserstoffisotope aufklären zu können, bestimmte CLUSIUS in einer Präzisionsapparatur über einen weiten Temperaturbereich die Rotationswärmen der Molekeln HD und D<sub>2</sub>. Der Nachweis des Rotationsabfalls konnte in beiden Fällen leicht erbracht werden. Die Molekel HD erwies sich überdies, was nach der Theorie zu erwarten war, als ein normaler zweiatomiger Rotator, während das Deuterium, wie aus den Messungen klar hervorging, bei Zimmertemperatur aus zwei Teilen Ortho- und einem Teil Paradeuterium zusammengesetzt ist. Aus diesem Mischungsverhältnis

folgt für das Deuterium zwangsläufig der Kernspin 1, der nach bandenspektroskopischen Messungen am Viellinienspektrum der  $D_2$ -Molekel zu erwarten war, aber noch nicht eindeutig festlag. Wenig später erweiterte CLUSIUS seine Messungen auf den flüssigen und festen Zustand des neu entdeckten Isotops und ermittelte neben der spezifischen Wärme auch andere wichtige thermische Daten. Die dabei beobachteten beträchtlichen Unterschiede in den physikalischen Eigenschaften der beiden Wasserstoffisotope waren nach den damaligen Anschauungen nicht ohne weiteres verständlich. Gegen die von CLUSIUS gegebene qualitative Deutung, welche auf der Annahme gleicher zwischenmolekularer Kräfte, aber einem starken Einfluss der unterschiedlichen Nullpunktsenergien und der Anharmonizität der Gitterschwingungen basiert, konnte aber nichts eingewendet werden.

Es war für CLUSIUS naheliegend, in sein thermisches und calorisches Messprogramm, das er später in Würzburg konsequent weiterführte, deuterierte Verbindungen mit einzubeziehen. Abgesehen von der Notwendigkeit, das Wissen hinsichtlich der Eigenschaften isotoper Molekeln zu erweitern, versuchte er zusätzliches experimentelles Material über die vielfach beobachteten, merkwürdigen Phasenumwandlungen im festen Aggregatzustande zu gewinnen. Derartige Umwandlungen liegen immer dann vor, wenn bei konstant gehaltener Temperatur bestimmte physikalische Eigenschaften des Systems unstetig ändern. Eines der auffälligsten Merkmale, und im allgemeinen messtechnisch auch leicht erfassbar, ist der diskontinuierliche Verlauf der spezifischen Wärme. Die Theorien über die Natur und den Charakter von Umwandlungspunkten sind in ihrer Anlage auch heute noch äusserst grob und summarisch und erlauben deshalb keine exakten Aussagen über das mögliche Auftreten von Umwandlungen. Solange aber derartige Lücken bestehen, müssen die Kenntnisse auf dem Wege einer mühsam forschenden Empirie erweitert werden. Im Zuge einer solchen systematischen Arbeit untersuchte CLUSIUS in Göttingen, Würzburg und auch in München die kalorischen Eigenschaften der Gase  $CH_4$ ,  $CH_3D$ ,  $CD_4$ ,  $PH_3$ ,  $SiH_4$ ,  $GeH_4$ ,  $H_2S$ ,  $D_2S$ ,  $H_2Se$ ,  $D_2Se$ , um nur einige wenige, bei denen Phasenumwandlungen nachgewiesen werden konnten, aus einer Vielzahl gemessener Verbindungen zu nennen. Die ursprünglich gehegte Hoffnung, durch eine eingehende Bearbeitung dieses komplexen Gebietes mehr Klarheit zu gewinnen, erfüllte sich leider nicht. Im Gegenteil; das zusätzlich zu Tage beförderte Material erschwerte eine einfache und auf den bestehenden Anschauungen basierende Interpretierung mehr und mehr und liess lediglich die Unzulänglichkeit der Theorien scharf hervortreten. Wohl können die polymorphen Umwandlungen, die mit einer Änderung der relativen Lage der Gitterbausteine und damit mit einer beträchtlichen Volumenänderung verbunden sind, leicht erkannt werden. Die Schwierigkeiten ergeben sich bei der Deutung von Modifikationsänderungen, die äusserlich nicht ohne weiteres erkennbar sind und von L. PAULING als ein Übergang von der Oszillation der Gitterbestandteile in freie Rotation ausgelegt werden. Bald erhoben sich aber berechnete und unberechnete Einwände gegen die PAULING'sche Hypothese und das anfängliche Modell der freien Drehbarkeit einer Molekel musste demjenigen einer gehemmten Rotation weichen. In diese Diskussion hat CLUSIUS mit seinen eigenen Arbeiten mehrmals klärend eingegriffen und falsche Anschauungen widerlegt oder Mängel der Theorie aufgedeckt.

