

Clusius, Klaus

Objektyp: **Obituary**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **143 (1963)**

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Prof. Dr. h. c. Klaus Clusius

1903–1963

«Zu meinem 60. Geburtstage sind mir von allen Seiten Glückwünsche und Erinnerungsgaben in reichem Masse zuteil geworden. Die guten Wünsche gipfeln immer wieder in der Wertschätzung von zwei Dingen, der Gesundheit und der Schaffenslust. So gehäuft, werden sie in Zukunft hoffentlich ihre Kraft erweisen. Die verschiedenen Zeichen persönlicher Verbundenheit und Anerkennung haben mich sehr gefreut, und ich möchte herzlich für diese freundschaftliche Gesinnung danken.» Dies schrieb Klaus Clusius kurz nach seinem 60. Geburtstage an seine Freunde und Schüler, die sich in grosser Zahl zusammen mit seinen Angehörigen im Frühjahr 1963 versammelt hatten, um dem Jubilar ihre Zuneigung zu bekennen und ihm ihre besten Glückwünsche zu entbieten. Wohl niemand ahnte, dass wenige Wochen später, am 28. Mai 1963, der unerbittliche Tod dem reichen Leben dieses glänzenden Forschers ein jähes Ende bereiten würde.

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 ausgezeichnete Schüler das Gymnasium. An deren Technischer 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 Physicochemiker 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 be-



KLAUS CLUSIUS

1903-1963

lehrt, wie am Schreibtisch eine Aufgabe streng logisch anzupacken ist und wie nur unermüdliche Anstrengung neben guten Einfällen zur Lösung grosser Probleme führt. Man erfuhr auch, dass keine in der Natur auftauchende Frage eine unüberwindliche Sprödigkeit besitzt und dass man durch ständiges Nachdenken der Lösung jeder Aufgabe näherkommen kann. Bald wurde mir klar, dass ich diese lebenskräftige, wenn auch widerspruchsvolle, damals ihren grössten Leistungen erst entgegengehende Persönlichkeit als Lehrer wählen würde. Das Euckensche 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, 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 Euckenschen Auffassung, die innere Pflicht auferlegte, unablässig und mit allen Kräften an der Weiterentwicklung der Naturwissenschaften zu arbeiten. Noch in Breslau publizierte er 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 Euckenschen Institut gelungen; eine Tat, die heute der Geschichte der grossen wissenschaftlichen Erfolge angehört. Die Bedeutung der Clusiusschen Messungen als Beitrag zu den damals wichtigsten wissenschaftlichen Tagesfragen kann erst voll ermessen 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 Heisenbergschen 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 Clusiusschen 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 zum Ausdruck kommt. Obwohl die grundlegenden Probleme der spezifischen Wärme des festen Körpers bei tiefen Temperaturen, die im Zusammenhang mit der Aufstellung des Nernstschen 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. So waren etwa die Kenntnisse über den Verlauf der spezifischen Wärmekondensierter Gase bei Temperaturen unterhalb von 20°K wegen der grossen experimentellen Schwierigkeiten noch recht lückenhaft. Gerade in diesem Bereich beanspruchte aber der Verlauf der Molwärme tief-siedender Gase grösstes Interesse. 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-Tetrodeschen-Gleichung theoretisch berechneten, statistischen Werten zu vergleichen. Bei den Molekülen 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 Moleküle bei 10°K , der tiefsten Messtemperatur, nicht im Nernstschen Zustande befindet. Offenbar bleibt, infolge der unvollständigen Richtungsorientierung dieser asymmetrischen Moleküle, eine Nullpunktsentropie. Wenig später bestätigte W.F. Giaque die von Clusius beim Kohlenmonoxyd 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 Euckensche Auffassung, die das Nernstsche 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 Wärmen von Festkörpern stellte sich hinsichtlich der freien Drehbarkeit der Moleküle 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 niederer Symmetrie ein solches höherer hervorgeht und dass diese Tatsache wahrscheinlich durch Rotation um eine oder zwei Molekülachsen gedeutet werden könnte. Einen exakten Beweis für das Vorliegen freier Drehbarkeit eines Moleküls im festen Körper konnten aber erst Clusius und Hiller einerseits und Bonhoeffer und Harteck andererseits erbringen. Gleichzeitig und unabhängig voneinander 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 Gebiete der homogenen Gaskatalyse. 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-Onnesschen 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 Ureyschen 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 schienen. Dazu gehörte die Supraleitung und Atons 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 an schwerem Wasserstoff durchgeführten thermischen und kalorischen Messungen muss die Bestimmung des Verlaufs der Rotationswärmen der Moleküle HD und D₂ 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 Euckenschen Entdeckung mit Hilfe der Heisenbergschen Quantenmechanik. Es war infolge der unterschiedlichen Trägheitsmomente der Molekeln H₂, HD und D₂ 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 D₂ 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 Moleküle HD und D₂. Der Nachweis des Rotationsabfalls konnte in beiden Fällen leicht erbracht werden. Das Molekül 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. 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.

Es war für Clusius naheliegend, in sein thermisches und kalorisches Messprogramm, das er später in Würzburg konsequent weiterführte, deuterierte Verbindungen miteinzubeziehen. Abgesehen von der Notwendigkeit, das Wissen hinsichtlich der Eigenschaften isotoper Moleküle zu erweitern, versuchte er zusätzliches experimentelles Material über die vielfach beobachteten, merkwürdigen Phasenumwandlungen im festen Aggregatzustande zu gewinnen. Die ursprünglich gehegte Hoffnung, durch eine eingehende Bearbeitung dieses komplexen Gebietes mehr Klarheit zu gewinnen, erfüllte sich leider nicht. Im Gegenteil: das zusätzlich zutage beförderte Material erschwerte eine einfache und auf den bestehenden Anschauungen basierende Interpretierung mehr und mehr und liess lediglich die Unzulänglichkeiten 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 unberechtigte Einwände gegen die Paulingsche Hypothese, und das anfängliche Modell der freien Drehbarkeit eines Moleküls 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 Münchner Ordinariat vertauschte, welches Fajans bis zu diesem Zeitpunkte 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 Me-

chanismus 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 Maxwellsche Beschränkung, dass sich die Moleküle nach einem Kraftgesetz umgekehrt proportional der 5. Potenz der Entfernung abstossen, fallen und fand bei der verallgemeinerten Lösung der Boltzmannschen 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 Enskogschen Überlegungen zu kennen, postulierte auch Sidney Chapman den Thermodiffusionseffekt und konnte ihn kurz darauf an einer Mischung von Kohlendioxyd 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 Liebigkühler, 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 Trennrohrs erwies sich zuerst an der während zweier Jahrzehnte vergeblich versuchten Isolierung der stabilen Chlorisotope ^{35}Cl und ^{37}Cl . Die Trennung der Chlorisotope war mit den verschiedenartigsten Methoden, wie molekulare Verdampfung, Diffusion durch poröse Wände, selektive photochemische Dissoziation, Rektifikation, Zen-

trifugation 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, was zur Reindarstellung vieler wichtiger stabiler Isotope führte. Die dabei 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}Ne und ^{38}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. Der enorme totale Trennfaktor von annähernd 10 Millionen im Falle der ^{38}A -Gewinnung beleuchtet mehr als alle Worte die Schwierigkeiten dieser Trennung, die nur mit mühsamer, geduldiger und disziplinierter Arbeit zu überwinden waren. Eines aber blieb dem Meister des Trennrohrs nicht mehr vergönnt: die Reindarstellung des äusserst seltenen Mittelisotops ^{17}O . Diese schwierige, aber reizvolle präparative Aufgabe wäre wohl würdig gewesen, die lange Liste der im Trennrohr dargestellten Isotope zu krönen.

