

Friedrich-Schiller-Universität
Chemisch-Geowissenschaftliche Fakultät

Peter Hallpap
(Hrsg.)

Geschichte der Chemie in Jena im 20. Jh.

*Materialien III:
Die Dritte Hochschulreform*

(Materialien aus dem gleichnamigen Seminar im Wintersemester 2004/2005)

Inhalt

	<i>Peter Hallpap</i>	<i>Vorbemerkung</i>	S. 5 - 7
1.	Tobias Kaiser	Anmerkungen zur so genannten „Dritten Hochschulreform“ an der Universität Jena	S. 7 - 18
2.	Peter Hallpap	Die 3. Hochschulreform in der Chemie an der Universität Jena	S. 19 - 44
3.	Dietmar Linke	Anfänge und Entwicklung der anorganischen Festkörperchemie an der Universität Jena	S. 45 - 61
4.	Lutz Dieter Künne	Der Wissenschaftsbereich Quantenchemie	S. 63 - 72
5.	Klaus Danzer	Entwicklung der Analytischen Chemie an der Universität Jena von 1945 bis zur Wende	S. 73 - 83

Jena 2006

Dietmar Linke

Anfänge und Entwicklung der anorganischen Festkörperchemie an der Universität Jena [1]

Persönliche Vorbemerkung: Am Jenaer Institut für Anorganische Chemie bzw. in seinen Nachfolgebereichen war ich bis Anfang 1979 tätig, zunächst – noch unter dem Direktorat von *LOTHAR KOLDITZ* – ab dem 2. Jahr meines Chemiestudiums (1958-63) als Hilfsassistent, dann als Aspirant, Assistent und ab 1968 als Oberassistent. Nach der Promotion bei *EGON UHLIG* und der Aufgliederung der Anorganischen Chemie in Wissenschaftsbereiche wechselte ich zu *ADALBERT FELTZ*.

Somit bin ich Zeitzeuge sowohl für die *KOLDITZ*schen Arbeiten in Jena als auch – über mehr als ein Jahrzehnt – für die *FELTZ*schen Bemühungen, nach Abschluß der Habilitation neue Richtungen der anorganischen Festkörperchemie zu erschließen. Obgleich stets bemüht, auch die späteren Entwicklungen aus der Ferne zu verfolgen, kann ich naturgemäß auf die fachliche Neuorientierung im Wissenschaftsbereich ab etwa 1985 nur sehr kursorisch eingehen, unter Rückgriff auf die Literatur, mit Hilfe von überlassenem statistischen Material und aufgrund zahlreicher Gespräche.

1. Arbeiten von *LOTHAR KOLDITZ* in seiner Jenaer Zeit (1959-62)

Nach der 1959 erfolgten Emeritierung von *FRANZ HEIN* (1892-1976) [2] wurde *LOTHAR KOLDITZ* (Jahrgang 1929), nach Studium, Promotion (1954) und Habilitation (1957) in Berlin und einer Professur (1957) an der Technischen Hochschule Leuna-Merseburg, als Professor mit vollem Lehrauftrag und Direktor des Instituts für Anorganische Chemie an die Friedrich-Schiller-Universität Jena berufen (vgl. auch [3]). Allerdings folgte er schon 1962 einem Ruf zurück an die Humboldt-Universität zu Berlin.

KOLDITZ ist im Rahmen seiner umfangreichen Beiträge zur Fluorchemie auch durch festkörperchemische Arbeiten bekannt geworden, für die relativ kurze Jenaer Zeit waren diese jedoch nach seiner eigenen Einschätzung nicht typisch [4]: „In meiner Jenaer Zeit habe ich die Untersuchungen stärker auf flüssige Systeme gelenkt wegen der durch *FRANZ HEIN* berühmten ansässigen Koordinationschemie. Festkörperchemische Betrachtungen waren aber wichtig bei den bindungsisomeren Substanzen und den Untersuchungen vorausgegangen“. – Als Bindungsisomerie bezeichnet man das Auftreten von Stoffen in unterschiedlichen Bindungsformen, etwa von Phosphorpentachlorid als trigonal-bipyramidale Molekel PCl_5 in der Gasphase, dagegen als Ionenverbindung $[\text{PCl}_4]^+[\text{PCl}_6]^-$ im kristallinen Zustand. Als Beispiele hierfür werden in [4] drei Arbeiten von 1956/57 (eine mit *A. FELTZ* zu $[\text{PBr}_4][\text{PF}_6]$) und die spätere Zusammenfassung [5] genannt.

Weiter heißt es in [4]: „Die Festkörperkomponente deutete sich bereits in Jena an durch die thermischen Untersuchungen von Fluorhydroxo-Komplexen“ (12 Zitate, als Koautoren *W. REHAK*, *K. HAAGE*, *B. NUSSBÜCKER*, *D. RENNO*, *H. PREISS*, *M. SCHÖNHERR*, *E. RÖSEL*, *I. FITZ*, *M. GITTER*) „und die *FELTZ*schen Zirkon-Untersuchungen [6,7]. Diese Untersuchungen waren Vorbereitung für die späteren Arbeiten mit festkörperchemischem Charakter“ (39 Zitate).