Die unbeschwerten Studienjahre fanden 1934 ihren Abschluss, als der bereits recht erfolgreiche Dozent einen Ruf auf das Extraordinariat für physikalische Chemie an

der Universität Würzburg als Nachfolger von L. EBERT erhielt, das CLUSIUS aber bereits 1936 gegen das Münchener Ordinariat vertauschte, welches FAJANS bis zu diesem Zeitpunkt innehatte. In München konnte er auf breiter Basis, sich auf die Mittel und Möglichkeiten einer grossen und bedeutenden Hochschule stützend, seine eigene schöpferische Tätigkeit entfalten und neue, noch nie begangene Pfade einschlagen. Es kann nicht verwundern, dass in diese Schaffensperiode seine bedeutendste Leistung, die Erfindung des Trennrohrs, fällt. Die Idee des Trennrohrs findet ihren Ursprung in Untersuchungen des Mechanismus der Ausbreitung und Ernährung von Flammen in explosiven Gasgemischen. Unter bestimmten Versuchsbedingungen konnte CLUSIUS auffällige Entmischungserscheinungen beobachten, die ihn auf den wenig beachteten gaskinetischen Effekt der Thermodiffusion hinwiesen. Die Thermodiffusion war im Jahre 1910 auf Grund theoretischer Erwägungen des schwedischen Forschers DAVID ENSKOG entdeckt worden. ENSKOG liess die MAXWELL'sche Beschränkung, dass sich die Molekeln nach einem Kraftgesetz proportional der  $-5$ . Potenz der Entfernung abstossen, fallen und fand bei der verallgemeinerten Lösung der BOLTZMANN'schen Fundamentalgleichung neue Glieder, die in der klassischen Kinetik fehlten. Die physikalische Interpretierung der mathematischen Ausdrücke forderte eine geringfügige Konzentrationsverschiebung der Komponenten einer Gasmischung in einem Temperaturgradienten. Noch im gleichen Jahr, offenbar ohne die ENSKOG'schen Überlegungen zu kennen, postulierte auch SIDNEY CHAPMAN den Thermodiffusionseffekt und konnte ihn kurz darauf an einer Mischung von Kohlendioxid und Wasserstoff experimentell verifizieren. Die Suche nach einer geeigneten Methode zur Vervielfachung dieses von CHAPMAN, und später auch von anderen Autoren, in einem Temperaturgefälle beobachteten Einzeleffekts, war der beherrschende Gedanke, der CLUSIUS gemeinsam mit seinem Schüler DICKEL zur Entdeckung eines neuen Verfahrens zur Gasentmischung und Isotopentrennung führte. In einer äusserst einfachen Vorrichtung, einem mit einem axialen Heizdraht versehenen LIEBIG-Kühler, konnte dieses Ziel durch die Ausbildung einer Konvektionsströmung, die das heisse Gas am kalten im Gegenstrom vorbeiführt, erreicht werden. In einem späteren Rückblick auf seine Isotopentrennarbeiten fasste CLUSIUS die Gründe zusammen, denen er die Entdeckung des Trennrohrs und die damit erzielten Erfolge zu verdanken hat: «Meine Aufmerksamkeit wurde zuerst 1932 auf die Thermodiffusion gelenkt, als mich die merkwürdigen Besonderheiten der aufsteigenden Wasserstoff-Flammen zu beschäftigen begannen. Damals war der nachhaltige Eindruck der bei HINSHELWOOD in Oxford erhaltenen Anregungen auf reaktionskinetischem Gebiet noch ganz frisch. Dort konnte man lernen, mit komplexen, zunächst nur phänomenologisch beschreibbaren Erscheinungen umzugehen, sie zu analysieren und auf einfachere Grundphänomene zurückzuführen. Diese Betrachtungsart stand im glatten Gegensatz zu der vorangehenden Schulung durch EUCKEN in Breslau, bei dem man am Versuchssystem alles Beiwerk von vornherein auszuschalten trachtete, um möglichst nur einen reinen, quantitativ messbaren Vorgang übrig zu behalten. Die Kenntnis beider, zunächst unvereinbar erscheinender Arbeitsweisen und ihre gleichzeitige Anwendung waren mir für die folgende Arbeitsperiode von grossem Nutzen.»