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 α , deren Absolutberechnung wohl eine der schwierigsten Aufgaben ist, vor die die kinetische Molekularphysik gestellt wird. Es müssen bei der Wahl eines speziellen Molekülmodells 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 der grossen Temperaturdifferenzen zwischen heissem Draht und kalter Wand nur mittlere α -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 α -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 Thermodiffusionseffekts besitzt. Hier offenbarte sich ein grundlegender Mangel der Theorie, da es sich dabei 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. Dem dunklen Schatten des Krieges konnte sich auch das Münchner 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. 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}N -markierter Verbindungen zu. Zahlreiche grundlegende Umsetzungen, deren Reaktionsverlauf mit Hilfe der klassischen Methoden der organischen Chemie nicht oder nur sehr schwierig zu deuten war, wurden 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 Fische'sche Indolbildung aus Phenylhydrazonen über ein Diaminderivat verläuft, durch Markierung mit ^{15}N nachgeprüft und als richtig befunden. Allgemein zeigte sich, dass bei Ringschlüssen von ω, ω' -Diaminen zu fünf- und sechsgliedrigen Heterozyklen der aliphatisch gebundene Stickstoff als Ammoniak abgespalten und bereits an einem Ringsystem haftender Stickstoff in den neu entstehenden heterozyklischen 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}N dasselbe Ergebnis. Ein überraschendes Resultat ergab die Überprüfung des Mechanismus der Phenylazidbildung aus Diazoniumion und Azidion. Die klassische Diazoreaktion nach Griess-Sandmeyer, bei der das Azidion 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, wobei das Mengenverhältnis von Haupt- und Nebenprodukt durch den Charakter des Substituenten stärkstens beeinflusst wird. 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. Wislicenus entdeckte Synthese der Azide aus Distickstoffoxyd und Metallamiden, musste auf Grund von ^{15}N -Untersuchungen ebenfalls fallengelassen werden. Es konnte der Nachweis für das Auftreten einer gegabelten Reaktion erbracht werden, wobei das Verteilungsverhältnis der beiden Wege vom Kation abhängig ist.

Neben diesen rein chemischen Isotopenarbeiten wurden die alten Arbeitsrichtungen keineswegs vernachlässigt. Besonders den Trennröhrversuchen 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, nahm Clusius die Konstruktion eines Wasserstoffverflüssigers für die Tieftemperaturuntersuchungen an die Hand. Dabei kamen ihm seine früheren Erfahrungen bei der Herstellung und beim Umgang mit flüssigem Wasserstoff und seine ausgesprochene Neigung für technische Probleme sehr zugute. 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 Stickstoffmonoxyden, 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}N , ^{17}O und ^{18}O ausgenützt werden konnte. Der Bedeutung der Sache gemäss wurde die Ausarbeitung des Verfahrens durch den Bau von zwei grossen Tieftemperaturkolonnen energisch weitergetrieben. Mit diesen Anlagen konnte die gewünschte Reindarstellung der Elemente ^{15}N und ^{18}O erreicht werden.

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 für 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 ein Steckenpferd, aber nicht etwa im Lichtenbergschen Sinne, dass Steckenpferde nicht zum Pflügen taugen. Manche Anregung entnahm er den Arbeiten berühmter und besonders geschätzter Forscher, wie James Dewar, Michael Faraday und 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 Anerkennung nicht ausbleiben. Seine Arbeiten wurden mehrfach ausgezeichnet, so durch den Cannizzaro-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 Bande 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 „Trennröhr“ schwer trennbare Isotope in einer Reinheit darzustellen, wie sie mit anderen Methoden nicht erreicht werden konnte, und der in geistvoller Weise mit Hilfe isotonenmarkierter Substanzen schwierige Probleme der Reaktionskinetik löste», die akademische Würde Doktor der Naturwissenschaften ehrenhalber. Aus Deutschland kommend, war es für ihn selbstverständlich, dass er seine Kräfte und sein Wissen auch in den Dienst der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft stellte.

1950 wurde er deren Mitglied und seit 1959 gehörte er auch dem Zentralvorstand an, wo er von allen Mitgliedern wegen seines klaren Urteils und seiner Zuvorkommenheit und Hilfsbereitschaft sehr geschätzt wurde.

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

Kuno Schleich

VERZEICHNIS DER PUBLIKATIONEN

1. R. Suhrmann und K. Clusius. Über die Reindarstellung der Alkalimetalle. *Z. anorg. und allg. Chem.* 152, 52 (1926).
2. R. Suhrmann und K. Clusius. Über ein einfaches und sicheres Verfahren zur Abätzung dünnster Wollastondrähete. *Physikal. Z.* 26, 913 (1925).
3. K. Clusius und P. Harteck. Über die spezifischen Wärmen einiger fester Körper bei tiefen Temperaturen. *Z. physikal. Chem.* 134, 243 (1928).
4. K. Clusius. Über die spezifische Wärme einiger kondensierter Gase zwischen 10° abs. und ihrem Tripelpunkt (Dissertation). *Z. physikal. Chem. (B)* 3, 41 (1929).

5. K. Clusius. Die Dampfdruckkonstante des Neons.
Z. physikal. Chem. (B) 4, 1 (1929).
6. K. Clusius und K. Hiller. Die spezifischen Wärmen des Parawasserstoffs in festem, flüssigem und gasförmigem Zustande.
Z. physikal. Chem. (B) 4, 158 (1929).
7. K. Clusius und W. Teske. Dampfdrucke und Dampfdruckkonstante des Kohlenoxyds.
Z. physikal. Chem. (B) 6, 135 (1929).
8. K. Clusius und J. V. Vaughen. Zur Temperaturmessung unterhalb 80° absolut mittels des Bleithermometers.
Z. ges. Kälte-Ind. 36, 215 (1929).
9. K. Clusius und J. V. Vaughen. I. The Specific Heats of Thallium, Calcium and Magnesium Measured to 10° absolute. II. The Entropy and Chemical Constants of Magnesium from Spectroscopic Data.
J. Amer. chem. Soc. 52, 4686 (1930).
10. K. Clusius, K. Hiller und J. V. Vaughen. Über die spezifische Wärme des Stickoxyduls, Ammoniaks und Fluorwasserstoffs von 10° abs. aufwärts.
Z. physikal. Chem. (B) 8, 427 (1930).
11. K. Clusius. Über Rubidium- und Cäsiumnitrid.
Z. anorg. und allg. Chem. 194, 47 (1930).
12. K. Clusius und C. N. Hinshelwood. Homogenous Catalysis of Gaseous Reactions. I. The Decomposition of Isopropyl Ether under the Influence of Halides.
Proc. Roy. Soc. (A) 128, 75 (1930).
13. K. Clusius und C. N. Hinshelwood. II. The Decomposition of Diethyl Ether Catalysed by Iodin.
Proc. Roy. Soc. (A) 128 (1930).
14. K. Clusius und C. N. Hinshelwood. III. The Decomposition of Acetaldehyde Catalysed by Iodin.
Proc. Roy. Soc. (A) 129, 589 (1930).
15. K. Clusius und C. N. Hinshelwood. The Displacement by Ultra Violet Light of the Explosion Limit in a Chain Reaction.
Proc. Roy. Soc. (A) 129, 589 (1930).
16. K. Clusius. Catalytic Decomposition of Some Gaseous Ethers.
J. Chem. Soc. 1930, 2607.
17. O. Ruff und K. Clusius. Die Schmelztemperaturen des Sauerstoff-2-fluorids und Stickstoff-3-fluorids.
Z. anorg. und allg. Chem. 190, 267 (1930).
18. K. Clusius und C. N. Hinshelwood. Neue Fälle homogener Gaskatalyse.
Z. Elektrochem. 36, 748 (1930).
19. K. Clusius und C. N. Hinshelwood. Homogeneous Catalysis of Gaseous Reactions.
Nature 125, 311 (1930).
20. W. H. Keesom und K. Clusius. Das Verhalten der beiden Zustände des flüssigen Heliums unter Druck.
Naturwiss. 19, 462 (1931).
21. W. H. Keesom und K. Clusius. Die Umwandlung flüssiges Helium I – flüssiges Helium II unter Druck.
Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam; Proc. 34, 605 (1931).
Leiden Comm. No. 216 b.
22. A. Eucken, K. Clusius und H. Weitinek. Die Bildung einiger Metallhalogenide, insbesondere des Bromsilbers vom Standpunkt des Nernstschen Wärmesatzes.
Z. anorg. und allg. Chem. 203, 39 (1931).

