

JOSEF ZEMANN ZUR VOLLENDUNG SEINES 80. LEBENSJAHRES

von

Franz Pertlik & Ekkehart Tillmanns

Institut für Mineralogie und Kristallographie
Universität Wien, Geozentrum, Althanstrasse 14, A-1090 Wien, Österreich

Zur Einleitung

Anlässlich der Verleihung des Erwin-Schrödinger-Preises wurde vom amtierenden Präsidenten der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in kurzer zusammenfassender Form das wissenschaftliche Werk des Jubilars Josef Zemann gewürdigt. Wörtlich aus: Almanach für 1984, Österr. Akad. Wiss., 134, 171-172:

Der Präsident Erwin Plöckinger überreicht das Dekret (Erwin-Schrödinger-Preis) an o. Prof. Dr. Josef Zemann mit folgender Ansprache:

„Sehr geehrter Herr Kollege!

Schon in jungen Jahren konnten Sie bei einem bedeutenden Wissenschaftler, dem Mineralogen Felix Machatschki, Zugang in das Gebiet der Kristallographie finden. Bald wurden Sie in diesem Fachgebiet selbst in hervorragendem Maße tätig.

Ihr wissenschaftliches Werk, das Sie als ideenreichen Forscher ausweist, betrifft in erster Linie die kristallographisch-kristallochemische Richtung in der Mineralogie. In der Aufklärung von Kristallstrukturen, besonders an Mineralien, gelangen Ihnen bemerkenswerte Erfolge. Diese führten in einer Reihe von Fällen zu Korrekturen der bisher verwendeten chemischen Formeln für die betreffenden Minerale. Ein Mineral, der Zemannit, wurde nach Ihnen benannt in Anerkennung der Tatsache, daß Sie so viel zu unserer Kenntnis der Tellur- und Selenosalze beigetragen haben.

Die besonderen Erkenntnisse, die uns in einem breiten Spektrum von Fragen in der Kristallchemie durch Ihre hervorragenden Arbeiten zuteil wurden, haben die Österreichische Akademie der Wissenschaften veranlaßt, Ihnen auf Vorschlag der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse den Erwin-Schrödinger-Preis für das Jahr 1984 zu verleihen.“

Diese Zeilen mögen überleiten, sowohl zu einem kurzen Rückblick auf die politischen Situationen, mit welchen Josef Zemann in seinem Leben konfrontiert war, als auch zu einer Kurzfassung seines Lebenslaufes.

Jene Zeit, in der der Jubilar in Wien die Schule und anschließend die Universität besuchte, war geprägt von großen politischen Veränderungen. Die Staatsform Österreichs mutierte von einer absolutistischen Monarchie zu einer Republik, in welcher allerdings ab der Mitte der Dreißigerjahre eine diktatorisch agierende Volksvertretung mit berufsständischer Verfassung regierte.

Ab dem Jahre 1938, in dem Österreich annektiert und Teilgebiet des Deutschen Reiches wurde, herrschte eine reine Parteidiktatur. Zemann wurde somit in diesem Lebensabschnitt mit Staatsformen konfrontiert, die in striktem Gegensatz zu seinem Demokratieverständnis standen und stehen. Erst die Zeiten seiner Lehrtätigkeit, zuerst als Assistent an der Universität Wien, ab 1952 als Professor an der Universität in Göttingen und von 1967 bis 1989 wieder an der Universität Wien, sind in eine Zeit der politischen Ausgeglichenheit gefallen. Abgesehen von den Studentenbewegungen, die Ende der Sechzigerjahre für ein Erwachen der Jugend aus einem politischen Dornröschenschlaf sorgten, und abgesehen von den daraus resultierenden Reformen in der Universitätsverwaltung, kann in ganz Europa der Zeitraum von 1952 bis 1989, in dem Zemann als akademischer Lehrer tätig war, als eine Epoche des demokratischen Auf- und Umbruchs an den Universitäten bezeichnet werden.

Rückblickend bedeutete auch die Beschließung des Bundesgesetzes vom 11. April 1975, BGBl. Nr. 258, über die Organisation der Universitäten (Universitäts-Organisationsgesetz-UOG) einen demokratischen Eingriff in die österreichische Universitätsverwaltung, welcher dem "Mittelbau" und den Studenten eine Mitbestimmung im Institutsleben ermöglichte. Zemann, mit den Vor- und Nachteilen der "Ordinarien-Universität" im Laufe seiner Tätigkeit als akademischer Lehrer in Göttingen und in Wien vertraut, verstand es in dieser Zeit in einfühlsamer Weise, Assistenten, Studenten und nichtwissenschaftliches Personal für Mitarbeit und Mitverantwortung im Institutsbetrieb zu motivieren. Die letzten Dienstjahre Zemanns als Universitätsprofessor und Institutsvorstand sind in eine Zeit gefallen, in der die Planung zur Einbindung Österreichs in den Europäischen Raum im Gange bzw. in Teilen bereits abgeschlossen war. Die in den Neunzigerjahren des vorigen Jahrhunderts daraus resultierenden strukturellen Veränderungen und die den Universitäten daraus erwachsenden Probleme blieben ihm jedoch aufgrund seiner Emeritierung weitestgehend erspart.