Die Wirksamkeit des Trennrohres erwies sich zuerst an der während zwei Jahrzehnten vergeblich versuchten Isolierung der stabilen Chlorisotope  $^{35}\text{Cl}$  und  $^{37}\text{Cl}$ . Die Trennung der Chlorisotope war mit den verschiedenartigsten Methoden, wie moleku-

lare Verdampfung, Diffusion durch poröse Wände, selektive photochemische Dissoziation, Rektifikation, Zentrifugation und mit dem damals wichtigsten, von H. C. UREY entdeckten Verfahren, dem chemischen Austausch, versucht worden. Obgleich sich namhafte Forscher, wie J. N. BRÖNSTED, H. v. HEVESY, W. KUHN, H. C. UREY und weitere, mit diesen Experimenten beschäftigt hatten, resultierten keine oder nur geringfügige Atomgewichtsverschiebungen. Es blieb CLUSIUS vorbehalten, mit dem Trennrohrverfahren, diesem neuen Hilfsmittel der experimentellen Technik, diese klassische Aufgabe innerhalb weniger Monate mit der Abtrennung der beiden Chlorisotope in einer Reinheit von über 99% endgültig zu lösen. Die Analysen dieser ersten geglückten Trennung der Chlorisotope in Form von Chlorwasserstoff lagen in den Händen des damals in der internationalen Fachwelt als die Autorität auf dem Gebiete der Atomgewichtsbestimmung anerkannten OTTO HÖNIGSCHMID, womit die rasche Anerkennung des Trennrohrs als hervorragendes Instrument der Isotopentrennung gesichert war. Alle Zweifel an der Realität des Effektes, die anfänglich hie und da laut wurden, schwanden, als HÖNIGSCHMID in seinem Münchener Institut die Atomgewichte der getrennten Chlorisotope bestimmt hatte. Mit HÖNIGSCHMID, von dem CLUSIUS immer in grosser Hochachtung sprach, verband ihn eine Freundschaft, die bleibenden Gewinn für sein Leben bedeutete.

Den Trennrohrarbeiten wurde in den folgenden Jahrzehnten ein breiter Raum im Arbeitsprogramm eingeräumt. Naheliegend und von CLUSIUS auch frühzeitig aufgegriffen war die Anwendung des Trennrohrverfahrens auf Flüssigkeiten. Bereits CHAPMAN hatte 1929 die Analogie zwischen der Thermodiffusion in Gasen und dem LUDWIG-SORET-Phänomen in verdünnten Lösungen hervorgehoben. Erste Versuche an Kochsalzlösungen und Aceton-Wassermischungen waren recht erfolgversprechend. Verschiedene Gründe sprachen aber, wie aus diesen Experimenten hervorging, gegen eine Verwendung des Flüssigkeitstrennrohrs zur Darstellung von Isotopen. Im Gegensatz dazu fand das Gastrennrohr eine verbreitete Anwendung auf dem Gebiete der laboratoriumsmässigen Isotopengewinnung, wo es anderen Isotopentrennprozessen in mancher Hinsicht überlegen ist. Hier kommen alle seine Vorzüge, wie billiger Aufbau der Versuchsanordnung, reibungslose Durchführung eines überwachungsfreien, monatelangen Dauerbetriebs und die Möglichkeit, mit relativ kleinen Gasmengen zu

Jahr	Isotop	Natürliche Häufigkeit	Erreichte Reinheit	Totaler Trennfaktor
1939	<sup>35</sup> Cl	75,7	99,4	53
1939	<sup>37</sup> Cl	24,3	99,6	775
1940	<sup>20</sup> Ne	90,51	99,8	52
1940	<sup>22</sup> Ne	9,21	99,7	330
1942	<sup>84</sup> Kr	57,31	98,3	45
1942	<sup>86</sup> Kr	17,47	99,5	940
1944	<sup>18</sup> O	0,20	99,5	99000
1950	<sup>15</sup> N	0,37	99,8	135000
1952	<sup>36</sup> A	0,336	99,4	50000
1953	<sup>13</sup> C	1,1	99,8	45000
1955	<sup>136</sup> X	8,9	99,0	810
1956	<sup>21</sup> Nc	0,275	99,6	96500
1959	<sup>38</sup> A	0,064	99,98	9750000

arbeiten, voll zur Geltung. Der hohe Energieverbrauch und der geringe Durchsatz fallen im Laboratorium weniger nachteilig ins Gewicht. Im Laufe langer Jahre gelang CLUSIUS, wie aus der nachstehenden Zusammenstellung ersichtlich ist, die Reindarstellung vieler wichtiger stabiler Isotope.