23. W. H. Keesom und K. Clusius. Über die spezifische Wärme des flüssigen Heliums.
Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam; Proc. 35, 307 (1932).
Leiden Comm. No. 219e.
24. W. H. Keesom und K. Clusius. Eine vorläufige Bestimmung der Kompressibilität des flüssigen Heliums bei 2,7° K.
Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam; Proc. 35, 320 (1932).
Leiden Comm. 219f.
25. K. Clusius. Die Supraleitfähigkeit.
Z. Elektrochem. 38, 312 (1932).
26. K. Clusius. Über eine Anlage zur Herstellung von flüssigem Wasserstoff mit Neon als Zwischensubstanz.
Z. ges. Kälte-Ind. 39, 94 (1932).
27. A. Eucken, K. Clusius und W. Berger. Eine Apparatur zur exakten Messung des isothermen Drossel-effektes bei verschiedenen Temperaturen und Drucken.
Z. techn. Phys. 13, 267 (1932).
28. K. Clusius. Kettenreaktionen. (Habilitationsschrift).
Fortschr. der Chem., Physik und physikal. Chem. (B) 21, 307 (1932).
29. K. Clusius. Origin of Zero-Point Entropy.
Nature 130, 775 (1932).
30. K. Clusius. Über Umwandlungen im kondensierten Schwefelwasserstoff.
Nachr. Göttinger Ges. Wiss. (III) 1933, 171.
31. K. Clusius. Über Umwandlungen in festen Phasen.
Z. Elektrochem. 39, 598 (1933).
32. K. Clusius. Freie Rotation im Gitter des Monosilans.
Z. physikal. Chem. (B) 23, 213 (1933).
33. K. Clusius. Zwei Bemerkungen zum Sammelreferat H. Zeise: Spektralphysik und Thermodynamik.
Z. Elektrochem. 40, 98 (1934).
34. K. Clusius und A. Perlick. Die Unstetigkeit im thermischen und kalorischen Verhalten des Methans bei 20,4° abs. als Phasenumwandlung zweiter Ordnung.
Z. physikal. Chem. (B) 24, 313 (1934).
35. K. Clusius und E. Bartholomé. Die Rotationswärme der Molekel H^1H^2 (Isowasserstoff).
Nachr. Göttinger Ges. Wiss. (III) 1, 1 (1934).
36. K. Clusius und E. Bartholomé. Die Rotationswärmen der Moleküle HD und D_2 .
Naturwiss. 22, 297 (1934).
37. E. Bartholomé und K. Clusius. Das Ultrarotspektrum des schweren Wasserdampfes.
Naturwiss. 22, 420 (1934).
38. K. Clusius und E. Bartholomé. Die Rotationswärme der Molekel H_2^2 (Diwasserstoff) und der Kernspin des H^2 -Atomes.
Nachr. Göttinger Ges. Wiss. (III) 1, 15 (1934).
39. K. Clusius und E. Bartholomé. Die Rotationswärmen der Moleküle HD und D_2 und der Kernspin des D-Atoms.
Z. Elektrochem. 40, 524 (1934).
40. E. Bartholomé und K. Clusius. Das Ultrarotspektrum des schweren Wasserdampfes.
Z. Elektrochem. 40, 529 (1934).
41. K. Clusius und E. Bartholomé. Messungen an kondensiertem schwerem Wasserstoff.
Naturwiss. 22, 526 (1934).

42. K. Clusius und E. Bartholomé. Die spezifische Wärme und Schmelzwärme des kondensierten Diwasserstoffs.
Nachr. Göttinger Ges. Wiss. (III) 1, 29 (1934).
43. K. Clusius und H. Gutschmidt. Die untere Explosionsgrenze der Gemische von schwerem Wasserstoff mit Luft.
Naturwiss. 22, 693 (1934).
44. K. Clusius und A. Perlick. Zwei Bemerkungen zu der Arbeit von Herrn A. Smits: Innere Gleichgewichte in den festen Phasen.
Physikal. Z. 35, 918 (1934).
45. K. Clusius. Zwei Vorlesungsversuche mit flüssigem Wasserstoff.
Z. techn. Phys. 15, 505 (1934).
46. K. Clusius und E. Bartholomé. Die Eigenschaften des kondensierten schweren Wasserstoffs.
Z. techn. Phys. 15, 545 (1934).
47. E. Bartholomé und K. Clusius. Kalorische Messungen an schwerem Wasser.
Z. physikal. Chem. (B) 28, 167 (1935).
48. K. Clusius und E. Bartholomé. Die Verdampfungswärme des schweren Wasserstoffs.
Nachr. Göttinger Ges. Wiss. (III) 1, 49 (1935).
49. K. Clusius und E. Bartholomé. Zur Rotationswärme des schweren Orthowasserstoffs.
Z. physikal. Chem. (B) 29, 162 (1935).
50. K. Clusius. Bemerkung über die Dampfdruckdifferenz der Ortho- und Paramodifikationen der Wasserstoffisotope.
Z. physikal. Chem. (B) 29, 159 (1935).
51. K. Clusius und E. Bartholomé. Kalorische und thermische Eigenschaften des kondensierten schweren Wasserstoffs.
Z. physikal. Chem. (B) 30, 237 (1935).
52. K. Clusius und E. Bartholomé. Die Entropie des schweren Wasserstoffs.
Z. physikal. Chem. (B) 30, 258 (1935).
53. H. Gutschmidt und K. Clusius. Über kritische Explosionsgrenzen bei der Oxydation von Kohlenoxysulfid und Monosilan.
Z. physikal. Chem. (B) 30, 265 (1935).
54. K. Clusius und J. Goldmann. Zur Atomwärme des Nickels bei tiefen Temperaturen.
Z. physikal. Chem. (B) 31, 256 (1936).
55. K. Clusius und A. Frank. Freie Drehbarkeit und Entropie des Schwefelwasserstoffs.
Naturwiss. 24, 62 (1936).
56. K. Clusius. Atomwärmern und Schmelzwärmern von Neon, Argon und Krypton.
Z. physikal. Chem. (B) 31, 459 (1936).
57. K. Clusius und H. Gutschmidt. Einige verbrennungsschemische Vorlesungsversuche.
Z. angew. Chem. 49, 446 (1936).
58. K. Clusius und H. Gutschmidt. Flammen von leichtem und schwerem Wasserstoff.
Z. Elektrochem. 42, 498 (1936).
59. K. Clusius und A. Frank. Molwärmern, Entropie und chemische Konstante des Phosphorwasserstoffs.
Z. physikal. Chem. (B) 34, 405 (1936).

60. K. Clusius und A. Frank. Molwärme, Entropie und chemische Konstante des Schwefelwasserstoffs.
Z. physikal. Chem. (B) 34, 420 (1936).
61. P. Hölemann und K. Clusius. Zur Elektrolyse deuteriumhaltiger Fettsäuren, I. Die Elektrolyse der Deuteroessigsäure.
Z. physikal. Chem. (B) 35, 261 (1937).
62. P. Hölemann und K. Clusius. Zur Elektrolyse deuteriumhaltiger Fettsäuren, II. Mitteil.: Der Mechanismus der Äthylenbildung bei der Elektrolyse der Propionsäure.
Ber. Dtsch. Chem. Ges. 70, 819 (1937).
63. A. Kruis und K. Clusius. Visueller Nachweis der Umwandlungen der kondensierten Schwefelwasserstoffe H_2S und D_2S .
Physikal. Z. 38, 510 (1937).
64. A. Frank und K. Clusius. Zur Entropie des Methans.
Z. physikal. Chem. (B) 36, 291 (1937).
65. A. Kruis, L. Popp und K. Clusius. Über Umwandlungen in festen Hydriden und Deuteriden.
Z. Elektrochem. 43, 664 (1937).
66. K. Clusius und L. Riccoboni. Atomwärme, Schmelz- und Verdampfungswärme sowie Entropie des Xenons. Mit einem Anhang: Ein einfacher Äthylenverflüssiger.
Z. physikal. Chem. (B) 38, 81 (1937).
67. A. Kruis und K. Clusius. Über die Molwärmen und Umwandlungen der kondensierten Hydride und Deuteride des Schwefels und des Selens.
Z. physikal. Chem. (B) 38, 156 (1937).
68. K. Clusius, L. Popp und A. Frank. Über Umwandlungen des festen Mono- und Tetradeuteromethans. Die Entropieverhältnisse des Monodeuteromethans CH_3D und des Deuteriumhydrids HD .
Physica 4, 1105 (1937).
69. K. Clusius. Thermische Eigenschaften des D_2 und seiner Verbindungen.
Z. Elektrochem. 44, 21 (1938).
70. K. Clusius, A. Kruis und W. Schanzer. Über die Umwandlung einiger Deutero-Ammonsalze.
Z. anorg. und allg. Chem. 236, 24 (1938).
71. K. Clusius und K. Weigand. Die Umwandlung $II \rightleftharpoons III$ der festen Schwefelwasserstoffe H_2S und D_2S unter 250 kg/cm^2 Druck.
Z. Elektrochem. 44, 674 (1938).
72. K. Clusius. Einfache Vorführung der Luftverflüssigung nach Linde.
Z. physikal. und chem. Unterricht 51, 95 (1938).
73. K. Clusius und G. Dickel. Neues Verfahren zur Gasentmischung und Isotopentrennung.
Naturwiss. 26, 546 (1938).
74. K. Clusius, A. Kruis und F. Konnertz. Molwärme, Verdampfungswärme, Entropie und chemische Konstante des Kryptons.
Ann. Phys. 33, 642 (1938).
75. K. Clusius. Bericht über den Besuch der Tieftemperatur-Station in Oxford und Cambridge vom 13. und 15. Juli 1938.
Z. ges. Kälte-Ind. 45, 192 (1938).
76. K. Clusius und A. Frank. Ein Vorlesungsversuch über die Dichtemaxima des leichten und des schweren Wassers.
Z. physikal. und chem. Unterricht 52, 1 (1939).