Josef Zemann wurde am 25. Mai 1923 im ehemaligen Vorort Atzgersdorf (Teil des heutigen 23. Wiener Gemeindebezirkes) geboren. Nach Besuch von Volksschule und Realgymnasium in Wien wurde ihm 1941 nach Ablegung der vorgeschriebenen Prüfungen das Reifezeugnis ausgestellt. Bereits im Herbst dieses Jahres immatrikulierte er an der Philosophischen Fakultät der Universität Wien, wobei sein Hauptinteresse den Naturwissenschaften galt. Zemann belegte neben Lehrveranstaltungen aus den Fächern der Erdwissenschaften auch solche aus Chemie und Physik. Besonderen Eindruck machte auf ihn in dieser Zeit seines Studiums aber Felix Machatschki, der 1944 als ordentlicher Professor und Direktor des Institutes für Mineralogie von München nach Wien berufen worden war. Unter der Anleitung Machatschkis verfasste Zemann auch seine Doktorarbeit mit dem Titel: "Über die Struktur des Pharmakosiderits", welche er am 21. Mai 1946 zur Begutachtung einreichte [1]. Noch in diesem Jahr erfolgte, nach Ablegung der Rigorosen, seine Promotion zum Doktor der Philosophie mit dem Fach Mineralogie und Petrographie. In den Jahren 1946 bis 1951 wurde Zemann zum Assistenten am Institut für Mineralogie bestellt und konnte in dieser Zeit an der im Oktober 1950 eingereichten Habilitationsschrift: "Die Mineralien Schafarzikit und Trippkeit" arbeiten [2, 3]. Die Venia Legendi für das gesamte Fachgebiet sowohl der Mineralogie als auch der Petrographie wurde ihm 1951 verliehen, und ab dem Studienjahr 1951/52 wissenschaftliches Arbeiten am "Massachusetts Institute of Technology" bei Martin J. Buerger durch ein staatliches Stipendium ermöglicht.

Bereits im Jahre 1952 folgte er einem Ruf an die Georg-August-Universität Göttingen als planmäßiger außerordentlicher Universitätsprofessor und Direktor des Mineralogisch-Kristallographischen Institutes, 1962 erfolgte seine Ernennung zum ordentlichen Professor an dieser Universität.

Einem Ruf an die Universität Wien als ordentlicher Universitätsprofessor und Vorstand des Institutes für Mineralogie wird von Zemann im Jahre 1967 Folge geleistet. Er hat nachfolgend die Interessen dieses Institutes (ab 1969 Institut für Mineralogie und Kristallographie) über mehr als zwanzig Jahre vertreten und wurde mit 30. September 1989 emeritiert.

Das wissenschaftliche Werk Zemanns kann, mit kleinen willkürlichen Vorgaben, in zwei große zeitliche Abschnitte gegliedert werden: die Zeit seiner Professur bis zum Jahre 1967 in Göttingen und nachfolgend jene in Wien bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1989.

Studienaufenthalt in den Vereinigten Staaten und Professur an der Universität Göttingen

Wie bereits angedeutet, wurde das wissenschaftliche Interesse Zemanns durch seinen Lehrer und Dissertationsvater in Wien, Felix Machatschki, für das Gebiet der Kristallographie und hier vor allem die Auswertung von Ergebnissen von Strukturuntersuchungen, das Teilgebiet Kristallchemie, bereits durch die Überlassung des Dissertationsthemas "Über die Struktur des Pharmakosiderits" geweckt.

Als wissenschaftlicher Mitarbeiter (Assistent) an der Universität Wien wurden von Zemann in der "Ersten Wiener Periode" ab etwa 1946 in der Folge zwei unterschiedliche erdwissenschaftliche Themenkreise behandelt: einerseits petrographische Fragen, einen Riebeckitgneis der Grauwackenzone [4] und einen Biotitschiefer des niederösterreichischen Moldanubikums [5] betreffend, andererseits strukturchemische Fragen zum atomaren Aufbau der Minerale Schafarzikit und Trippkeit [2, 3]. Wie bereits erwähnt, resultierte aus letzteren strukturchemischen Untersuchungen auch seine im Oktober 1950 eingereichte Habilitationsschrift.

Bereits in dieser Schaffensperiode findet sich eine Arbeit, die der Jubilar gemeinsam mit einer Kollegin, Frau Dr. Anna Hedlik, verfasste [5]. Diese Zusammenarbeit wurde im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsaufenthaltes in den Vereinigten Staaten so intensiviert, dass nicht nur die Wissenschaft und die Forschung, sondern auch der Lebensweg in der Folge gemeinsam beschritten wurde. Erwähnenswert aus dieser Zeit ist die Arbeit über die Strukturanalyse des Minerals Petalit, welche als Autoren Anna Zemann-Hedlik und J. Zemann aufweist und, wie aus dem Anhang zu dieser Arbeit hervorgeht, *1951/52 während eines Studienaufenthaltes bei Prof. M. J. Buerger, M. I. T., begonnen*.... wurde [6]. Hier sei dem Lebenswerk etwas vorgegriffen und auf weitere gemeinsame Arbeiten des Ehepaares Zemann in Göttingen und später in Wien hingewiesen. Es sind dies Beiträge zu den Strukturen des Langbeinits [7], des Lorandits [8], eines synthetischen Pyrops [9], des Teineits [10], des Polyhalits [11].