Die erzielten Reinheitsgrade sind bezeichnend für die hohen Anforderungen, die CLUSIUS an sich und seine Mitarbeiter stellte. Nie hätte er es zugelassen, eine noch so mühevoll und dornige Trennung, die sich, der Natur der Sache gemäss, in den meisten Fällen über Jahre hinwegzog, vorzeitig abubrechen und sich mit geringeren Anreicherungen zu begnügen. Für ihn, der nur in der Vollendung die Erfüllung einer Aufgabe sah, war eine Reindarstellung geradezu ein ästhetisches Erfordernis. Bedenkt man ferner, dass die Aufspaltung polynärer Isotopengemische ganz besondere Schwierigkeiten bietet, so ist es um so erstaunlicher, dass die Abtrennung der seltenen Mittelisotope  $^{21}\text{Ne}$  und  $^{38}\text{A}$  gelungen ist. Hier zeigte sich die vollendete Kunst des erfahrenen Experimentators, der durch einen eleganten Kunstgriff die Aufgabe löste. Die Tatsache, dass flankierende Isotope sehr viel leichter zu isolieren sind, führte ihn auf den Gedanken, durch Zugabe eines geeigneten Hilfsgases, welches sich bei der Thermodiffusion ähnlich verhält wie das zu trennende Isotopengemisch und sich von diesem leicht abtrennen lässt, die gewünschte Aufspaltung zu erzwingen. Nur auf diese Weise konnte durch Zugabe eines  $\text{CD}_4/\text{CD}_3\text{H}/\text{CH}_2\text{D}_2$ -Gemisches das Mittelisotop  $^{21}\text{Ne}$  isoliert und mit einem  $\text{HCl}/\text{DCI}$ -Zusatz die Abtrennung des äusserst seltenen  $^{38}\text{A}$  erreicht werden. Der enorme totale Trennfaktor von annähernd 10 Millionen im Falle der  $^{38}\text{A}$ -Gewinnung beleuchtet mehr als alle Worte die Schwierigkeiten dieser Trennung, die nur mit mühsamer, geduldiger und disziplinierter Arbeit zu überwinden waren. Eines blieb dem Meister des Trennrohres nicht mehr vergönnt; die Reindarstellung des äusserst seltenen Mittelisotops  $^{17}\text{O}$ . Diese schwierige, aber reizvolle präparative Aufgabe wäre wohl würdig gewesen, die lange Liste der im Trennrohr dargestellten Isotope zu krönen. Die Gewinnung von Reinisotopen wurde keineswegs zum Selbstzweck betrieben, sondern beanspruchte aus verschiedenen Gründen besonderes Interesse. Einerseits gab die Darstellung grösserer Mengen an Reinisotopen CLUSIUS die Gelegenheit, seine thermischen und kalorischen Messungen auch auf isotope Elemente und Verbindungen, deren physikalische Eigenschaften in vielen Fällen auch heute noch recht lückenhaft bekannt sind, auszudehnen. Andererseits war die Isoherung der Elemente  $^{136}\text{X}$ ,  $^{86}\text{Kr}$ ,  $^{38}\text{A}$  und  $^{21}\text{Ne}$  im Hinblick auf spezielle Verwendungszwecke von Wichtigkeit. So ist etwa das seltene Mittelisotop  $^{38}\text{A}$  für die Altersbestimmung von Mineralien und Salzlagerstätten nach der Argon-Kalium-Methode unentbehrlich. Es wird aber von den Geochemikern in einer Reinheit von über 99% verlangt, was CLUSIUS dank der Hilfsgasmethode verwirklichen konnte. Das Kryptonisotop  $^{86}\text{Kr}$ , das aus 10 l Krypton mit einem Aufwand von 32000 kWh in einer 27 m langen Trennrohranlage von CLUSIUS in München in einer Menge von 850  $\text{cm}^3$  abgetrennt worden war, besass hinsichtlich der Eignung seiner Strahlung als Längennormale grösstes Interesse. Eingehende Untersuchungen von KÖSTERS an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin und später von E. ENGELHARD an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig liessen bald die hervorragenden Eigenschaften der orangen  $^{86}_{36}\text{Kr}$ -Linie als Lichtwellenmeter erkennen. Auf Grund dieser Arbeiten entschied sich die 11. internationale Generalkonferenz für Mass und Gewicht am 14. Oktober 1960 für eine neue, verbesserte Definition des Meters,