77. K. Clusius. Rotation von Molekeln und Ionengruppen in Kristallen.
Z. Elektrochem. 45, 147 (1939).
78. K. Clusius und K. Weigand. Über den Dampfdruck des Xenons und über eine Beziehung von Lennard-Jones sowie die Konstanz des Verhältnisses T_e/T_k bei den Edelgasen.
Z. physikal. Chem. (B) 42, 111 (1939).
- 78a. K. Clusius und K. Weigand. Nachtrag zu 78.
Z. physikal. Chem. (B) 43, 78 (1939).
79. K. Clusius und G. Dickel. Zur Trennung der Chlorisotope.
Naturwiss. 27, 148 (1939).
80. K. Clusius und G. Dickel. Das Trennrohrverfahren bei Flüssigkeiten.
Naturwiss. 27, 148 (1939).
81. A. Frank und K. Clusius. Präzisionsmessungen der Verdampfungswärme der Gase O_2 , H_2S , PH_3 , A , COS , CH_4 und CH_3D .
Z. physikal. Chem. (B) 42, 395 (1939).
82. D. Grafe, K. Clusius und A. Kruis. Messung und statistische Berechnung des Gleichgewichts $D_2 + H_2S \rightleftharpoons H_2 + D_2S$.
Z. physikal. Chem. (B) 43, 1 (1939).
83. K. Clusius und G. Dickel. Isolierung des leichten Chlorisotops mit dem Atomgewicht 34,979 im Trennrohr.
Naturwiss. 27, 487 (1939).
84. K. Clusius und G. Dickel. Das Trennrohr. I. Grundlagen eines neuen Verfahrens zur Gasentmischung und Isotopentrennung durch Thermodiffusion.
Z. physikal. Chem. (B) 44, 397 (1939).
85. K. Clusius und G. Dickel. Das Trennrohr. II. Trennung der Chlorisotope.
Z. physikal. Chem. (B) 44, 451 (1939).
86. K. Clusius und G. Dickel. Schmelzpunkt und Tripelpunktsdruck von $H^{35}Cl$ und $H^{37}Cl$.
Z. Elektrochem. 45, 661 (1939).
87. K. Clusius. Il comportamento termodinamico dei metani deuterati a temperature basse.
XIII Fiera di Bologna. II. Convegno nazionale per il gas metano. Bologna 1939.
88. K. Clusius und G. Dickel. Isotopentrennung durch Thermodiffusion im Trennrohr.
Die Umschau 44, 353 (1940).
89. K. Clusius und K. Weigand. Die Schmelzkurven der Gase A , Kr , X , CH_4 , CH_3D , CD_4 , C_2H_4 , C_2H_6 , COS und PH_3 bis 200 Atm. Druck. Der Volumensprung beim Schmelzen.
Z. physikal. Chem. (B) 46, 1 (1940).
90. K. Clusius und L. Popp. Die Molwärmern, Schmelz- und Umwandlungswärmern der kondensierten Gase CD_4 und CH_3D .
Z. physikal. Chem. (B) 46, 63 (1940).
91. G. Dickel und K. Clusius. Gewinnung von je 2,5 Litern der reinen Isotope ^{20}Ne und ^{22}Ne nach dem Trennrohrverfahren.
Naturwiss. 28, 461 (1940).
92. K. Clusius und H. Kowalski. Über die Weiterentwicklung des Trennrohrverfahrens.
Die chemische Fabrik 13, 304 (1940).
93. K. Clusius und W. Ringer. Die Mischungslücke des Systems Azeton-Schwefelkohlenstoff.
Z. physikal. Chem. (A) 187, 186 (1940).

94. K. Clusius und G. Dickel. Abspaltung eines Gemisches von ^{84}Kr und ^{86}Kr aus normalem Krypton im Trennrohr.
Naturwiss. 28, 711 (1940).
95. G. Dickel und K. Clusius. Das Trennrohr. III. Gewinnung von je 2,5 Litern der reinen Isotope ^{22}Ne und ^{20}Ne .
Z. physikal. Chem. (B) 48, 50 (1940).
96. K. Clusius. Eduard Zintl †.
Forschungen und Fortschritte 17, 143 (1941).
97. K. Clusius. Verfahren zum Zerlegen von Gasgemischen durch thermische Diffusion.
Deutsches Patent Nr. 701016, Klasse 12e, Gruppe 304 (C 53880 IVb/12e);
ausgegeben am 7. Januar 1941.
98. K. Clusius und H. Kowalski. Scheidung von Molekülen gleicher Masse im Trennrohr.
Z. Elektrochemie 47, 819 (1941).
99. K. Clusius und L. Stavely. Wird die Schmelzscharfe durch die Isotopie beeinflusst? Die Tripelpunkte der Gase CO , A , N_2O , HCl und HBr .
Z. physikal. Chem. 49, 1 (1941).
100. K. Clusius und G. Faber. Rotationsumwandlungen in festem Monogerman.
Naturwiss. 29, 468 (1941).
101. K. Clusius. Staubabscheidung durch Thermodiffusion.
Z. VDI-Beiheft Verfahrenstechnik 1941, 23.
102. K. Clusius und G. Dickel. Reindarstellung des Isotops ^{86}Kr im Trennrohr.
Naturwiss. 29, 560 (1941).
103. K. Clusius, W. Kölsch und L. Waldmann. Isotopentrennung und Verbrennungsmechanismus in aufsteigenden $\text{H}_2\text{-D}_2$ -Flammen.
Z. physikal. Chem. (A) 189, 131 (1941).
104. K. Clusius und H. Ulmke. Über Mischungslücken. II. Das System Methylazetat-Schwefelkohlenstoff.
Z. physikal. Chem. (A) 189, 331 (1941).
105. K. Clusius, L. Stavely und G. Dickel. Über Trennversuche der Xenonisotope durch Rektifikation; der Tripelpunktendruck des Xenons.
Z. physikal. Chem. (B) 50, 403 (1941).
106. K. Clusius, E. W. Becker und H. Lauckner. Über Anreicherungsversuche des Stickstoffisotops ^{15}N nach dem Austauschverfahren.
Sitzungsber. Bayerische Akad., Math.-Naturwiss. Abt., 1941, 145.
107. W. Schanzer und K. Clusius. Zur Elektrolyse deuteriumhaltiger Fettsäuren. III. Über den Mechanismus der Propylen- und Propanbildung bei der Elektrolyse der Buttersäuren.
Z. physikal. Chem. (A) 190, 241 (1942).
108. K. Clusius und H. Haimerl. Über den Austausch der Chloratome von H^{35}Cl mit AsCl_3 , PCl_3 , POCl_3 , CCl_4 , SiCl_4 , S_2Cl_2 und KCl .
Z. physikal. Chem. (B) 51, 347 (1942).
109. K. Clusius und G. Faber. Mol- und Umwandlungswärmen, Schmelz- und Verdampfungswärmen, Trägheitsmoment und Entropie des Germaniumwasserstoffs GeH_4 .
Z. physikal. Chem. (B) 51, 352 (1942).
110. K. Clusius und L. Waldmann. Ein übersehener gaskinetischer Effekt.
Naturwiss. 30, 711 (1942).
111. K. Clusius und G. Dickel. Das Trennrohr. IV. Darstellung der Isotope ^{84}Kr und ^{86}Kr .
Z. physikal. Chem. 52, 348 (1942).