Von den etwa vierzig wissenschaftlichen Originalartikeln aus der ersten Schaffensperiode in Wien und in Göttingen (bis etwa 1968) haben zwei Drittel der Arbeiten kristallchemische Themata (basierend auf Röntgenstrukturuntersuchungen) zum Inhalt. Der Rest diskutiert die Ergebnisse von Berechnungen elektrostatischer Gitterenergien, von IR-spektroskopischen Untersuchungen sowie allgemeine einschlägige Themen, etwa zur Kristallchemie des Wismuts [12], des Kupfers [13], der Granate [14] oder von Tellur(IV)-Sauerstoffverbindungen [15].

Bei genauerem Studium dieser wissenschaftlichen Veröffentlichungen fällt auf, dass für die Untersuchungen und Systematisierungen von drei kristallchemischen Strukturprinzipien bereits in dieser Schaffensperiode der Grundstein gelegt wurde: Es sind dies: (A) der Einfluß nichtbindender Elektronenpaare auf die Stereochemie des jeweiligen Elements und (B) die Auswirkung des Jahn-Teller-Effektes auf die Verzerrung der Koordinationspolyeder von Atomen in einem elektronisch entarteten Zustand. Drittens (C) sind IR-Untersuchungen zu erwähnen, die vor allem zum Verständnis der Kristallchemie des Wasserstoffatoms beigetragen haben.

(A) Mit der stereochemischen Aktivität nichtbindender Elektronenpaare und den daraus resultierenden unregelmäßigen Koordinationspolyedern, im Laborjargon auch als "einseitig" bezeichnet, setzte sich Zemann bereits in seiner Habilitationsschrift ausführlich auseinander. Es waren dies die Diskussionen bezüglich der Gestalt der Koordinationspolyeder der Elemente Antimon und Arsen in ihrer formalen Wertigkeitsstufe +3. Mitarbeiter in Göttingen wie Eva Maria Walitzi und Kurt Hanke erweiterten den Themenkreis und berechneten und diskutierten mit ihm gemeinsam die Strukturen des Minerals Denningit $(\text{Mn,Ca,Zn})[\text{Te}_2\text{O}_5]$ [16] bzw. der synthetischen Phase $\text{Zn}_2(\text{Te}_3\text{O}_8)$ [17] mit jeweils formal vierwertigem Tellur. Motiviert durch diese Kristallstrukturen, stellte Zemann in den späten Sechzigerjahren anhand von neunzehn relativ genau bestimmten Kristallstrukturen zwei Regeln auf, die er empirisch primär für $\text{Te(IV)}-\text{O}_x$ Polyeder ableitete, die aber, wie in den folgenden Jahren von verschiedenen Autoren gezeigt werden konnte, generell auf Strukturen mit unregelmäßigen Koordinationspolyedern, resultierend aus Elementen mit einem "einsamen Elektronenpaar", anwendbar sind.

Wörtlich nach Zemann als Resümee aus dieser Zusammenstellung [18]:

Die Koordination von Sauerstoff um Te(IV) zeigt in Kristallstrukturen eine Besonderheit, welche bisher nicht erkannt worden zu sein scheint: Während die Konfiguration von Te(IV) mit seinen drei nächsten Nachbarn in Bindungslängen und Bindungswinkeln recht konstant ist, variiert die Länge der viertnächsten Te-O-"Bindung" stark (von 2.08 bis 2.98 Å); dennoch ist ihre Richtung bemerkenswert konstant, wenn man Te-O-Abstände größer 2.75 Å vernachlässigt. Auch die Richtungen zu weiteren Sauerstoff-Nachbarn (bis 3.0 Å) sind nicht statistisch verteilt, sondern gewisse räumliche Bereiche werden vermieden. Es wird versucht, diese phänomenologischen Befunde zu interpretieren.

(B) Die von Zemann untersuchten Kristallstrukturen des Trippkeits [3], des Azurits [19] und des Linarits [20] waren ausschlaggebend für einen Artikel über die Kristallchemie des Kupfers [13]. In diesem wird über die möglichen Verzerrungen von Cu-O_x -Polyedern mit formal zweiwertigen Kupferatomen diskutiert. Eine Theorie, welche diese Verzerrungen zu erklären versuchte, geht auf H. A. Jahn und E. Teller zurück, die diese Verzerrungen (= Effekte) bereits im Jahre 1937 beschrieben und interpretierten (Jahn-Teller-Theorem). Dieses Theorem besagt, das jedes nicht-lineare Molekülsystem in einem entarteten elektronischen Zustand instabil ist und den entarteten Zustand durch Erniedrigung der Symmetrie energetisch aufspaltet. Dieses Arbeitsgebiet wird, wie zu zeigen sein wird, vor allem in seiner Schaffensperiode in Wien ab etwa 1970 in großem Umfang wieder aktiviert.

(C) In einem weiteren Arbeitsgebiet haben Zemann und seine Mitarbeiter mit den IR-spektroskopischen Untersuchungen wissenschaftliches Neuland betreten.