der als das 1650763,73fache der Wellenlänge der von Atomen des Nuklids  ${}^{86}_{36}\text{Kr}$  beim Übergang  $5d_5 \rightarrow 2p_{10}$  ausgesandten, sich im Vakuum ausbreitenden Strahlung, festgelegt wurde.

Die CLUSIUS'schen Trennrohrarbeiten beschränkten sich aber nicht nur auf die präparative Darstellung stabiler Isotope. Ihn interessierten auch die theoretischen Aspekte der Thermodiffusion, die besonders in seinen späteren Jahren mehr und mehr in den Vordergrund traten. Zentrale Bedeutung für die Theorie der Thermodiffusion besitzt die Thermodiffusionskonstante  $\alpha$ , deren Absolutberechnung wohl eine der schwierigsten Aufgaben ist, vor welche die kinetische Molekularphysik gestellt wird. Es müssen bei der Wahl eines speziellen Molekelmodells schon recht feine Züge der Wirklichkeit berücksichtigt werden, um zu einer befriedigenden Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment zu kommen. Exakte experimentelle Bestimmungen der Thermodiffusionsfaktoren isotoper Systeme sind deshalb wichtig, aber leider nicht leicht durchführbar. Trennrohrversuche liefern im allgemeinen wegen den grossen Temperaturdifferenzen zwischen heissem Draht und kalter Wand nur mittlere  $\alpha$ -Werte. CLUSIUS umging diesen Mangel mit der von ihm entwickelten Trennschaukel, die eine definierte Vervielfachung des Einzeleffektes unter genau bekannten Bedingungen erlaubt und demgemäss wahre  $\alpha$ -Werte ergibt. Einen kräftigen Auftrieb erhielten die Trennrohrarbeiten während der letzten Jahre, als bemerkt wurde, dass neben dem relativen Massenverhältnis auch die Massenverteilung, also das Trägheitsmoment, einen entscheidenden Einfluss auf die Grösse des Thermodiffusionseffektes besitzt. Hier offenbarte sich ein grundlegender Mangel der Theorie, da es sich dabei, wie z. B. Versuche an den Systemen  ${}^{40}\text{A}/\text{H}^{35}\text{Cl}$ ,  $\text{H}^{37}\text{Cl}$ ,  $\text{D}^{37}\text{Cl}$  ergaben, nicht bloss um eine unwichtige Nebenerscheinung, sondern um einen bemerkenswerten Effekt erster Ordnung handelt. Bereits waren neue, umfangreiche Experimente mit dem Ziel, weiteres Material zur Abklärung der angeschnittenen Fragen beizubringen, angelaufen oder geplant, als der Tod in zeitloser Härte zugriff und die Arbeiten jäh unterbrach. Jene Worte aber: «Ich bin ausgezogen um einen Esel zu suchen und habe ein Königreich gefunden», mit denen CLUSIUS kurz nach der Erfindung des Trennrohrs einen seiner Vorträge einleitete, haben sich voll und ganz bewahrheitet.

Doch zurück nach München. Den dunklen Schatten des Krieges konnte sich auch das Münchener Institut nicht entziehen. In den verworrenen Nachkriegszeiten, als ihn die Universität Zürich 1947 auf den verwaisten Lehrstuhl von v. HALBAN berief, verliess er die kriegszerstörte Stätte seines langjährigen und erfolgreichen Wirkens. Unter schwierigen Bedingungen reiste CLUSIUS mit seiner Familie in die Schweiz, wohl ohne zu ahnen, dass ihm unser Land Jahre später zur zweiten Heimat werden würde. Ein neuer Lebensabschnitt und ein neuer Aufbau in ihm unbekannter Umgebung und veränderten Verhältnissen begann. Doch rasch und zielstrebig wurde das Zürcher Institut im Sinne des Meisters entwickelt und den Erfordernissen der modernen Forschung angepasst. Mit ungebrochener Arbeitskraft wandte er sich wieder seinen wissenschaftlichen Problemen zu. Er verstand es, in kürzester Zeit dem kleinen Zürcher Schülerkreis sein eigenes Gepräge zu geben und eine belebende und anspornende Atmosphäre zu schaffen, was wohl immer eines der Geheimnisse seines Erfolges war. CLUSIUS wandte sich in Zürich einem neuen Arbeitsgebiet, dem Studium von Reaktionsmechanismen mit Hilfe  ${}^{15}\text{N}$ -markierter Verbindungen zu, das etwa im