Der Jahresbericht der Universität Jena von 1962/63 [8] gibt als zusammenfassende Wertung: „Ein großer Teil der Diplomanden, Aspiranten und Assistenten des Institutes war im vergangenen Jahr mit noch von Prof. Dr. KOLDITZ ausgegebenen Arbeitsthemen beschäftigt. Dazu gehören Versuche zur Darstellung strahlungsbeständiger Ionenaustauscher, verschiedene Probleme der Fluorchemie und besonders koordinationschemische Studien an Halogeniden der Elemente der fünften Hauptgruppe. Auch die Untersuchungen über Reaktionen der Chloride von Titan, Zirkon und Hafnium in nichtwässrigen Lösungsmitteln resultieren aus der von Prof. KOLDITZ verfolgten Arbeitsrichtung.“

Durch den Wechsel von KOLDITZ an die Humboldt-Universität zu Berlin liefen einige dieser – teilweise nach seiner Jenaer Zeit – publizierten Arbeiten in Jena aus, andere wurden in den Berliner Folgejahren bis etwa 1967 fortgeführt.

Die vorgenannten Arbeiten zu Chlorverbindungen der Elemente der IV. Nebengruppe gehören bereits zum FELTZschen Forschungsschwerpunkt der Habilitationsphase. Im nachfolgenden Jahresbericht [9] für die Jahre 1964/65 werden sie nochmals erwähnt, ebenso wie die Untersuchungen „zur Aminolyse der Trijodide der Elemente Arsen, Antimon und Wismut“, die Bestandteil der Habilitation von DIETER HASS (1934-1996) waren.



Bild 1: Jena, 1. Mai 1962: Hochschullehrer und Mitarbeiter der Fachrichtung Chemie (1. Reihe von rechts: BOGISLAV RACKOW, HEINZ DUNKEN, LOTHAR KOLDITZ, EGON UHLIG; ADALBERT FELTZ in der 2. Reihe als Zweiter von rechts)

2. ADALBERT FELTZ, sein wissenschaftlicher Werdegang und die Jahre bis 1970

Aus dem ursprünglichen Berliner Arbeitskreis von KOLDITZ kam ADALBERT FELTZ (Jahrgang 1934) [10]. Er hatte seine Diplomarbeit 1956/57 im Chemischen Institut der Humboldt-Universität zu Berlin in der Hessischen Straße angefertigt; aus ihr gingen zwei Publikationen zur Bindungsisomerie bei Phosphorhalogeniden hervor, auf die er Jahrzehnte später in neuem Zusammenhang zurückkam [11]. Seine Dissertation zur Hydrolyse der Fluorozirconate fertigte er in Leipzig an, im – nicht zur Universität gehörenden – Institut für Angewandte Radioaktivität in der Permoserstraße. Im Zusammenhang damit entstanden drei Publikationen, darunter die vorgenannten [6, 7]. Nach der erfolgreichen Verteidigung der Dissertation kam FELTZ 1960 als Oberassistent zu KOLDITZ nach Jena und begann die Arbeiten an seiner Habilitation.

2.1. *Habilitation (Ausweitung der Promotions-Thematik auf neue, aber verwandte Stoffklassen)*

In den Jahren bis 1965 stand FELTZ in freundschaftlicher, dennoch harter wissenschaftlicher Konkurrenz zu D. HASS, dem anderen Oberassistenten aus dem Berliner Arbeitskreis von KOLDITZ am Institut. Wäschekorbweise wanderten Mehrhalskolben und Schlenkgefäße aus der Glasausgabe in die beiden Labore, und auch der Platinschrank, für den ich als Hilfsassistent zuständig war, verfügte bald – außer dem Bedarf für die studentischen Praktika – kaum noch über Reserven! Die Habilitation von FELTZ „Über die Solvolyseprodukte der Chloride und Chlorokomplexe von vierwertigem Titan, Zirkon und Thorium“ [12], die im Juni 1965 – fast zeitgleich mit der HASSschen – erfolgte, führte 1963-65 zu sieben Publikationen von FELTZ als Alleinautor in der Zeitschrift für allgemeine und anorganische Chemie. Damit war einerseits eine von Originalität und Umfang unstrittig habilitationswürdige Leistung erbracht worden, andererseits war ihre Genese aus der Thematik der Promotion unverkennbar.

Hiermit nur bedingt zufrieden, bemühte sich FELTZ in der Folge um fundamental neue Fragestellungen, möglichst solche mit Anwendungsbezug. Sein Interesse für die damals gerade spektakulären Edelgasverbindungen führte 1964 zu einem Übersichtsartikel in der Zeitschrift für Chemie [13] und zu dem Thema seiner Probevorlesung im Rahmen des Habilitationsverfahrens.

In weiteren zehn bis 1970 veröffentlichten Arbeiten – inzwischen erfolgte die Dozentur (1967) und die Berufung zum ordentlichen Professur für anorganische Chemie (1968) – ist teils der Ausklang der bisherigen „molekularen“ Arbeitsrichtung erkennbar, teils werden neuartige, auch einkristalline Substanzen mit Übergangsmetallen in niederen Wertigkeitsstufen {Vanadin(IV) und Molybdän(III,V)}, beschrieben, z. B. in [14, 15]. Vier Diplomarbeiten entstanden.