Während Spektren mit nichtpolarisierter IR-Strahlung an Pulverpräparaten und auch an Einkristallen zu dieser Zeit verschiedentlich in der Literatur vorgestellt wurden, begann man in Göttingen mit der Untersuchung von Einkristallen, unter Verwendung polarisierter IR-Strahlung. Erst diese Methode machte die Aufzeichnung von Anisotropieeffekten möglich. In diesem Zusammenhang sind vor allem Untersuchungen des Pleochroismus der OH-Streckfrequenzen erwähnenswert, die von Zemann gemeinsam mit den Diplomanden und/oder Dissertanten Ekkehart Tillmanns, Walter Gebert und Knut Hanisch (in der Reihe der Veröffentlichungen) erstmals an Mineralien durchgeführt wurden. Die Interpretation dieser Spektren, an orientierten Kristallplatten gemessen, erlaubte die Lokalisierung von H-Atomen der OH-Gruppen, wie etwa im Azurit [21], im Turmalin und Topas [22, 23] und im Epidot [24]. Bemerkenswert sei, dass die Röntgenstrukturanalyse mit den zu dieser Zeit zur Verfügung stehenden Mitteln eine Lokalisierung von H-Atomen nicht zweifelsfrei ermöglichte.

Professur an der Universität Wien

Der Ruf nach Wien an die Universität ist ein weiterer Meilenstein im Leben von Zemann. Ab dem Wintersemester 1967/68 standen Lehre und Verwaltung des Institutes für Mineralogie unter seiner Verantwortung. Da Lehre und Forschung an einer Universität eine Einheit bilden sollten und einer entsprechenden Ausstattung bedürfen, seien hier über das "Inventar" des Institutes vor der Übernahme durch Zemann ein paar Worte eingefügt. Während das für die klassische Mineralogie notwendige Unterrichtsmaterial in Form von Gesteins- und Mineralstufen vorhanden war, lagen für Spezialvorlesungen, wie die "Kristallographie" oder die "Kristallchemie", nur ungenügende Lehrbehelfe vor. Gleiches galt auch für die Ausstattung des Röntgenlabors, in dem lediglich einige veraltete, teils im Eigenbau angefertigte Weissenbergkamas, eine "Pulverdiffraktometrie" und eine "Röntgenfluoreszenz" vorhanden waren. Diese Situation resultierte jedoch nicht aus einem Desinteresse seines Vorgängers Machatschki am Institutsbetrieb, sondern aus einer Gepflogenheit der vorgesetzten ministeriellen Dienststellen, einem Institutsvorstand in seinen letzten Dienstjahren praktisch jegliche Finanzierungen für Neuanschaffungen zu streichen. Dem Verhandlungsgeschick Zemanns war es zu verdanken, dass weitreichende Zusagen von Seiten der Verwaltung (damals "Bundesministerium für Unterricht") gemacht und auch eingehalten wurden. Neue Röntgengeneratoren sowie Röntgen-Einkristallkamas konnten angeschafft und darüber hinaus auch der Maschinenpark der institutseigenen feinmechanischen Werkstätte deutlich aufgestockt werden. Ein von Zemann aus Göttingen mitgebrachtes IR-Gerät (ihm von der Deutschen Forschungsgemeinschaft "ad personam" verliehen) komplettierte die Investitionen in den Jahren nach 1967. Um den internationalen Standard zu erreichen, war die Anschaffung eines automatischen Zweikreisdiffraktometers für Einkristalluntersuchungen notwendig, welche 1972 erfolgte. Mit Recht kann behauptet werden, dass Zemann in den ersten fünf Jahren seiner Institutsleitung die technische Ausstattung des Institutes an den internationalen Standard herangeführt hatte.

Bezüglich der wissenschaftlichen Arbeitsgebiete, die bereits in Göttingen aktuell waren, änderte sich in den folgenden Jahren nur wenig. Die Einkristalluntersuchungen mit Röntgenstrahlung von Verbindungen mit Elementen mit einsamem Elektronenpaar wurden weiterhin gepflegt. Es wurden die Strukturen der Minerale Mroseit [25], Carlfriesit [26] und Nabokoit [27] von Zemann und Mitarbeitern bestimmt.

Die von ihm mit derartigen strukturechemischen Problemstellungen bezüglich der Kristallchemie des vierwertigen Tellurs im Rahmen ihrer Dissertation betraute Studenten waren: Franz Pertlik mit dem Mackayit [28], Konstantin Mariolakos mit dem PbTeO_3 [29] und Franz Brandstätter mit Uranyltelluriten [30, 31].

Der Stereochemie des zweiwertigen Kupfers in Cu-O_x -Polyedern wird auch in der "Zweiten Wiener Periode" große Bedeutung beigemessen. In den Achziger Jahren wurden von ihm gemeinsam mit Mitarbeitern die Atomanordnungen des Caratiits (= Piypit) bestimmt [32, 33], ferner jene von sogenannten Natrochalzit-Typen [34, 35], aber auch von komplexen synthetischen Verbindungen, wie $\text{Cu}_7(\text{OH})_6(\text{TeO}_3)_2(\text{SO}_4)_2$ [36] oder $\text{Cu}_2\text{K}(\text{H}_3\text{O}_2)(\text{SO}_4)_2$ [37]. Des Weiteren wird unter Zemanns Anleitung von einer seiner Dissertantinnen und späteren Mitarbeiterin, Herta Effenberger, bereits in ihrer Dissertation [38], später aber vor allem in ihrer Habilitationsschrift [39], an Hand von etwa zwei Dutzend Strukturbestimmungen die Stereochemie des formal zweiwertigen Kupfers gegenüber Sauerstoff untersucht und empirisch die unterschiedlichen Polyedertypen charakterisiert.