Vergleich zur  $^{18}\text{O}$ -Chemie, wegen der geringen Austauschfreudigkeit des Stickstoffs, grosse arbeitstechnische Vorteile bot. Nachdem der Zugang zu den verschiedenen organischen Stickstoffverbindungen durch die Darstellung von  $^{15}\text{NH}_3$ ,  $\text{H}^{15}\text{NO}_3$  und  $\text{H}^{15}\text{NO}_2$  erschlossen und, da ein Massenspektrometer fehlte, eine bandenspektroskopische  $^{15}\text{N}$ -Analysemethoden ausgearbeitet war, konnte mit den eigentlichen  $^{15}\text{N}$ -Untersuchungen begonnen werden. Zahlreiche grundlegende Umsetzungen, deren Reaktionsverlauf mit Hilfe der klassischen Methoden der organischen Chemie nicht oder nur sehr schwierig zu deuten war, wurden jetzt überprüft und auch konstitutionelle Probleme aufgeklärt. Aus der Vielzahl dieser Arbeiten seien einige wichtige herausgegriffen. So wurde etwa die Hypothese von R. ROBINSON, dass die FISCHER'sche Indol-Bildung aus Phenylhydrazonen über ein Diaminderivat verläuft, durch Markierung mit  $^{15}\text{N}$  nachgeprüft und als richtig befunden. Allgemein zeigte sich, dass bei Ringschlüssen von  $\omega, \omega'$ -Diaminen zu 5- und 6-gliedrigen Heterocyclen der aliphatisch gebundene Stickstoff als Ammoniak abgespalten und bereits an einem Ringssystem haftender Stickstoff in den neu entstehenden heterocyclischen Ring eingebaut wird. Ferner untersuchte CLUSIUS mit Hilfe von schwerem Stickstoff die Frage der Atomverkettung der organischen Azide. Bei diesem alten Problem standen sich lange die Auffassung von CURTIUS, der eine Ringstruktur annahm, und diejenige von THIELE-ANGELI, die für eine kettenförmige Anordnung eintraten, gegenüber. Aus physikalisch-chemischen Gründen neigte sich der Streit der Meinungen immer mehr zugunsten der Kettenanordnung, und in der Tat lieferte die rein chemische Untersuchung mit Hilfe des Isotops  $^{15}\text{N}$  dasselbe Ergebnis. Ein überraschendes Resultat ergab die Überprüfung des Mechanismus der Phenylazidbildung aus Diazonium-Ion und Azid-Ion. Die klassische Diazoreaktion nach GRIESS-SANDMEYER, bei der das Azid-Ion an den Phenylrest tritt, während der Diazostickstoff gasförmig entweicht, konnte nicht beobachtet werden. Es läuft ein gemischter Mechanismus ab, der durch die Bildung von linearen Pentazen- und ringförmigen Pentazolzwischenprodukten beschrieben werden kann. Das Mengenverhältnis von Haupt- und Nebenprodukt wird durch den Charakter des Substituenten stärkstens beeinflusst. Hingegen fehlt bei der Umsetzung von Diazomethan mit Stickstoffwasserstoffsäure jeder Anhaltspunkt für die intermediäre Bildung derartiger, in der aromatischen Reihe beobachteter Zwischenkörper. Eine andere klassische Formulierung, nämlich die von W. WISLIZENUS entdeckte Synthese der Azide aus Distickstoffoxid und Metallamiden, musste auf Grund von  $^{15}\text{N}$ -Untersuchungen ebenfalls fallen gelassen werden. Es konnte der Nachweis für das Auftreten einer gegabelten Reaktion erbracht werden, wobei das Verteilungsverhältnis der beiden Wege vom Kation abhängig ist.