2.2. *Bemühungen der Arbeitsgruppe FELTZ um ein tragfähiges Arbeitsgebiet mit Praxis- und zumindest potentiell Jena-Bezug (Festkörperchemie glasbildender Systeme)*

Energische Schritte hin zur Festkörperchemie zeigt die Studie „Über einige aktuelle Probleme der Festkörperchemie“, publiziert 1970 in der Wissenschaftlichen Zeitschrift der FSU Jena {Math.-Naturwiss. Reihe **20** (1) 5}. Damals, im Januar 1970, hatte eine Prognosegruppe an der Sektion Chemie ein Generalthema wie folgt formuliert: „Synthese, Struktur und Eigenschaften von Festkörpern mit photo-opto-elektronischen Eigenschaften“ [16]. Daß die neue Orientierung von FELTZ aber auch schon Jahre zuvor bemerkt wurde, spiegelt sich im „Jahresbericht 1964/65“ wie folgt wider [9]: Die

Forschungen der Arbeitsgruppe FELTZ „...verfolgen das Ziel, das Verhalten von Übergangsmetallionen beim Einbau in Oxid- und Silikatphasen zu bestimmen. Damit bietet sich gleichzeitig eine Beziehung zu Forschungsvorhaben auf dem Gebiet der Glaschemie an, denen im Rahmen der Fachrichtung Chemie große Beachtung geschenkt wird.“ – Die Glaschemie an der Universität zu etablieren, war in Jena natürlich naheliegend. Ich habe noch lebhaftere Erinnerungen daran, wie WERNER VOGEL (Jahrgang 1925) [17] und damit „seine“ Glaschemie von SCHOTT an die Fachrichtung Chemie kam; als damaliger Sekretär des Fachrichtungsrates konnte ich aus einschlägigen Gesprächen mit HEINZ DUNKEN (1912-74), dem Fachrichtungsleiter Chemie 1960-63 [18], entnehmen, welche Probleme dabei zu überwinden waren. VOGEL wurde 1964 als Dozent und 1966 als ordentlicher Professor auf den neu geschaffenen Lehrstuhl für Glaschemie berufen.

Die Glaschemie FELTZscher Prägung kam unabhängig davon zustande, eben über die Bemühungen, Übergangsmetall-Ionen in niederen Oxidationsstufen in Gläser einzuführen und damit deren elektrische, insbesondere deren elektronische Leitfähigkeit gezielt zu beeinflussen. Diese Zielsetzung ging später auch in den Forschungskomplex Gläser ein, den die inzwischen gegründete Sektion Chemie als einen von fünf Schwerpunkten festschrieb. Damit war die Kooperation mit den Jenaer Großbetrieben – VEB Carl Zeiss Jena und VEB Jenaer Glaswerk Schott & Gen. – sehr naheliegend, wie sie ja auch in den Diskussionen um die Durchsetzung der 3. Hochschulreform gefordert wurde.

An dieser Stelle scheint mir ein Exkurs nützlich zum Stand der DDR-Forschung auf dem Gebiet der anorganischen Werkstoffe. Eine Aufstellung von 1968 nennt die thematischen, naturgemäß anwendungsorientierten Schwerpunkte und die verantwortlichen Bearbeiter [19].

Tabelle 1: Stoffliche Abgrenzung zur Studie „Anorganische Werkstoffe“, Berlin, 29.10.1968
 (Text und Zahl der Stoffbeispiele leicht gekürzt)

Werkstoffklasse	Institution, Verantwortlicher
<i>Herkömmliche Gläser</i>	Berlin, DAW ¹⁾ , Inst. f. Silikatforschung W. HINZ
<i>Speziellere Gläser (Nichtsilikat-Basis, Silikatbasis mit unüblichen Komponenten)</i>	Jena, Friedrich-Schiller-Universität W. VOGEL
<i>Oxidische Spezialwerkstoffe und Keramik</i> a) Schmelzgegossene Feuerfeststeine b) (Silikat-)Keramik und Oxidkeramik	a) Berlin, DAW, Inst. für Silikatforschung E. FRISCHBUTTER b) Auma, VEB Porzellanwerk POSNER²⁾
<i>Nitride, Boride, Carbide von Metallen und Übergangsmetallen</i>	Dresden, DAW, Institut für metallische Spezialwerkstoffe, HENKEL
<i>Hydraulische Bindemittel</i>	Berlin, DAW, Institut f. anorg. Chemie WIEKER
<i>Polyphosphate</i>	Berlin, DAW, Institut f. anorg. Chemie GRUNZE
<i>Anorgan. faserige Materialien</i> a) Silikatische Glasfasern b) Synthet. Asbest, Al ₂ O ₃ -, Graphit-, BN- und andere Fasern	a) Dresden, DAW, Institut für Technologie der Fasern BARTHEL²⁾ b) WTZ ³⁾ Anorg.-chem. Industrie WEHNER²⁾

¹⁾ DAW – Deutsche Akademie der Wissenschaften

²⁾ Namen auch im Original ohne Initialen der Vornamen

³⁾ WTZ – Wissenschaftlich-Technisches Zentrum

Werkstoffe mit neuen opto-elektronischen Eigenschaften tauchen in der Tabelle noch nicht auf. Aber fast zeitgleich – am 13.12.1968 – gab es einen Brief [19] des Stellvertreters des Ministers für Wissenschaft und Technik, Dr. FRITZSCHE, an Dr. KLAUS KÜHNE, Mitglied des

Forschungsrates und Leiter des in Tab. 1 genannten Berliner DAW-Instituts für Silikatforschung (Invalidenstr. 44), das später im Zentralinstitut für Anorganische Chemie (ZIAC) aufging:

„Sehr geehrter Herr Dr. KÜHNE! Ich übermittle die Abschrift einer Pressenotiz und bitte Sie, sich auf eine Beratung unter der Leitung von Prof. AUTH am 3.1.1969 ... vorzubereiten ...“. – Worum ging es? Es ging um den sogenannten „Schalteffekt“, der von STANFORD R. OVSHINSKY, Troy (Michigan/USA), beschrieben wurde, und um die sich daraus abzeichnenden spektakulären Entwicklungen. Die Pressenotiz „Winziges elektronisches Gerät verspricht unermeßliche neue Vorteile“, eine ziemlich laienhafte Übersetzung aus dem „International Herald Tribune“ (12.11.1968), informiert darüber, daß OVSHINSKY dadurch eine Revolution in der Mikroelektronik ausgelöst habe, daß er mit amorphen halbleitenden Schichten bei bestimmten Schwellenspannungen in sehr kurzen Zeiten zwischen einem schlecht- und einem hochleitendem Zustand umschalten könne; es sei absehbar, daß sich bald relativ billige Computer in Schreibmaschinengröße – viel kleiner als mit der bisherigen Siliciumtechnologie – für den Hausgebrauch herstellen ließen.

Auf der Rückseite des Schreibens hatte der von KÜHNE beauftragte Bereichsdirektor Glas, WILHELM HINZ, in gestochener Stenographie seine Erkundungen über den Schalteffekt notiert, zur Zusammensetzung der patentierten amorphen Schichten und zu deren Herstellung, sich also gründlich auf das Gespräch vorbereitet, dessen Folgen bis in die Arbeitsgruppe FELTZ reichen sollten. HINZ verweist auch schon auf die taufrische FELTZsche Studie für den VEB Werk für Fernsehelektronik Berlin (WF) zu glasigen Halbleitern und auf den mit Jena vorgesehenen Vertrag des WF.

Von ZEISS gab es in dieser Zeit (1967/68) Wünsche an die Festkörperchemie nach der Züchtung bestimmter, möglichst großer und reiner Kristalle für Anwendungen in der nichtlinearen Optik. Das konnte keinesfalls ein Profil sein, auf dem eine Arbeitsgruppe oder gar eine Forschungsrichtung aufzubauen war. – Die Orientierung im Jenaer Raum auf SCHOTT schien günstiger, wurde aber erst viel später relevant (s. Abschn. 3.2.).

Zunächst kam es 1969 zum Vertrag „Elektronenleitende Gläser“ mit dem WF. Obwohl halbleitende Systeme in Form von Folien oder dünnen Schichten im Vordergrund standen, wurde zugunsten der angestrebten stofflichen Breite die Untersuchung von Glasbildung und Eigenschaften kompakter Chalkogenidglasproben zugelassen.

3. Die Periode 1970-1985 (Arbeitsgruppe „Halbleitergläser“, später Wissenschaftsbereich „Anorganische Festkörperchemie“)

In dieser Periode gilt für die Arbeitsgruppe „Halbleitergläser“ das Forschungsthema „Festkörperchemie elektronenleitender und IR-durchlässiger Gläser (Chalkogenidgläser, Oxidgläser mit Übergangsmetallen) und kristalliner Vergleichssysteme“. Dabei wurde die Benennung „Halbleitergläser“ bald als viel zu spezifisch und als zu einseitig forschungsorientiert empfunden; mit „Anorganische Festkörperchemie“ war dann der Wissenschaftsbereich ab 1973 auch für die Lehre deutlicher benannt.

Insgesamt gingen aus dem Bereich im genannten Zeitraum 87 Publikationen und 100 Vorträge von FELTZ und Mitarbeitern hervor, dazu zahlreiche weitere ohne FELTZ als Koautor, aber mit Dank an ihn für das fördernde Interesse und die vielfältig gewährte sonstige Unterstützung. Dazu kamen 28 Patente. 80 Diplomarbeiten wurden betreut, davon 55 allein von FELTZ. Und wer seine

Betreuungsintensität kannte, der wußte, was das bedeutete. Jeder Diplomand war praktisch täglich gefordert zu zeigen, was er in den letzten 24 Stunden geleistet hatte. Von den 19 verteidigten Dissertationen hatte wiederum Feltz 17 allein betreut. Vier Mitarbeiter konnten sich in dieser Zeit habilitieren:

- DIETMAR LINKE: „Eigenschaftskorrelationen bei Chalkogenidgläsern und Möglichkeiten ihrer strukturellen Interpretation“ (1978),
- DIETER HERRMANN: „Zur Modifizierung von glasartigem Selen und selenreichen Chalkogenidgläsern durch den Einbau organischer Reste“ (1981),
- BERND VOIGT: „Auswahl und Synthese von Chalkogenidgläsern für die Anwendung in Infrarot-optiken“ (1984),
- WOLFGANG BURCKHARDT: „Untersuchungen zur Korrelation von optischen Eigenschaften von Gläsern mit strukturspezifischen Parametern“ (1984).

3.1. Halbleitende Gläser

Die elektronenleitenden Oxid- und Chalkogenidgläser waren natürlich für den traditionell „molekular“ ausgebildeten Jenaer Chemiker absolutes Neuland, eigentlich waren sie eine Domäne der Festkörperphysiker. Bestimmend für FELTZ und die „physikalisch/technologisch“ orientierten Mitarbeiter im Wissenschaftsbereich wurden folglich vor allem Namen wie:

- SIR NEVILL FRANCIS MOTT/Großbritannien (1905-96), 1977 Nobelpreisträger für Physik geworden, und – wie sich belegen lässt – auch von den FELTZschen Arbeiten sehr angetan;
- BORIS TIMOFEEVIČ KOLOMIEC, der Spezialist in der Sowjetunion: Fast alle Jüngerer auf diesem Gebiet kamen aus seinem Bereich im JOFFE-Institut für technische Physik der Akademie der Wissenschaften der UdSSR in Leningrad, in dem BERND VOIGT und ich schon 1970 drei Monate Erfahrungen sammeln durften, besonders auch zur Herstellung und Untersuchung der Chalkogenidgläser;
- auch H. FRITZSCHE und S. R. OVSHINSKY (s. Abschnitt 2.2.) aus den USA sowie R. GRIGOROVICI, Bukarest.