Ein weiteres von Zemann in Wien favorisiertes Interessensgebiet aus dem Bereich der Kristallchemie waren Untersuchungen zur Gestalt der Karbonatgruppe, und hier vor allem zu Abweichungen der CO_3 -Gruppe von der bindungstheoretisch geforderten Planarität. Er hatte sich mit diesem Problem nachweislich bereits in einem Artikel zur Kristallchemie des Kohlenstoffs im "Handbook of Geochemistry" beschäftigt [40]. Ein Satz aus diesem Artikel belegt dies:

"No deviations from planar symmetry seem to have been found so far."

Etwa zehn Jahre später war die in diesem Satz indirekt gestellte Frage beantwortbar. Anhand von etwa zwei Dutzend eigener Arbeiten zu Strukturuntersuchungen an Karbonaten und weiteren Daten aus der Literatur hatte Zemann "Zur Stereochemie der Karbonate" [41] empirische Regeln aufgestellt, die eine mögliche Erklärung der Aplanarität dieser Gruppe betrafen. Ergänzend, bereits als Emeritus, setzte er sich in letzter Zeit [42] mit theoretischen Berechnungen, dieses Problem betreffend, auseinander.

Neben dem enormen Arbeitspensum, welches Zemann in die Lösung der beschriebenen kristallchemischen Probleme investierte, hat er auch in seiner "Zweiten Wiener Periode" die Spektroskopie nie vergessen. Von speziellem Interesse waren nach wie vor der Einbau von Wasserstoff in nominell wasserfreie Verbindungen und Mineralien, aber auch ganz allgemein die doch sehr komplexe Kristallchemie dieses Elements. Beispiele für derartige Untersuchungen sind die Arbeiten über Andalusit [43], über die drei TiO_2 Modifikationen sowie den Cassiterit [44] und über Enstatit [45], bzw. umfassend über den Wasserstoff in Geochemie und Mineralogie [46].

Abschließend muß jedoch auch Zemanns zweites Habilitationsfach, die Petrographie, kurz erwähnt werden, deren Entwicklung von ihm neben der Mineralogie (und Kristallographie) stets mit großem Interesse verfolgt und auch in einigen wissenschaftlichen Arbeiten behandelt wurde. Die bereits in der ersten "Wiener Periode" bearbeiteten Riebeckitgneise am Ostende der nordalpinen Grauwackenzone wurden von ihm gemeinsam mit Friedrich Koller mit moderner Analytik untersucht, und erste Ergebnisse sind bereits vorgestellt worden [47].

Der Lehrer Josef Zemann

An der Universität Göttingen betreute Zemann 16 Studentinnen und Studenten bei der Abfassung ihrer Diplomarbeiten und/oder Dissertationen. Hervorzuheben ist, dass einem seiner damaligen Dissertanten, Werner H. Baur, auch die Möglichkeit gegeben wurde, eine Habilitationsschrift am Institut zu verfassen. Baur, heute bereits im Ruhestand, war nachfolgend Professor am Department of Geology der University of Illinois, Chicago, USA, sowie am Institut für Kristallographie der Universität Frankfurt/Main, Deutschland.

Folgende Personen erweiterten im Rahmen eines Stipendiums der Alexander-von-Humboldt-Stiftung ihr Fachwissen an der Universität Göttingen am Institut für Mineralogie und Kristallographie unter wissenschaftlicher Anleitung von Zemann (in runden Klammern Anführung ihrer Stammuniversität und des Promotionsjahres der Stipendiatinnen bzw. Stipendiaten):

Flügel, Ehrentraud (auch Erentraud), geb. Kahler (Karl-Franzens-Universität Graz, 1958)

Kupcik, Vladimir (Univerzita Komenského Bratislava, 1965)

Paulitsch, Peter (Karl-Franzens-Universität Graz, 1944)

Walitzi, Eva Maria (Karl-Franzens-Universität Graz, 1958)

Als Lehrer an der Universität Wien unterwies Zemann in den Jahren von 1967 bis 1989 siebenundzwanzig Personen in der Abfassung von Diplomarbeiten und/oder Dissertationen, drei Habilitationsschriften wurden in diesem Zeitraum am Institut für Mineralogie und Kristallographie verfaßt und approbiert. Es sind dies Arbeiten zur Kristallchemie des formal dreiwertigen Arsens von Franz Pertlik [48], über die Mineralogie von Ankerit- und Sideritgesteinen der östlichen Grauwackenzone von Anton Beran [49], sowie, wie bereits erwähnt, über die Kristallchemie des formal zweiwertigen Kupfers von Herta Effenberger [39]. Eine Aufzählung sämtlicher eigener Veröffentlichungen, sowie jener, die unter seinen Auspizien erarbeitet wurden, würden bei weitem den Rahmen vorliegender Laudatio sprengen. Es mögen daher die in der Literaturliste angeführten Veröffentlichungen stellvertretend für all "die anderen Arbeiten" stehen, die von Zemann verfaßt und/oder von ihm betreut wurden.