112. K. Clusius und E.W. Becker. Zur Atomgewichtsbestimmung des an ^{15}N angereicherten Stickstoffs mit der Gaswaage.
Z. anorg. und allg. Chem. 251, 92 (1943).
113. K. Clusius und W. Schanzer. Zum Mechanismus der Photolyse der Essigsäure im Quarz-Ultraviolett.
Ber. Dtsch. Chem. Ges. 75, 1795 (1942).
114. K. Clusius und A. Frank. Zur Entropie des Argons.
Z. Elektrochem. 49, 308 (1943).
115. K. Clusius, G. Dickel und E.W. Becker. Reindarstellung des schweren Sauerstoffisotops $^{18}\text{O}_2$ und des Stickstoffs $^{14}\text{N}^{15}\text{N}$.
Naturwiss. 31, 210 (1943).
116. K. Clusius. Die Nullpunktsenergie.
Die Chemie (Angewandte Chemie, Neue Folge) 56, 241 (1943).
117. K. Clusius und W. Schanzer. Zur Elektrolyse deuteriumhaltiger Fettsäuren. V. Der Mechanismus der Methanbildung bei der Elektrolyse der Essigsäure.
Z. physikal. Chem. 192, 273 (1943).
118. K. Clusius. Spezifische Wärme von Festkörpern.
Naturwiss. 31, 397 (1943).
119. K. Clusius und E.W. Becker. Anreicherung von ^{15}N nach dem chemischen Austauschverfahren.
Z. physikal. Chem. 193, 64 (1943).
120. K. Clusius. Über die Vorgänge bei der Elektrolyse isotoper Fettsäuren.
Forschungen und Fortschritte 20, 82 (1944).
121. K. Clusius und G. Dickel. Das Trennrohr. V. Darstellung des Isotops $^{18}\text{O}_2$.
Z. physikal. Chem. 193, 274 (1944).
122. K. Clusius. Rohstoff- und Energievorräte der Welt.
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München 1945.
123. K. Clusius. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. I. Die Molwärme des Lithiumfluorids zwischen 18° und $273,2^\circ$ abs.
Z. Naturforschg. 1, 79 (1946).
124. K. Clusius. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. II. Das Zustandsdiagramm HBr-DBr .
Z. Naturforschg. 1, 142 (1946).
125. K. Clusius. Otto Hönigschmid †.
Z. Naturforschg. 1, 710 (1946).
126. K. Clusius. Ähnlichkeitsbetrachtungen an Gegenstromverfahren. Die Trennschraube.
Sitzungsber. Bayerische Akad., Math.-Naturwiss. Abt., 1944, 237.
127. K. Clusius und L. Schachinger. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. III. Elektronenwärme des Palladiums.
Z. Naturforschg. 2a, 90 (1947).
128. K. Clusius und G. Faber. Zur Isotopentrennung in aufsteigenden $\text{H}_2\text{-D}_2$ -Flammen.
Z. Naturforschg. 2a, 97 (1947).
129. K. Clusius und E.W. Becker. Das Trennrohr. VI. Isolierung des Mischmoleküls $^{14}\text{N}^{15}\text{N}$.
Z. Naturforschg. 2a, 154 (1947).
130. K. Clusius und H. Knopf. Verbesserte Herstellung deuterierter organischer Verbindungen durch Austausch.
Z. Naturforschg. 2b, 169 (1947).
131. K. Clusius. Zur Farbe des Broms bei -252°C .
Z. Naturforschg. 2b, 244 (1947).

132. K. Clusius und G. Wolf. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. IV. Molwärmen, Umwandlungs- und Schmelzwärmen sowie Entropien von DCl, DBr und DJ.
Z. Naturforschg. 2a, 495 (1947).
133. G. Böhm und K. Clusius. Die Struktur aufsteigender H₂-O₂-Flammen.
Z. Naturforschg. 3a, 386 (1948).
134. K. Clusius und H. Haimerl. Varianten zum chemischen Austauschverfahren, Anreicherung von ³⁴S.
Z. Naturforschg. 3a, 611 (1948).
135. K. Clusius. Nekrolog auf Max Bodenstein.
Jahrbuch 1944–1948 der Bayerischen Akademie für Wissenschaften, S. 248.
136. K. Clusius. Nekrolog auf Otto Höning Schmid.
Jahrbuch 1944–1948 der Bayerischen Akademie für Wissenschaften, S. 287.
137. K. Clusius und E. Schumacher. Stationäre Flammen von leichtem und schwerem Wasserstoff bei Atmosphärendruck.
Helv. chim. Acta 32, 671 (1949).
138. K. Clusius. Der Diffusionsthermoeffekt als Vorlesungsversuch.
Helv. phys. Acta 22, 135 (1949).
139. K. Clusius. Spezifische Wärme und Wärmeinhalt fester Körper.
Fiat Review 1939–1946, Bd. 8, S. 193.
140. K. Clusius und F. Konnertz. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. VI. Kalorimetrische Messungen der Verdampfungswärme des Sauerstoffs bei normalem Druck sowie des Äthylens und Propylens unterhalb und oberhalb von Atmosphärendruck.
Z. Naturforschg. 4a, 117 (1949).
141. K. Clusius und M. Huber. Brennt Kohlenoxyd in trockener Luft?
Chimia 3, 147 (1949), und Helv. chim. Acta 32, 2400 (1949).
142. K. Clusius. Das Trennrohr. VII. Anreicherung der schweren Xenonisotope. Bemerkung zur Trennung von mehrkomponentigen Gemischen.
Helv. phys. Acta 22, 473 (1949).
143. K. Clusius und M. Geldmacher. Zur Photolyse essigsaurer Uranylazetat-Lösungen im sichtbaren Licht.
Z. Elektrochem. 53, 197 (1949).
144. K. Clusius, J. Goldmann und A. Perlick. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. VII. Die Molwärmen der Alkalihalogenide LiF, NaCl, KCl, KBr, KJ, RbBr und RbJ von 10° bis 273° abs.
Z. Naturforschg. 4a, 424 (1949).
145. K. Clusius. Hundert Jahre Atomgewichtsforschung.
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München 1949.
146. K. Clusius und K. Starke. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. VIII. Rektifikation von H₂-HD-D₂-Gemischen zur Gewinnung von Deuteriumhydrid, Deuterium und schwerem Wasser.
Z. Naturforschg. 4a, 549 (1949).
147. K. Clusius und G. Dickel. Das Trennrohr. VIII. Zur Anreicherung von ¹³C im Methan.
Helv. phys. Acta 23, 103 (1950).
148. K. Clusius und H. Stern. Zur Reindarstellung von Cäsiumalaun aus Pollucit.
Helv. chim. Acta 33, 462 (1950).
149. K. Clusius und F. Hitzig †. Darstellung von GaCl₃ und GaBr₃ aus Gallium und Metallhalogeniden.
Helv. chim. Acta 33, 506 (1950).

150. K. Clusius. Das Trennrohr. IX. Reindarstellung des schweren Stickstoffs ^{15}N .
Helv. chim. Acta 33, 2134 (1950); s. a. Chimia 4, 143 (1950).
151. E. Schumacher, H. Mollet und K. Clusius. Gasdichte-Messungen mit der Schwewewaage.
Helv. chim. Acta 33, 2117 (1950); s. a. Chimia 4, 143 (1950).
152. K. Clusius. Die Verwendung von Deuterium und «Flammenfärbern» zur Aufklärung des Mechanismus der Wasserstoffverbrennung in der Nähe der unteren Zündgrenze.
Chimia 4, 151 (1950).
153. K. Clusius und M. Huber. Isolierung des Neonisotops ^{20}Ne von 99,95 % isotoper Reinheit im Trennrohr.
Experientia 7, 262 (1950).
154. K. Clusius. Bemerkung zum Bewegungsmechanismus der aufsteigenden $\text{H}_2\text{-O}_2$ -Diffusionsflammen.
Z. Naturforschg. 5a, 514, 571 (1950).
155. K. Clusius und M. Hoch. Reaktionen mit ^{15}N . I. Zum Zersetzungsmechanismus des Phenylhydrazins.
Helv. chim. Acta 33, 2122 (1950).
156. K. Clusius. Isotopenanreicherung durch Austauschreaktionen.
Chimia 4, 275 (1950).
157. K. Clusius. Arnold Eucken als Forscher und Lehrer. *Nicht erschienen*.
Naturwiss. 32, 384 (1944).
158. K. Clusius und W. Hausheer. Stofftrennung durch Gegenstromelektrolyse.
Chimia 5, 105 (1951).
159. E. Schumacher und K. Clusius. Das Trennrohr. XI. Quantitative Trennung polynärer Gemische durch Hilfsgase (Trennung von Krypton und Xenon mit Siliziumtetrafluorid).
Helv. chim. Acta 36, 961 (1953); s. a. Chimia 5, 105 (1951).
160. K. Clusius und E. Schumacher. Das Trennrohr. XII. Reindarstellung des leichten Argonisotops ^{36}A und Anreicherung des Argonisotops ^{38}A auf 90 % durch Hilfsgase.
Helv. chim. Acta 36, 969 (1953).
161. K. Clusius und H. Meyer. Über Flammen in Sauerstoff-Edelgas-Gemischen.
Chimia 5, 106 (1951).
162. K. Clusius. Die Trennung der Isotope und ihre Verwendung in der Forschung. Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft 1950, 33–52.
163. K. Clusius und H. Meyer. Niederschlagsbilder von Gasströmungen durch Thermodiffusion.
Z. Naturforschg. 6a, 401 (1951).
164. K. Clusius und E. Schumacher. Über Flammen. III. Freischwebende Butanflammen.
Helv. chim. Acta 34, 1415 (1951).
165. K. Clusius und H. R. Weisser. Reaktionen mit ^{15}N . III. Zum Mechanismus der Fischerschen Indolsynthese.
Helv. chim. Acta 35, 400 (1952).
166. K. Clusius und H. Hürzeler. Reaktionen mit ^{15}N . IV. Darstellung von $\text{Na}^{15}\text{NO}_2$ und K^{15}NO_3 aus schwerem Stickstoff.
Helv. chim. Acta 35, 1103 (1952).
167. K. Clusius und L. Schachinger. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. IX. Die Atomwärme des Kobalts zwischen 15° und 270° K.
Z. Naturforschg. 7a, 185 (1952).