Wichtig waren aber auch die sowjetischen Kollegen auf dem Gebiet der Synthese und physikochemischen Charakterisierung der Gläser, wie

- S. A. DEMBOVSKIJ und G. Z. VINOGRADOVA, beide damals am Kurnakov-Institut für Allgemeine und Anorganische Chemie der Akademie der Wissenschaften der UdSSR in Moskau, sowie
- Z. U. BORISOVA an der Leningrader Staatlichen Universität, die schon 1972 mit einer Monographie zur Chemie glasbildender Halbleiter aufwartete.

Der Nachweis der Elektronenleitung in einer glasigen Matrix und deren gezielte Beeinflussung durch Zusammensetzungsvariation stand im Mittelpunkt der WF-basierten Arbeiten. Als ersten Erfolg legte MANFRED MAASER Folien aus wohldefinierten Ti(III)-haltigen Oxidgläsern vor, vielversprechende Muster zu Speicherfolien für Bildaufnahmeröhren vom Orthikon-Typ. Trotz unserer Enttäuschung darüber, daß die Ergebnisse nicht überführt, stattdessen Importe aus Japan getätigt wurden, war das WF über all die Jahre bis 1980 kein unangenehmer Vertragspartner. Zwar erfolgte in den Folgeverträgen ab 1971 eine stärkere Einschränkung auf spezielle Leitfähigkeitsphänomene in den amorphen Schichten, doch blieb genügend Spielraum für eigenständige Grundlagen-Untersuchungen,

wie etwa die später daraus hervorgegangenen Habilitationen KAPS und KAHNT belegen (s. Abschn. 4.).

Festkörperchemisch ging es darum, die Strukturen der Gläser und ihrer kristallinen Gegenstücke zu bestimmen oder – da das bei Gläsern nur selten eindeutig möglich ist – zumindest wahrscheinlich zu machen. Hierfür spielten röntgenographische (z. B. [20], in Kooperation mit Rostocker Kollegen) und thermoanalytische (z. B. [21]) Untersuchungen eine wesentliche Rolle. Das 1978 gegründete Methodisch-diagnostische Zentrum (MDZ) „Thermische Analysenmethoden“, geleitet von WERNER LUDWIG aus dem Wissenschaftsbereich, brachte hier günstige Arbeitsmöglichkeiten.

Rasch nachschlagen zur Systematik halbleitender Gläser kann man im Band Anorganische Chemie (1998) des D'ANS-LAX, herausgegeben von R. BLACHNIK (damals Universität Osnabrück) [22]. Das von FELTZ verfaßte Kapitel 2.4.2 (Gläser) bringt in 2.4.2.5 (Halbleitende Gläser) eine Untergliederung der elektronenleitenden Gläser in polaronenleitende Gläser [der eine Jenaer Arbeitsschwerpunkt, verkörpert durch die Gläser mit hohen Gehalten an Vanadin(IV) und Titan(III)] und in Bandlücken-Halbleitergläser, von denen dann vorrangig die Chalkogenidgläser bearbeitet wurden (s. Abschn. 3.2.).

Die neuartige Forschungsrichtung verlangte spezielle Geräte. War der große Hochvakuum-Bedampfungsstand (B 55) – wenn auch mit Anstrengungen – noch aus DDR-Produktion zu erhalten, mußte das Atomabsorptions-Spektrometer in langwierigem Antragsverfahren über Devisen beschafft werden; entsprechende Systeme von Zeiss Jena waren schließlich für den Export bestimmt. Gekauft werden konnten auch kleinere Dinge, diverse Meßgeräte, eine Fadensäge zur Probenbearbeitung, ein sowjetisches Infrarot-Mikroskop und anderes mehr. Aber das meiste waren doch Eigenbau-Apparaturen, z. B. sehr anspruchsvolle Öfen für die Inertgas-Schmelztechnik bei bis zu 1600 °C, die hauptsächlich von den Kollegen der Institutswerkstatt entwickelt und gebaut wurden (Bild 2).



Bild 2: Die langjährigen Kollegen der Institutswerkstatt Anorganische Chemie, August-Bebel-Straße; von links die Herren DUNGER, ZIETZ, MIHM, DÄMLOW und HARZ (1973)

Ohne den vieljährigen engagierten Einsatz der Herren DUNGER, ZIETZ, MIHM, DÄMLOW und HARZ hätten die erreichten Erfolge nicht erzielt werden können. Nur als ein Beispiel erwähnt seien die Tausende von Kieselglasampullen, die allein Herr DUNGER für die Mitarbeiter vor dem Knallgasgebläse abgeschmolzen hat! Auch die vielhundertfache feinoptische Bearbeitung von Gläsern zu Scheiben, Quadern und Prismen durch Herrn FRIEDEL im Wissenschaftsbereich war sehr wesentlich für die weitere Charakterisierung der Proben.