Ehrungen für Zemanns wissenschaftliches Werk

Das wissenschaftliche Werk Zemanns umfasst neben sieben Schriften in Buchform bzw. eingebunden in Handbüchern, auch etwa 150 Originalartikel, wobei von den in letzteren beschriebenen Arbeiten etwa fünfzig Prozent teils in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern am jeweiligen Institut, teils mit institutsfremden Fachkollegen verfasst wurden. Diese gemeinsamen Arbeiten resultierten auch aus seinem Bestreben heraus, Kontakte und Erfahrungsaustausch mit in- und ausländischen Fachkollegen zu fördern und zu pflegen. Diese nationale und internationale Kooperation fand Anerkennung in einer Reihe von Ehrungen und Auszeichnungen. Eine Zusammenstellung, in Tabelle 1 wiedergegeben, soll dies belegen.

Dass zu Ehren dieses verdienten Wissenschafters auch ein Mineral benannt wurde, darf nicht unerwähnt bleiben. Ein komplexes Eisen-Zink-Tellurit aus der Moctezuma Mine in Sonora, Mexico, trägt seit den Sechzigerjahren seinen Namen. Die erste Beschreibung dieses Minerals, ohne Namensgebung, wird von Mandarino und Williams [50] gegeben.

Eine Zusammenfassung der chemischen, physikalischen und kristallographischen Daten unter gleichzeitiger Namensgebung wird von diesen Autoren gemeinsam mit Matzat veröffentlicht [51, 52]. Die Kristallstruktur dieses Minerals war bereits zuvor von Matzat bestimmt und beschrieben worden [53].

Trotz aller dieser Ehrungen ist Zemann jedoch stets ein hilfsbereiter, fördernder Lehrer geblieben, immer bereit zur Anerkennung der Leistungen anderer. Seine Persönlichkeit fasziniert, sein Rat findet Gehör und Anerkennung bei Mitarbeitern und Studenten. Zum Abschluss möchten daher die Autoren dieses Artikels dem Jubilar Zemann beste Glückwünsche nicht nur im eigenen, sondern auch im Namen jener Personen entbieten, die ein Stück ihres Lebensweges gemeinsam mit ihm beschritten haben.

1967	Korrespondierendes Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (18. 5. 1967).
1967	Korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen.
1969	"Honorary Fellow" der Mineralogical Society of America.
1972	Wirkliches Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (16. 5. 1972).
1974	"Gustav-von-Tschermak-Seysenegg-Preis" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
1979	Korrespondent der Geologischen Bundesanstalt in Wien.
1981	Ehrenmitglied der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft (19. 1. 1981).
1982	Mitglied der "Academia Mediterranea delle Scienze", Catania, Italien.
1982	Ehrenmitglied der Hungarian Academy of Science.
1982	Ehrenmitglied der Mineralogical Society of the Soviet Union.
1984	Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina.
1984	Ehrenmitglied der Mineralogical Society of Poland.
1984	"Erwin-Schrödinger-Preis" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
1984	"Abraham-Gottlob-Werner-Medaille in Silber" der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft.
1991	Ehrenmitgliedschaft in der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft.
1992	"Silber Medaille" der Masaryk University Brno.
1993	Ehrenmitglied der Mineralogical Society of Romania.
1994	"Gold Medaille" der Comenius University in Bratislava.
1995	"Emanuel Bořický Medaille" der Charles University in Prague.
1997	Korrespondierendes Mitglied der Croatian Academy of Sciences and Arts.
1999	Korrespondierendes Mitglied der Polish Academy of Arts and Sciences, PAU.
2003	Ehrenpräsident der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft.

Tabelle 1

Ehrende Mitgliedschaften, Auszeichnungen und Preise von Josef Zemann.

(Sofeme erhebbar, ist das genaue Datum der Verleihung in runden Klammern angeführt)