168. K. Clusius. Der Abfall der Atomwärme bei tiefer Temperatur als Vorlesungsversuch.
Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 97, 39 (1952).
169. K. Clusius und H. R. Weisser. Reaktionen mit ^{15}N . V. Zum Mechanismus der «Umlagerung» von Diazoamidobenzol in p-Aminoazobenzol.
Helv. chim. Acta 35, 1524 (1952).
170. K. Clusius und H. R. Weisser. Reaktionen mit ^{15}N . VI. Zur Struktur des Phenylazids.
Helv. chim. Acta 35, 1548 (1952); s. a. Naturwiss. 39, 42 (1952), und Chimia 6, 93 (1952).
171. K. Clusius und L. Schachinger. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. X. Atomwärme des Indiums zwischen 12° und 273° K.
Z. angew. Phys. 4, 442 (1952).
172. K. Clusius. Die Anlage für flüssigen Wasserstoff der Universität Zürich.
Z. Kältetechnik 5, 4 (1953); Chimia 7, 80 (1953); Deutsches Patent Nr. 861 852, Klasse 17g, Gruppe 1 (H 9776 Ia/17g), ausgegeben am 8. Juli 1949.
173. K. Clusius. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XI. Eine Anlage zur Verflüssigung von Wasserstoff technischer Reinheit.
Z. Naturforschg. 8a, 479 (1953).
174. K. Clusius und G. Rechnitz. Die Bildung von Distickoxyd bei der Oxydation von Ammoniumsalzen mit Natriumhypobromit.
Helv. chim. Acta 36, 59 (1953).
175. K. Clusius, H. Meyer, H. H. Bühler und E. Schumacher. Über die Anreicherung des leichten Argonisotops ^{36}A in den Visper Restgasen der Ammoniaksynthese.
Helv. chim. Acta 36, 350 (1953); s. a. Chimia 7, 89 (1953).
176. K. Clusius. Werden alle Metalle supraleitend?
Z. Naturforschg. 8a, 214 (1953).
177. K. Clusius und M. Vecchi. Reaktionen mit ^{15}N . VII. Der Nachweis von Nitrationen im flüssigen Distickstofftetroxyd.
Helv. chim. Acta 36, 930 (1953).
178. K. Clusius und M. Vecchi. Reaktionen mit ^{15}N . VIII. Zum Crackmechanismus des N,N-Diphenylhydrazins.
Helv. chim. Acta 36, 933 (1953).
179. K. Clusius und E. R. Ramirez. Zur Trennung der seltenen Erden in wässriger Lösung durch Ionenwanderung.
Helv. chim. Acta 36, 1160 (1953).
180. K. Clusius. Pflanzliche Kugeln.
Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 98, 169 (1953).
181. K. Clusius und M. Vecchi. Reaktionen mit ^{15}N . IX. Zum Mechanismus der Harnsäuresynthese von Traube.
Helv. chim. Acta 36, 1324 (1953).
182. K. Clusius und H. Hürzeler. Reaktionen mit ^{15}N . X. Reduktion und Oxydation der Stickstoffwasserstoffsäure.
Helv. chim. Acta 36, 1326 (1953).
183. K. Clusius und H. Meyer. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XII. Anreicherung der leichten Argonisotope durch Rektifikation.
Helv. chim. Acta 36, 2045 (1953).
184. K. Clusius. Bemerkung zur Arbeit «Über Temperatur und Transenergiegehalt».
Z. Elektrochem. 57, 957 (1953).
185. K. Clusius und H. Hürzeler. Reaktionen mit ^{15}N . XI. Zur Bildung von Phenylazid aus Phenyl diazoniumperbromid und Ammoniak.
Helv. chim. Acta 37, 383 (1954).

186. K. Clusius und H. Hürzeler. Reaktionen mit ^{15}N . XII. Mechanismus der Phenylazidbildung bei der Diazoreaktion.
Helv. chim. Acta 37, 798 (1954).
187. K. Clusius und H. Hürzeler; R. Huisgen und H. J. Koch. Zur Reaktion des p-Nitrobenzoldiazoniumchlorids mit Diazomethan; Prüfung des Reaktionsablaufs mit schwerem Stickstoff.
Naturwiss. 41, 213 (1954).
188. K. Clusius und H. Stern. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XIII. Schmelzwärme des Cäsiums.
Z. angew. Phys. 6, 194 (1954).
189. K. Clusius und A. E. Douglas. The $\lambda 4050$ Bands of the $^{13}\text{C}_3$ Molecule.
Can. J. Phys. 32, 319 (1954).
190. K. Clusius. Atom und Chemie. «Vom Atom zum Weltsystem».
Kröner-Verlag, Stuttgart 1954, S. 93–103.
191. K. Clusius. Reaktionen mit dem Stickstoff-Isotop ^{15}N .
Z. angew. Chem. 66, 497 (1954).
192. K. Clusius und H. H. Bühler. Das Trennrohr. XIII. Reindarstellung des schweren Kohlenstoffisotops ^{13}C .
Z. Naturforschg. 9a, 775 (1954).
193. K. Clusius. Trennung von Isotopen durch Thermodiffusion.
XIIIth International Congress of Pure and Applied Chemistry: Plenary Lectures, S. 53, Stockholm 1953.
194. K. Clusius. Nachweis der Gabelung vermeintlich einheitlicher Reaktionswege mit Isotopen.
Z. Elektrochem. 58, 586 (1954).
195. K. Clusius und M. Barsh. Reaktionen mit ^{15}N . XV. Zur Bildung von Phenyl-naphthyl-carbazol-carbonsäure aus 2,3-Oxynaphthoesäure und Phenylhydrazin.
Helv. chim. Acta 37, 2013 (1954).
196. K. Clusius und H. H. Bühler. Reaktionen mit ^{15}N . XVI. Die Bildung von Nitrat bei der Oxydation von Ammoniak mit Hypobromit.
Helv. chim. Acta 37, 2361 (1954).
197. K. Clusius und M. Huber. Das Trennrohr. XIV. Die Trennschaukel. Thermodynamische Faktoren im System CO_2/H_2 .
Z. Naturforschg. 10a, 230 (1955).
198. K. Clusius und H. Craubner. Reaktionen mit ^{15}N . XVII. Die Bildung von Phenylazid aus Phenyl-diazoniumchlorid und Phenylhydrazinhydrochlorid.
Helv. chim. Acta 38, 1060 (1955).
199. K. Clusius und C. G. Losa. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XIV. Die Atom- und Elektronenwärme des Rhodiums und Iridiums zwischen 10° und 273°K .
Z. Naturforschg. 10a, 545 (1955).
200. K. Clusius und M. Huber. Das Trennrohr. XV. Der Umkehreffekt der Thermodynamischen Diffusion in Gemischen der Neonisotope mit gewöhnlichem und deuteriertem Ammoniak.
Z. Naturforschg. 10a, 556 (1955).
201. K. Clusius. Flüssiger Wasserstoff.
Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich 100, Beiheft Nr. 2 (31. Dez. 1955).
202. K. Clusius und H. Hürzeler. Reaktionen mit ^{15}N . XIX. Zur Konstitution des Kalium-phenylantidiazotats.
Helv. chim. Acta 38, 1831 (1955).