Vielfältige Kooperationen wurden natürlich auch innerhalb der Sektion Chemie genutzt. Neben Aufträgen an die zentrale Werkstatt der Sektion ging es z. B. um Brechzahl-Bestimmungen und elektronenmikroskopische Untersuchungen im Wissenschaftsbereich Glaschemie und um spezielle spektroskopische Messungen bei den Physikochemikern. Besonders erwähnt seien die ständigen Arbeitskontakte unseres „Hausphysikers“, FALK SCHIRRMEISTER, mit seinem Pendant in der Organischen Chemie, dem unvergessenen JOHANNES OPFERMANN (1940-2004).



Bild 3: FALK SCHIRRMEISTER demonstriert den Schalteffekt (Herbst 1970, Näheres im Text)

Der dringende Appell des Ministeriums für Wissenschaft und Technik, den Schalteffekt von OVSHINSKY mit neuartigen Gläsern zu realisieren (s. Abschn. 2.2.), bedeutete zunächst konkret, die vier aus der Literatur bekannten Komponenten Arsen, Germanium, Tellur und Silicium, die natürlich sehr

unterschiedliche Dampfdrücke haben, so simultan im Hochvakuum zu verdampfen, daß man auf möglichst großen Flächen reproduzierbar dünne Schichten einer vorgegebenen Zusammensetzung erhielt. Das war ausgesprochen schwierig, die erhaltenen Bedampfungsflächen waren entsprechend klein. – Von einigen speziellen Anwendungen abgesehen, ist letztlich das OVSHINSKY-Prinzip trotz der damaligen Euphorie und des damit verbundenen Börsenfiebers nicht zum Tragen gekommen; die Langzeitstabilität der amorphen Schichten war nicht hinreichend gegeben.

Bild 3 zeigt Dipl.-Phys. SCHIRRMEISTER, heute Professor an der Fachhochschule Jena, am Oszillographen, darunter drei seiner Funktionsmuster, eingebaut in Röhrchen von etwa 10 mm Länge und knapp 2 mm Durchmesser. In der Mitte des Oszillographenschirms ist die nichtlineare Strom-Spannungs-Kennlinie zu sehen: Bis zu einer gewissen Spannung bleibt die Probe hochohmig, es fließt ein nur sehr geringer Strom; nach Erreichen der Schwellwert-Spannung liegt dann aber ein niederohmiger Zustand vor, die Stromstärke steigt steil an. Das Umschalten in beide Richtungen läßt sich reversibel wiederholen, in günstigen Fällen milliardenfach.

Die relevanten Parameter wurden natürlich auch an Proben mit anderer als der OVSHINSKY-Zusammensetzung untersucht; die Literaturstellen [23-27] mögen die Breite der Forschungen zu den glasig-amorphen Chalkogeniden andeuten, [28, 29] stehe für die Oxidsysteme mit Elektronenleitung.

3.2. *Glasbildung bei Chalkogenidsystemen, infrarotdurchlässige Gläser*

Zunächst wurden im Rahmen der Vertragsforschung für das WF – unter möglichst definierten Bedingungen beim Abschrecken der Kieselglas-Ampullen – neue Glasbildungsbereiche bei binären, ternären und quaternären sulfidischen, selenidischen, telluridischen und Misch-Systemen erschlossen oder präzisiert. Ab 1972 gab es hierfür eine zentrale Finanzierung im Rahmen der „Komplexen Forschungsaufgabe Glas“ (s. Abschn. 3.3.). – Ein besonderer Schwerpunkt waren Gläser mit hohem Schwermetallgehalt, was zu deren hoher Dichte und Brechzahl führte sowie mit anomaler Dispersion im Infrarotbereich einherging. Für eine Übersicht sei auf die einschlägigen Monographien von FELTZ [30 a-c] und VINOGRADOVA [31] verwiesen; auch die 1. Auflage „Glaschemie“ von WERNER VOGEL enthält eine größere Anzahl von Glasbildungsbereichen bei Chalkogenidsystemen [32]. Über die grundlegenden Untersuchungen der Sauerstofffreiheit der Gläser, ihrer thermischen, elektrischen, infraroptischen, mechanischen, elastischen und spannungsoptischen Eigenschaften waren die Voraussetzungen gegeben zur Entwicklung von größeren feinoptisch bearbeiteten Labormustern für infraroptische Anwendungen.

Trotz Bekunden des potentiellen Interesses von SCHOTT an solchen Gläsern gegen Ende der 70er Jahre kam aber die Produktentwicklung erst in Gang, als das umfassende „know how“ im Wissenschaftsbereich für die Reinstdarstellung von Chalkogenidgläsern, konzentriert bei BERND VOIGT und seinen engeren Mitarbeitern, durch deren Übergang in das Unternehmen auch dort angesiedelt war. Das führte letztlich 1991 in Jena zur Gründung der Firma VITRON Spezialwerkstoffe GmbH. Deren unikales Fertigungsprogramm fand bald internationale Beachtung, wie ich selbst – anlässlich eines Vortrags [33] auf einem NATO-Symposium in Chisinau/Moldova, einem traditionellen Zentrum der Chalkogenidglas-Physik – feststellen konnte. Seit einigen Jahren hat die Firma mit B. VOIGT als Geschäftsführer auf größerer Fläche ihren Standort in 07751 Jena-Maua (→ www.vitron.de). – Die Brechzahlabhängigkeit der verschiedenen VITRON-Gläser von der Wellenlänge, ausgedrückt durch entsprechende ABBE-Zahlen [34a, b], ist hinreichend unterschiedlich, um achromatisch korrigierte Optiken herstellen zu können, die bessere Abbildungen liefern können als die heute noch in der

Infrarot-Thermographie dominierenden Objektiv aus Germanium. Bei der Paarung von Gläsern mit signifikantem Unterschied in der Struktur der Netzwerkbildner wird sogar apochromatische Korrektur möglich [35].