Obwohl diese rein chemischen Isotopenarbeiten einen breiten Raum im Zürcher Arbeitsprogramm einnahmen, ging mit dieser Gebietserweiterung keine Vernachlässigung der alten Arbeitsrichtungen einher. Besonders den Trennrührversuchen und den Untersuchungen auf dem Gebiete der messenden Thermodynamik wurde wieder ein angemessener Platz eingeräumt. Um aber den vielfältigen Ansprüchen der modernen physikalisch-chemischen Experimentiertechnik genügen zu können, war vorerst ein zielstrebiges Ausbau der mechanischen Institutswerkstatt dringend notwendig. Dies ermöglichte CLUSIUS die Konstruktion eines Wasserstoffverflüssigers für die Tieftemperaturuntersuchungen an die Hand zu nehmen, wobei ihm seine früheren Erfahrungen bei der Herstellung und beim Umgang mit flüssigem Wasserstoff und

seine ausgesprochene Neigung für technische Probleme zugute kamen. Es sei etwa daran erinnert, dass CLUSIUS bereits während des letzten Krieges, als schweres Wasser als Moderator für Neutronen in der Kernphysik von Bedeutung wurde, auf Grund eigener Versuche nachwies, dass die Rektifikation von flüssigem Wasserstoff weitaus der wirtschaftlichste Weg zur grosstechnischen Darstellung von schwerem Wasserstoff ist. Dieser kühne und weitsichtige Vorschlag, der anfänglich vielerorts mit höflicher Zurückhaltung aufgenommen wurde, fand in den letzten Jahren in mehreren europäischen Ländern, so auch in der Schweiz, seine technische Realisierung.

Die Bestimmung der thermodynamischen Eigenschaften reiner isotoper Elemente und Verbindungen, die jetzt aus eigenen Trennanlagen in ausreichenden Mengen von mehreren Litern zur Verfügung standen, war ein Gebiet, das grosses Interesse beanspruchte und deshalb in Zürich intensiv bearbeitet wurde. Der unmittelbare Vergleich der Dampfdrucke reiner Isotope führte unerwartet auf einen abnorm grossen Isotopieeffekt bei den isotopen Stickstoffmonoxiden, der um ein Mehrfaches grösser ist, als bei anderen zweiatomigen Gasen ähnlichen Siedepunkts. Erste Rektifikationsversuche in gläsernen Laborkolonnen liessen keine Zweifel offen, dass dieser Effekt als vorteilhafteste Quelle zur gleichzeitigen Gewinnung der biologisch wichtigen Isotope  $^{15}\text{N}$ ,  $^{17}\text{O}$  und  $^{18}\text{O}$  ausgenützt werden konnte. Der Bedeutung der Sache gemäss wurde die Ausarbeitung des Verfahrens durch den Bau von zwei vollautomatisch arbeitenden, metallenen Tieftemperaturkolonnen von 3 und 8 m Höhe energisch weitergetrieben. Die Entwicklung eines Austauschsystems ermöglichte es, mit Hilfe einer sauren, wässrigen Lösung von Nitrat-Ionen, das die Kolonnen verlassende, an schweren Stickstoff- und Sauerstoff-Isotopen verarmte Stickoxid im Kreislauf erneut mit diesen Isotopen zu beladen. Dadurch wurden dem Verfahren die billigsten Quellen für  $^{15}\text{N}$ ,  $^{17}\text{O}$  und  $^{18}\text{O}$ , nämlich Wasser und technisches Natriumnitrat erschlossen. Mit diesen Anlagen konnte die gewünschte Reindarstellung der Elemente  $^{15}\text{N}$  und  $^{18}\text{O}$  erreicht werden.

Mit einem anderen interessanten Isotopentrennverfahren, der Ionenwanderung durch Gegenstromelektrolyse, das CLUSIUS nicht original erfunden aber zur eigenen Bearbeitung aufgegriffen hatte, gelang eine starke Verschiebung der natürlichen  $^{87}\text{Rb}$ -Häufigkeit. Die verwendete elektrolytische Trennapparatur, die den Unterschied der Ionenbeweglichkeiten ausnützt, war ähnlich einer Filterpresse aus dreissig hintereinandergeschalteten Kammern, die durch Nylonnetze voneinander getrennt sind, aufgebaut. Die Konstruktion hatte sich aus einer grossen Zahl von Versuchen als die weitaus beste erwiesen und wurde mit variabler Kammerzahl auch für andere Isotopentrennungen in der Erdalkalireihe eingesetzt.