203. K. Clusius und E. Effenberger. Reaktionen mit ^{15}N . XX. Mechanismus der Azidbildung aus Natriumamid und Distickoxyd.
Helv. chim. Acta 38, 1834 (1955).
204. K. Clusius und E. Effenberger. Reaktionen mit ^{15}N . XXI. Die Einwirkung von Nitrit auf Stickstoffwasserstoffsäure.
Helv. chim. Acta 38, 1843 (1955).
205. K. Clusius, H. H. Bühler, H. Hürzeler und E. Schumacher. Das Trennrohr. XVI. Reindarstellung des Isotops ^{136}X .
Z. Naturforschg. 10a, 809 (1955).
206. K. Clusius und H. H. Bühler. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XV. Zum Nachweis der Elektronenwärme in Metallen.
Z. Naturforschg. 10a, 930 (1955).
207. K. Clusius und C. G. Losa. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XVI. Die Atom- und Elektronenwärme des Tantals zwischen 10° und 273°K .
Z. Naturforschg. 10a, 939 (1955).
208. K. Clusius und H. Mollet. Die Einwirkung von Cäsium auf Äthylen und andere Verbindungen.
Helv. chim. Acta 39, 363 (1956).
209. K. Clusius und H. Knopf. Reaktionen mit ^{15}N . XXII. Die Zersetzung von Azid mit salpetriger Säure und die Azidbildung aus Distickstoffoxyd und Natriumamid.
Ber. Dtsch. Chem. Ges. 89, 691 (1956).
210. K. Clusius, M. Huber, H. Hürzeler und E. Schumacher. Das Trennrohr. XVII. Darstellung des seltenen Isotops ^{21}Ne in einer Reinheit von 99,6%.
Z. Naturforschg. 11a, 702 (1956); Preparation of the Rare Isotope Ne^{21} .
J. chem. Phys. 24, 167 (1956).
211. K. Clusius und H. Meister. Eine Anlage zur Gewinnung von ^{18}O hoher Konzentration.
Chimia 10, 92 (1956).
212. K. Clusius und L. Schachinger. Verpuffung von Distickoxyd mit Wasserstoff.
Chimia 10, 93 (1956).
213. K. Clusius. Zur Gewinnung der Isotope ^{79}Br und ^{81}Br im Trennrohr.
Sitzungsber. Bayerische Akad., Math.-Naturwiss. Kl., 1956, 155.
214. K. Clusius, E. Schumacher, H. Hürzeler und H. U. Hostettler. Das Trennrohr. XVIII. Reindarstellung der seltenen Argonisotope ^{36}A und ^{38}A .
Z. Naturforschg. 11a, 709 (1956).
215. K. Clusius und W. Eichenauer. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XVII. T^3 - und Pseudo- T^3 -Gebiet beim Lithiumfluorid.
Z. Naturforschg. 11a, 715 (1956).
216. K. Clusius und M. Vecchi. Reaktionen mit ^{15}N . XXIII. Bildungsmechanismus der Arylazide durch die Diazoreaktion.
Helv. chim. Acta 39, 1469 (1956).
217. K. Clusius und P. Franzosini. Zur Atom- und Elektronenwärme des Thoriums.
Z. Naturforschg. 11a, 957 (1956).
218. I. Ugi, R. Huisgen, K. Clusius und M. Vecchi. Zur Reaktion des Benzol-diazonium-Ions mit Azid. Nachweis des Phenyl-pentazols als Zwischenstufe.
Z. angew. Chem. 68, 753 (1956).
219. K. Clusius, C. G. Losa und P. Franzosini. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XVIII. Die Atom- und Elektronenwärme des Platins zwischen 10° und 273°K .
Z. Naturforschg. 12a, 34 (1957).

220. K. Clusius und H. U. Hostettler. Das Verhalten von Schwefeldioxyd im Trennrrohr.
Z. Naturforschg. *12a*, 83 (1957).
221. K. Clusius und U. Lüthi. Reaktionen mit ^{15}N . XXIV. Zur Bildungsweise und Struktur des Diazoessigesters.
Helv. chim. Acta *40*, 445 (1957).
222. K. Clusius. Erscheinungen von Renaissance in den Naturwissenschaften.
«Bund der Freunde der Technischen Hochschule München», April 1957. München.
223. K. Clusius und M. Vecchi. Reaktionen mit ^{15}N . XXV. Zur Synthese des mittelständig markierten Azidions.
Ann. Chem. *607*, 16 (1957).
224. K. Clusius und H. Schumacher. Reaktionen mit ^{15}N . XXVI. Konstitution und Zerfall von Kaliumnitrosohydroxylaminsulfonat.
Helv. chim. Acta *40*, 1137 (1957).
225. K. Clusius. Karl-Friedrich Bonhoeffer zum Gedenken.
Z. Naturforschg. *12a*, 449 (1957).
226. K. Clusius und P. Franzosini. Das Trennrrohr. XX. Vergleich der Thermodiffusionskonstanten von $^{14}\text{N}^{15}\text{N}/^{14}\text{N}_2$ und $^{15}\text{NO}/^{14}\text{NO}$. Paradoxon des Temperatureinflusses im Trennrrohr.
Z. Naturforschg. *12a*, 621 (1957).
227. K. Clusius und H. U. Hostettler. Das Trennrrohr. XIX. Zur Anreicherung der Isotope ^{79}Br und ^{81}Br .
Z. Naturforschg. *12a*, 974 (1957); s.a. Proc. of the Symposium on Isotope Separation, Amsterdam 1958, S. 419.
228. K. Clusius, E. Schumacher und A. Fischer. Das Trennrrohr. XXI. Ein Lichtbogentrennrrohr.
Z. physikal. Chem. Neue Folge, *15*, 14 (1958).
229. K. Clusius und H. Schumacher. Reaktionen mit ^{15}N . XXVII. Der Mechanismus der Azidbildung bei der Einwirkung von Distickstoffoxyd auf Metallamide.
Helv. chim. Acta *41*, 972 (1958).
230. K. Clusius und P. Franzosini. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XIX. Die Atom- und Elektronenwärme des Titans zwischen 13° und 273° K.
Z. physikal. Chem., Neue Folge, *16*, 194 (1958).
231. K. Clusius und K. Schleich. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XX. Direkter Vergleich der Dampfdrucke von $^{14}\text{N}_2$, $^{14}\text{N}^{15}\text{N}$ und $^{15}\text{N}_2$ sowie von $^{14}\text{N}^{16}\text{O}$, $^{15}\text{N}^{16}\text{O}$ und $^{14}\text{N}^{18}\text{O}$ zwischen ihren Schmelz- und Siedepunkten.
Helv. chim. Acta *41*, 1342 (1958).
232. K. Clusius und K. Schwarzenbach. Reaktionen mit ^{15}N . XXVIII. Verlauf der Diazotierung von Benzhydrazid und 2,4-Dinitrophenylhydrazin.
Helv. chim. Acta *41*, 1413 (1958).
233. K. Clusius und U. Piesbergen. Die Atom- und Elektronenwärme des Urans zwischen 10° K und Zimmertemperatur.
Helv. phys. Acta *31*, 302 (1958).
234. K. Clusius und F. Endtinger. Reaktionen mit ^{15}N . XXIX. Zum Bildungsmechanismus von Methylazid aus Diazomethan und Stickstoffwasserstoffsäure.
Helv. chim. Acta *41*, 1823 (1958).
235. K. Clusius und H. Schumacher. Reaktionen mit ^{15}N . XXX. Verbrennungsversuche mit Distickstoffoxyd ^{15}NNO von 96% ^{15}N -Gehalt.
Helv. chim. Acta *41*, 2252 (1958).

236. K. Clusius und H. Schumacher. Reaktionen mit ^{15}N . XXXI. Langsame und explosive Zersetzung von Metallaziden $\text{Me}_n [^{14}\text{N}^{15}\text{N}^{14}\text{N}]_m$ mit $\sim 96\%$ ^{15}N -Gehalt.
Helv. chim. Acta 41, 2264 (1958).
237. K. Clusius und P. Flubacher. Das Trennrohr. XXII. Einfluss der Massenverteilung bei der Thermodiffusion zwischen ^{40}Ar und H^{35}Cl , H^{37}Cl , D^{35}Cl und D^{37}Cl .
Helv. chim. Acta 41, 2323 (1958).
238. K. Clusius und U. Piesbergen. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXI. Atom- und Elektronenwärme des Ruthens zwischen 10° und 273° K.
Z. Naturforschg. 14a, 23 (1959).
239. K. Clusius und K. Schleich. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXII. Zur Anreicherung von ^{15}N durch Rektifikation von Stickoxyd.
Helv. chim. Acta 42, 232 (1959).
240. K. Clusius. Pyroelektrischer Vorlesungsversuch mit flüssiger Luft.
Z. Elektrochem. 63, 12 (1959).
241. K. Clusius und P. Franzosini. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXIII. Atom- und Elektronenwärme des Molybdäns und Wolframs zwischen 10° K und 273° K.
Z. Naturforschg. 14a, 99 (1959).
242. K. Clusius und K. Schwarzenbach. Reaktionen mit ^{15}N . XXXII. Bildung und Abbau von Nitrosophenylhydrazin.
Helv. chim. Acta 42, 739 (1959).
243. K. Clusius, A. Sperandio und U. Piesbergen. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXIV. Vergleich der Mol-, Umwandlungs- und Schmelzwärmen sowie der Entropien der kondensierten Isotope $^{14}\text{N}_2$ und $^{15}\text{N}_2$.
Z. Naturforschg. 14a, 793 (1959).
244. K. Clusius und M. Vecchi. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXV. Weitere Rektifikationsversuche mit Stickoxyd.
Helv. chim. Acta 42, 1921 (1959).
245. K. Clusius, M. Vecchi, A. Fischer und U. Piesbergen. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXVI. Die Dampfdrucke im System $^{14}\text{NO}/^{15}\text{NO}$ zwischen Schmelz- und Siedepunkt.
Helv. chim. Acta 42, 1975 (1959).
246. K. Clusius, P. Flubacher, U. Piesbergen, K. Schleich und A. Sperandio. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXVII. Vergleich der Atom- und Schmelzwärmen sowie der Entropien der kondensierten Isotope ^{20}Ne und ^{22}Ne .
Z. Naturforschg. 15a, 1 (1960).
247. K. Clusius, U. Piesbergen und E. Varde. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXVIII. Die Schmelzkurve des Stickstoffs bis 250 Atm. und des Stickstoffmonoxyds bis 75 Atm.
Helv. chim. Acta 42, 2356 (1959).
248. K. Clusius, K. Schleich und M. Vecchi. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXIX. Über den abnorm grossen Dampfdruckunterschied zwischen $^{14}\text{N}^{16}\text{O}$ und $^{15}\text{N}^{18}\text{O}$.
Helv. chim. Acta 42, 2654 (1959).
249. K. Clusius und F. Endtinger. Reaktionen mit ^{15}N . XXXIII. Zur Bildung von p-Azotoluol bei der Sandmeyer-Reaktion.
Helv. chim. Acta 43, 566 (1960).
250. K. Clusius und K. Schleich. Vapour Pressure Measurements of Isotopic Gases. Proc. of the Second United Nations International Conference of the Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva 1958, Vol. 4, S. 485.