Neben diesen materialwissenschaftlich relevanten und patentträchtigen Befunden ergaben sich auch für die eigentliche Festkörper- und Strukturchemie interessante und viel beachtete Befunde. Es gelang z. B., Nahordnungsbereiche, wie $[\text{Ge}_2\text{X}_6]^{2-}$ mit Ge-Ge-Bindungen ($\text{X} = \text{S}, \text{Se}$), die in kristallinen Phasen selbst nicht auftreten, aber metastabil im Glas fixiert wurden, durch entsprechende Reaktionen in wohldefinierten Verbindungen zu fassen [36-38]. Damit wurden Strukturhypothesen bestätigt, wie sie schon in einer früheren zusammenfassenden Arbeit über den bis Mitte der 70er Jahre erreichten Stand zu „Struktur und Eigenschaften glasartiger Halbleiter“ [39] enthalten waren,.

3.3. *Wissenschaftliche Kooperation, Weiterbildung, Lehre*

Die Entwicklung im Wissenschaftsbereich „Anorganische Festkörperchemie“ – sowohl die oxidischen als auch die chalcogenidischen Gläser betreffend – wurde stark befördert durch die Mitwirkung (ab 1972) an der „Komplexen Forschungsaufgabe Glas“, die durch WERNER VOGEL geleitet wurde und in der sich eine große Anzahl von DDR-Forschergruppen gewissermaßen unter einem Dach zusammenfand. Zwar waren die halbleitenden und infrarotdurchlässigen Gläser ziemlich ausgefallen gegenüber den sonst mehrheitlich untersuchten, wohldefiniert in einheitlichen Chargen bereitgestellten konventionellen Oxidgläsern, dennoch ergaben sich mehrfach Berührungspunkte, z. B. bei der Entwicklung von Gläsern für die Hochleistungsoptik (s. Abschn. 3.4.). Sehr wertvoll, besonders für die wissenschaftlichen Mitarbeiter mit ihrem „Status“ als Nicht-„NSW-Reisekader“ (NSW = Nichtsozialistisches Währungsgebiet), war auch der Zugang zur „scientific community“ auf dem Glasgebiet über die durch WERNER VOGEL Anfang der 70er Jahre erwirkte Mitgliedschaft der DDR in der „Internationalen Commission on Glass“ (ICG), durch die daraufhin veranstalteten „Jenaer Gespräche über Glas“ (1973) und durch die sich daran anschließende Reihe (1978, 1982, 1986, ...) der bis heute stattfindenden „Otto-Schott-Kolloquien“.

Besonders erwähnt im Zusammenhang mit der internationalen Kooperation sei PAUL HAGENMULLER (Jahrgang 1921), Professor an der Université de Bordeaux I und in Personalunion langjähriger Direktor des „Laboratoire de chimie du solide du CNRS à Bordeaux“ (Bild 4). Unter den vielen Ehrungen, die er bis heute erfahren hat, ist auch das Ehrendoktorat der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität im Jahr 1984 zu nennen. Dank seiner Kooperationsbereitschaft hatten, beginnend mit meinem Sechsmonate-Aufenthalt 1981, in regelmäßiger Folge mehrere Mitarbeiter aus dem Wissenschaftsbereich „Anorganische Festkörperchemie“ die Gelegenheit, ein halbes Jahr in Bordeaux zu arbeiten. Drei Mitarbeiter aus Bordeaux kamen in den Jahren 1983-87 zum Arbeitsaufenthalt nach Jena.

Stellvertretend für die ausgedehnten Fachbeziehungen zu Institutionen in der UdSSR und den europäischen sozialistischen Ländern sei der in 3.1 schon genannte Nestor der sowjetischen Chalcogenidglas-Forschung, BORIS TIMOFEEVIČ KOLOMIEC, genannt (Bild 5).



Bild 4:
PAUL HAGENMÜLLER (Bordeaux, 1981)



Bild 5: 1973, nach dem Empfang beim Rektor der FSU Jena; B. T. KOLOMIEC mit den Jenaer Hochschullehrern W. VOGEL, HANS MÜLLER und A. FELTZ (von links)

Der regelmäßigen Weiterbildung der Mitarbeiter dienten die Bereichskolloquien, nicht selten mit prominenten Gästen aus dem Osten und – naturgemäß weit weniger häufig – aus dem Westen, sowie die jährlich außerhalb von Jena stattfindenden einwöchigen Weiterbildungs-Lehrgänge mit anspruchsvollen Vorträgen; viele von uns haben in den Nächten zuvor noch über den Büchern und den Sonderdrucken aus der umfangreichen Literatur-Sammlung des Bereichs gesessen, um das Thema einigermaßen repräsentativ vorstellen zu können. Hilfreich für die Einarbeitung neuer Mitarbeiter – und für die Weiterbildung der „gestandenen“ – wurde das schon unter [30a-c] zitierte Standardwerk des Bereichsleiters, erschienen 1982 im Akademie-Verlag Berlin. Es wurde bald von unserer geschätzten Moskauer Partnerin GALJA VINOGRADOVA u. and. ins Russische übersetzt, allerdings - wie damals in der Sowjetunion üblich – ohne jede Abstimmung mit dem Autor. Die Herausgabe der aktualisierten englischsprachigen Fassung verzögerte sich durch den zweimal notwendigen Verlagswechsel. Sie erfolgte 1993 im renommierten Verlag Chemie, Weinheim, und mit sehr positiver Resonanz im In- und Ausland.