Überblickt man die von KLAUS CLUSIUS in einer Zeitspanne von wenig mehr als dreissig Jahren geleistete immense Arbeit, die in annähernd dreihundert Publikationen niedergelegt ist und ihm einen hervorragenden Namen in der gesamten internationalen Fachwelt sicherte, so ist das Bild seiner Persönlichkeit noch keineswegs abgerundet. In der Tat besass CLUSIUS neben seinem Fachwissen eine weite und umfassende humanistische Bildung, die für jeden, der mit ihm in näheren Kontakt kam, beeindruckend war. Ihn interessierte nicht nur das engere Fachgebiet, sondern er versuchte bei seinen Problemen immer die allgemeinen Zusammenhänge und Querverbindungen zu anderen Wissenszweigen aufzuspüren und auch die geschichtlichen Aspekte zu würdigen. Der angeborene Humor, gepaart mit einem erstaunlichen Gedächtnis, das

ihn in jeder Situation eine geistreiche, schlagfertige Antwort oder Anekdote finden liess, machten ihn zu einem glänzenden Gesellschafter, der es auch verstand, effektiv und unterhaltend vorzutragen. Diese geistige Beweglichkeit und Fröhlichkeit verlangte er im umfassenden Sinne auch von seinen Schülern, wobei der äusserste Einsatz an ihre Arbeit anerkannt, aber selbstverständlich war. Experimentelle und handwerkliche Geschicklichkeit, subtile Beobachtungsgabe, eine aus reicher Erfahrung kommende Intuition für die bei der Lösung eines Problems versteckten Schwierigkeiten und Fallstricke und eine peinliche Genauigkeit und Sorgfalt auch im kleinen begleiteten ihn als sichere Führer auf seinen Wegen in wissenschaftliches Neuland. Das Studium der Geschichte der Naturwissenschaften war ihm Steckenpferd, aber nicht etwa im LICHTENBERG'schen Sinne, dass Steckenpferde nicht zum Pflügen taugen. Manche Anregung entnahm er den Arbeiten berühmter und besonders geschätzter Forscher, wie JAMES DEWAR, MICHAEL FARADAY, ROBERT WILHELM BUNSEN.

CLUSIUS besass auch die seltene Gabe, den Stoff seiner Vorlesungen, die besonders für den Fortgeschrittenen Gewinn bedeuteten, völlig frei vorzutragen und sie durch zahlreiche Hinweise auf amüsante Begebenheiten aus dem Leben bekannter Forscher unterhaltsam zu gestalten. Obwohl er nur gelegentlich Vorlesungsversuche demonstrierte, war er allen Experimentalvorlesungen sehr zugetan und er bemühte sich auch erfolgreich, das Repertoire bekannter Versuche durch neue, interessante Demonstrationen zu ergänzen.

Bei einem derart reich erfüllten Leben konnten die wissenschaftlichen Ehrungen und Anerkennungen nicht ausbleiben. Seine Arbeiten wurden mehrfach ausgezeichnet, so durch den CANNIZZARRO-Preis, den ARRHENIUS-Preis, den MARCEL-BENOIST-Preis, den DECHEMA-Preis, den MARIO-GIACOMO-LEVI-Preis. CLUSIUS war Mitglied der Accademia Bologna, der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München, mit der er auch während seiner Zürcher Zeit durch starke freundschaftliche Banden verbunden blieb und der ehrwürdigen Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina in Halle. Die Technische Hochschule Hannover verlieh ihm, «dem Meister der physikalisch-chemischen Experimentierkunst, dem es gelang, mit dem von ihm erfundenen und entwickelten ‚Trennröhre‘ schwer trennbare Isotope in einer Reinheit darzustellen, wie sie mit anderen Methoden nicht erreicht werden konnte, und der in geistvoller Weise mit Hilfe isotope markierter Substanzen schwierige Probleme der Reaktionskinetik löste», die akademische Würde Doktor der Naturwissenschaften Ehren halber. Aus Deutschland kommend war es für ihn selbstverständlich, dass er seine Kräfte und sein Wissen in den Dienst der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft stellte.

KLAUS CLUSIUS hat der Wissenschaft seinen Namen unvergänglich eingepägt. Seinen Freunden und Schülern bleibt die Erinnerung an eine reiche und unvergessliche, durch innere Berufung gezeichnete, grosse Persönlichkeit.

KUNO SCHLEICH