251. K. Clusius, F. Endtinger und K. Schleich. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXX. Die Dampfdruckdifferenz von $^{12}\text{CH}_4$ und $^{13}\text{CH}_4$ zwischen Schmelz- und Siedepunkt.
Helv. chim. Acta 43, 1267 (1960).
252. K. Clusius, U. Piesbergen und E. Varde. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXXI. Die Schmelzkurven von Kohlendioxyd und Distickstoffoxyd bis 250 Atm. und ihr Volumensprung am Schmelzpunkt.
Helv. chim. Acta 43, 1290 (1960).
253. K. Clusius, P. Franzosini und U. Piesbergen. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXXII. Die Atom- und Elektronenwärme des Vanadins und Niobs zwischen 10° und 273° K.
Z. Naturforsch. 15a, 728 (1960).
254. K. Clusius und U. Piesbergen. Reaktionen mit ^{15}N . XXXIV. Trenneffekte bei den Isotopen ^{14}N und ^{15}N während der technischen Fabrikation von Salpetersäure.
Helv. chim. Acta 43, 1562 (1960).
255. K. Clusius, U. Piesbergen und E. Varde. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXXIII. Die Schmelzkurve von Kohlenoxyd bis 250 Atm. und sein Volumensprung am Schmelzpunkt.
Helv. chim. Acta 43, 2059 (1960).
256. K. Clusius und F. Endtinger. Reaktionen mit ^{15}N . XXXV. Spontane und alkoholische Zersetzung von Nitrosomethylharnstoff.
Helv. chim. Acta 43, 2063 (1960).
257. K. Clusius, F. Endtinger und K. Schleich. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXXIV. Die Dampfdruckdifferenz von $^{16}\text{O}_2$ und $^{18}\text{O}_2$ zwischen 63° und 90° K.
Helv. chim. Acta 44, 98 (1961).
258. K. Clusius, K. Schleich und M. Vecchi. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXXV. Gleichzeitige Anreicherung von ^{15}N , ^{17}O und ^{18}O durch Rektifikation von Stickoxyd.
Helv. chim. Acta 44, 343 (1961).
259. K. Clusius und K. Schleich. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXXVI. Die Dampfdruckdifferenz von $^{14}\text{N}^{14}\text{NO}$ und $^{15}\text{N}^{14}\text{NO}$ zwischen Schmelz- und Siedepunkt.
Helv. chim. Acta 44, 1152 (1961).
260. K. Clusius. Reaktionen mit ^{15}N . XXXVI. Konstitution und Zerfall des Nitrarnids $\text{O}_2\text{N} \cdot ^{15}\text{NH}_2$.
Helv. chim. Acta 44, 1149 (1961).
261. K. Clusius. Das Trennrohr. XXIII. Über den Einfluss der unterschiedlichen Trägheitsmomente auf die Thermodiffusion der 4 Chlorwasserstoffe untereinander.
Helv. chim. Acta 44, 1349 (1961).
262. K. Clusius. Die Rolle des Zufalls bei wissenschaftlichen Entdeckungen.
Sitzungsber. Bayerische Akad., Math.-Naturwiss. Kl., 1961, 61.
263. K. Clusius und H. J. Poschet. I. Reaktionen mit ^{15}N . XXXVII. Trenneffekte bei den Isotopen ^{14}N und ^{15}N während der Herstellung wasserfreier Salpetersäure nach dem direkten Verfahren.
Helv. chim. Acta 45, 1 (1962).
264. K. Clusius, K. Schleich und R. B. Bernstein. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXXVII. Die Dampfdruckdifferenz von SO_2 und S^{18}O_2 zwischen Schmelz- und Siedepunkt.
Helv. chim. Acta 45, 252 (1962).

265. K. Clusius. Von den Namen der chemischen Elemente.
BASF-Zeitschrift 12, 7 (1962).
266. K. Clusius, U. Piesbergen und E. Varde. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXXVIII. Der Trennfaktor der Stickstoffisotope im System NO/CH₄.
Helv. chim. Acta 45, 1211 (1962).
267. K. Clusius und P. Franzosini. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XXXIV. Atom- und Elektronenwärme des Chroms zwischen 14° und 273° K.
Z. Naturforschg. 17a, 522 (1962).
268. K. Clusius und K. Schleich. Das Trennrohr. XXIV. Darstellung von ¹⁸O₂ und das Problem der Anreicherung von ¹⁷O.
Helv. chim. Acta 45, 1702 (1962).
269. K. Clusius und E. Varde. Das Trennrohr. XXV. Konzentrationsverteilung polynärer Isotopengemische in einer Thermodiffusions-Trennanlage.
Helv. chim. Acta 45, 2273 (1962).
270. K. Clusius. Einfacher Versuch zur Vorführung einer Stosswelle.
Z. angew. Phys. 14, 707 (1962).
271. K. Clusius, K. Schleich, U. Piesbergen und E. Varde. La concentration simultanée des isotopes lourds de l'oxygène et de l'azote par distillation de l'oxyde nitrique aux basses températures. Le paramètre de séparation de ¹⁴N/¹⁵N dans le système NO/CH₄.
J. Chim. Phys. 60, 48 (1963).
272. K. Clusius, K. Schleich, F. Endtinger, R. B. Bernstein et M. Vogelmann. La relation des pressions de vapeur dans les systèmes ¹²CH₄/¹³CH₄/¹²CH₃D; ¹⁴N₂O/¹⁵N¹⁴NO; S¹⁶O₂/S¹⁸O₂ et ³⁶Ar/⁴⁰Ar.
J. Chim. Phys. 60, 66 (1963).
273. K. Clusius. Diffusion thermique.
J. Chim. Phys. 60, 163 (1963).
274. K. Clusius, M. Huber et K. Wagener. Enrichissement des isotopes ⁸⁵Rb et ⁸⁷Rb par électromigration en solution aqueuse.
J. Chim. Phys. 60, 263 (1963).
275. K. Clusius. Erlischt eine brennende Kerze im schwerefreien Raum?
Naturwiss. 50, 319 (1963).
276. K. Clusius e P. Franzosini. Calori atomico ed elettronico del cromo tra 14° et 273° K.
Gazz. Chim. Italiana 93, 221 (1963).
277. K. Clusius. Zur Geschichte des Metermasses.
Experientia 19, 169 (1963).
278. K. Clusius. Isotopentrennung durch Ionenwanderung, Destillation und Thermodiffusion.
Chem.-Ing.-Techn. 35, 422 (1963).
279. K. Clusius, K. Schleich und M. Vogelmann. Ergebnisse der Tieftemperaturforschung. XL. Die Dampfdrucke von ³⁶Ar und ⁴⁰Ar zwischen Schmelz- und Siedepunkt.
Helv. chim. Acta 46, 1705 (1963).
280. K. Clusius. Diffusion effects in the combustion mechanism of hydrogen.
La Termotecnica 1963, Nr. 8, S. 1.
281. K. Clusius † und E. Varde. Das Trennrohr. XXVI. Die Konzentrationsverteilung polynärer isotoner Gemische im geschlossenen Trennrohr.
Helv. chim. Acta 46, 2146 (1963).