Literatur

- [1] ZEMANN, J. (1950): Formel und Strukturtyp des Pharmakosiderits. - *Tschermaks Min. Petr. Mit.* III/1, 1-13.
- [2] ZEMANN, J. (1951): Formel und Kristallstruktur des Schafarzikits. - *Tschermaks Min. Petr. Mit.* III/2, 166-175.
- [3] ZEMANN, J. (1951): Formel und Kristallstruktur des Trippkeits. - *Tschermaks Min. Petr. Mit.* III/2, 417-423.
- [4] ZEMANN, J. (1951): Zur Kenntnis der Riebeckitgneise des Ostendes der nordalpinen Grauwackenzone. - *Tschermaks Min. Petr. Mit.* III/2, 1-23.
- [5] HEDLIK, A. & ZEMANN, J. (1951): Über einen mit Serpentin vergesellschafteten Biotitschiefer aus dem niederösterreichischen Moldanubikum. - *Tschermaks Min. Petr. Mit.* III/2, 407-416.
- [6] ZEMANN-HEDLIK, A. & ZEMANN, J. (1955): Die Kristallstruktur von Petalit, $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$. - *Acta Cryst.* 8, 781-787.
- [7] ZEMANN, A. & ZEMANN, J. (1957): Die Kristallstruktur von Langbeinit, $\text{K}_2\text{Mg}_2(\text{SO}_4)_3$. - *Acta Cryst.* 10, 409-413.
- [8] ZEMANN, A. & ZEMANN, J. (1959): Zur Kenntnis der Kristallstruktur von Lorandit, TlAsS_2 . - *Acta Cryst.* 12, 1002-1006.
- [9] ZEMANN, A. & ZEMANN, J. (1962): Verfeinerung der Kristallstruktur von synthetischem Pyrop, $\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$. - *Acta Cryst.* 14, 835-837.
- [10] ZEMANN, A. & ZEMANN, J. (1962): Die Kvon Teineit. Ein Beispiel für die Korrektur einer chemischen Formel auf Grund der Strukturbestimmung. - *Acta Cryst.* 15, 698-702.
- [11] SCHLATTI, M., SAHL, K., ZEMANN, A. & ZEMANN, J. (1970): Die Kristallstruktur des Polyhalits, $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. - *Tschermaks Min. Petr. Mit.* 14, 75-86.
- [12] ZEMANN, J. (1950): Beiträge zur Kristallchemie des Wismuts. - *Tschermaks Min. Petr. Mit.* III/1, 361-377.
- [13] ZEMANN, J. (1961): Die Kristallchemie des Kupfers. - *Fortschr. Miner.*, 39, 59-68.
- [14] ZEMANN, J. (1962): Zur Kristallchemie der Granate. - *Beitr. Min. Petr.* 8, 180-188.
- [15] ZEMANN, J. (1968): The crystal chemistry of the tellurium oxide and tellurium oxosalt minerals. - *Z. Kristallogr.* 127, 319-326.
- [16] WALITZI, E. M. (1965): Die Kristallstruktur von Denningit, $(\text{Mn,Ca,Zn})\text{Te}_2\text{O}_5$. Ein Beispiel für die Koordination um vierwertiges Tellur. - *Tschermaks Min. Petr. Mit.* III/10, 241-255.
- [17] HANKE, K. (1966): Die Kristallstruktur von $\text{Zn}_2\text{Te}_3\text{O}_8$. - *Naturwiss.* 53, 273.
- [18] ZEMANN, J. (1971): Zur Stereochemie des Te(IV) gegenüber Sauerstoff. - *Mh. Chemie*, 102, 1209-1216.
- [19] GATTOW, G. & ZEMANN, J. (1958): Neubestimmung der Kristallstruktur von Azurit, $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$. - *Acta Cryst.* 11, 866-872.
- [20] BACHMANN, H.-G. & ZEMANN, J. (1961): Die Kristallstruktur von Linarit, $\text{PbCuSO}_4(\text{OH})_2$. - *Acta Cryst.* 14, 747-753.
- [21] TILLMANN, E. & ZEMANN, J. (1965): Messung des Ultrarot-Pleochroismus von Mineralen. I. Der Pleochroismus der OH-Streckfrequenz in Azurit. - *N. Jb. Miner., Mh.*, 228-231.
- [22] GEBERT, W. & ZEMANN, J. (1965): Messung des Ultrarot-Pleochroismus von Mineralen. II. Der Pleochroismus der OH-Streckfrequenz in Turmalin. - *N. Jb. Miner., Mh.*, 232-236.
- [23] GEBERT, W. & ZEMANN, J. (1965): Messung des Ultrarot-Pleochroismus von Mineralen. III. Der Pleochroismus der OH-Streckfrequenz in Topas. - *N. Jb. Miner., Mh.*, 380-384.
- [24] HANISCH, K. & ZEMANN, J. (1966): Messung des Ultrarot-Pleochroismus von Mineralen. IV. Der Pleochroismus der OH-Streckfrequenz in Epidot. - *N. Jb. Miner., Mh.*, 19-23.
- [25] FISCHER, R., PERTLIK, F. & ZEMANN, J. (1975): The crystal structure of mroseite, $\text{CaTeO}_2(\text{CO}_3)$. - *Canad. Mineral.* 13, 383-387.
- [26] EFFENBERGER, H., ZEMANN, J. & MAYER, H. (1978): Carlfriesite: crystal structure, revision of chemical formula, and synthesis. - *Amer. Mineral.* 63, 847-852.

- [27] PERTLIK, F. & ZEMANN, J. (1988): The crystal structure of nabokoite, $\text{Cu}_7\text{TeO}_4(\text{SO}_4)_5\cdot\text{KCl}$: The first example of a $\text{Te(IV)}\text{O}_4$ pyramid with exactly tetragonal symmetry. - *Miner. & Petr.* 38, 291-298.
- [28] PERTLIK, F. (1969): Hydrothermalsynthese, Formel und Struktur von Mackayit, $\text{Fe}(\text{OH})(\text{Te}_2\text{O}_5)$. - *Tschermaks Min. Petr. Mit.* 13, 219-232.
- [29] MARIOLACOS, K. (1969): Die Kristallstruktur von PbTeO_3 . - *Anzeiger Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl.*, 106, 128-130.
- [30] BRANDSTÄTTER, F. (1981): Synthesis and crystal structure determination of $\text{Pb}_2[\text{UO}_2][\text{TeO}_3]_3$. - *Z. Kristallogr.* 155, 193-200.
- [31] BRANDSTÄTTER, F. (1981): Non-stoichiometric, hydrothermally synthesized cliffordite. - *Tschermaks Min. Petr. Mit.* 29, 1-8.
- [32] EFFENBERGER, H. & ZEMANN, J. (1984): The crystal structure of caratiite. - *Min. Mag.* 48, 541-546.
- [33] EFFENBERGER, H. & ZEMANN, J. (1984): Ein eindimensionaler unendlicher Kupfersulfatkomplex in einem neuen Mineral vom Vesuv, Italien. - *Fortschr. Miner.* 62, Beih. 1, 47.
- [34] GIESTER, G. & ZEMANN, J. (1987): The crystal structure of the natrochalcite-type compounds $\text{Me}^+\text{Cu}_2(\text{OH})(\text{zO}_4)_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ [$\text{Me}^+ = \text{Na, K, Rb}$; $z = \text{S, Se}$], with a special reference to the hydrogen bonds. - *Z. Kristallogr.* 179, 431-442.
- [35] GIESTER, G. & ZEMANN, J. (1988): The variation of the hydrogen bond system in the sulphates and selenates of the $\text{Me}^+\text{Cu}_2(\text{H}_3\text{O}_2)(\text{zO}_4)_2$ (= natrochalcite) structure type. - *Z. Kristallogr.* 185, 500.
- [36] PERTLIK, F. & ZEMANN, J. (1987): Die Kristallstruktur von $\text{Cu}_7(\text{OH})_6(\text{TeO}_3)_2(\text{SO}_4)_2$. - *Mh. Chemie* 119, 311-317.
- [37] CHEVRIER, G., GIESTER, G., JAROSCH, D. & ZEMANN, J. (1990): Neutron diffraction study of the hydrogen-bond system in $\text{Cu}_2\text{K}(\text{H}_3\text{O}_2)(\text{SO}_4)_2$. - *Acta Cryst.* C46, 175-177.
- [38] EFFENBERGER, H. (1977): Beiträge zur Kristallchemie von Mineralien. - Dissertation, Formal- u. Naturwiss. Fak. Uni. Wien.
- [39] EFFENBERGER, H. (1986): Beitrag zur Kristallchemie formal zweiwertiger Kupferatome gegen Sauerstoffatome in anorganischen Verbindungen. - Habilitationsschrift, Formal- und Naturwiss. Fak., Uni. Wien.
- [40] ZEMANN, J. (1969): "Crystal Chemistry of Carbon" in "Handbook of Geochemistry" (K.-H. Wedepohl, Ed.), Berlin-Heidelberg-New York: Springer.
- [41] ZEMANN, J. (1981): Zur Stereochemie der Karbonate. - *Fortschr. Miner.*, 59, 95-116.
- [42] WINKLER, B., ZEMANN, J. & MILMAN, V. (2000): Aplanarity of CO_3 groups: a theoretical investigation. - *Acta Cryst.* B56, 648-653.
- [43] BERAN, A. & ZEMANN, J. (1969): Messung des Ultrarot-Pleochroismus von Mineralen. VIII. Der Pleochroismus der OH-Streckfrequenz in Andalusit. - *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 13, 285-292.
- [44] BERAN, A. & ZEMANN, J. (1971): Messung des Ultrarot-Pleochroismus von Mineralen. IX. Der Pleochroismus der OH-Streckfrequenz in Rutil, Anatas, Brookit und Cassiterit. - *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 15, 71-80.
- [45] BERAN, A. & ZEMANN, J. (1986): The pleochroism of a gem-quality enstatite in the region of the OH stretching frequency, with a stereochemical interpretation. - *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 35, 19-25.
- [46] ZEMANN, J. (1986): Wasserstoff in Geochemie und Mineralogie. - *Mitt. Österr. Miner. Ges.* 131, 129-132.
- [47] KOLLER, F. & ZEMANN, J. (1990): Neues zu den Riebeckitgneisen des Ostendes der nordalpinen Grauwackenzone. - *Anzeiger Österr. Akad. Wiss., Mathem.-naturwiss. Kl.*, 127, 1-4.
- [48] PERTLIK, F. (1978): Ein Beitrag zur Mineralogie, Hydrothermalsynthese und Kristallchemie von Arsen(III)-Sauerstoff-Verbindungen (Arseniten). - Habilitationsschrift, Formal- und Naturwiss. Fak., Uni. Wien.
- [49] BERAN, A. (1979): Die Mineralogie von Ankerit- und Sideritgesteinen der östlichen Grauwackenzone - Ein Beitrag zur Genese alpiner Sideritlagerstätten. - Habilitationsschrift, Formal- u. Naturwiss. Fak., Uni. Wien.

- [50] MANDARINO, J. A. & WILLIAMS, S. J. (1961): Five new minerals from Moctezuma, Sonora, Mexico. - *Science* 133, 2017.
- [51] MANDARINO, J. A., MATZAT, E. & WILLIAMS, S. J. (1969): Zemannite, a new tellurite mineral from Moctezuma, Sonora, Mexico. - *Canad. Mineral.*, 10, 139-140.
- [52] MANDARINO, J. A., MATZAT, E. & WILLIAMS, S. J. (1976): Zemannite, a zinc tellurite from Moctezuma, Sonora, Mexico. - *Canad. Mineral.*, 14, 387-390.
- [53] MATZAT, E. (1967): Die Kristallstruktur eines unbenannten zeolithartigen Telluritminerals, $(\text{Zn,Fe})_2[\text{TeO}_3]_3 \cdot \text{Na}_x\text{H}_{2-x}\text{yH}_2\text{O}$. - *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 12, 108-117.