Fruchtbar für Forschung und Lehre war auch die DDR-Kooperation innerhalb der Arbeitsgemeinschaft „Festkörperchemie“ der Chemischen Gesellschaft der DDR. Die Gründung erfolgte 1982, FELTZ war bis 1990 der Vorsitzende, und der WB Anorganische Festkörperchemie war mehrfach Ausrichter ihrer Arbeitstagungen, in Jena wie andernorts. Danach übernahm für einige Monate HEINRICH OPPERMANN (Dresden) die Leitung, und dann ging die Arbeitsgemeinschaft in der entsprechenden Fachgruppe der Gesellschaft Deutscher Chemiker auf. Für das Spezialgebiet der thermischen Analyse nicht unerwähnt bleiben sollten die entsprechenden Herbstschulen, an deren Organisation WERNER LUDWIG maßgeblichen Anteil hatte.

In der Lehre waren die Mitarbeiter und der Leiter des Wissenschaftsbereichs sehr stark eingebunden, insbesondere im Grundstudium bei den Praktika, auch mehrfach durch die Übernahme der Experimentalvorlesung für das 1. Studienjahr. Für das Fachstudium ist die Ausbildung in „Strukturchemie“ als Teil der „Anorganischen Synthesechemie“ zu nennen. Auf die große Zahl ausgebildeter Diplomanden wurde schon verwiesen. – In den jungen Jahren der Sektion Chemie galt es, neue Studienpläne auszuarbeiten, was angesichts der Übergangsetappe hin zum Vierjahresstudium und – nach wenigen Semestern – zurück zum Fünfjahresstudium oft alles andere als effektiv war. A. FELTZ hatte als Erster 1968/69 das Amt des „Stellvertreters des Sektionsdirektors für Erziehung und Ausbildung“ inne.

Am Lehrwerk Chemie, Band LB 2 „Struktur und Bindung – Aggregierte Systeme und Stoffsystematik“ (1. Auflage 1973) war mit ARNO MARTIN ein Mitarbeiter des Wissenschaftsbereichs beteiligt, zusammen mit drei Leipziger Autoren und drei weiteren Kollegen der Jenaer Sektion Chemie.

Besondere Erwähnung aus den späteren Jahren verdient – nach vorbereitenden Zwei-Wochen-Kursen „Festkörperchemie“ 1985/86 für 50 externe Teilnehmer – der Aufbau des zweijährigen, ministeriell bestätigten Postgradualstudiums „Chemie anorganischer nichtmetallischer Keramikwerkstoffe“ (1987-89), das maßgeblich von FELTZ und Mitarbeitern konzipiert wurde. Dreizehn Teilnehmer aus Betrieben in Hermsdorf, Gera, Ilmenau und aus dem Zentralinstitut für Kernforschung Rossendorf schlossen im August 1989 die Ausbildung als „Fachchemiker für anorganische nichtmetallische Werkstoffe“ ab. Für Einzelheiten des sehr umfangreichen Lehrprogramms, an dem zu etwa einem Fünftel Lehrkräfte aus anderen Bereichen mitwirkten, vor allem aus dem Wissenschaftsbereich Analytik der Sektion Chemie, aber auch aus der Sektion Technologie der FSU und aus dem Physikalisch-Technischen Institut der AdW der DDR, sei auf den ausführlichen Bericht in der Universitätszeitung verwiesen [40].

3.4. Ergänzung zur Periode 1970-1985

Gar nicht oder kaum eingegangen wurde bisher auf verschiedene andere Bemühungen der 70er Jahre, in der Industrie wirksam zu werden, die aber R. TÖPEL in [16] erwähnt hatte:

- Es gelang 1975/76 für den VEB Pentacon Dresden, die in der DDR verfügbaren Trockenkopierer dadurch geeignet für Farb-Xerographie zu machen, daß die Photoempfindlichkeit der Selenschicht in den Rot-Bereich ausgedehnt wurde. Das Kombinat bekam aber wegen der zu starken Konkurrenz auf dem Weltmarkt keine Produktionsfreigabe für das Gerät.
- Die Thematik, Gläser mit minimaler Spannungsdoppelbrechung für Berek-Prismen in Polarisationsmikroskopen zu gewinnen – von mir über Diplomarbeiten 1977-79 bei SCHOTT begonnen, die Überführung stand erst nach meiner Jenaer Zeit an – ist dann trotz erfüllter Parameter [41] wegen des sinkenden Interesses bei SCHOTT nicht mehr zum Tragen gekommen.
- ZEISS war interessiert an der Bereitstellung eigenschaftsstabiler Polierrot-Chargen zur Bearbeitung optischer Medien; das von A. FELTZ und HELGA DUNKEN geleitete Thema erhielt das einprägsame Kürzel „BOM“. Für ZEISS sicherlich überraschend, ergaben die festkörperchemischen Untersuchungen bald, daß das traditionelle „Polierrot“ in Wirklichkeit kein Eisen(III)-oxid als Hämatit ist, sondern zu etwa 80 % Jarosit, ein spezielles Mineral der Zusammensetzung $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ [42].

4. Ausblick auf die Periode 1985-1992 und zusammenfassende Bewertung

Für 1985-92 kann nur – entsprechend meiner Eingangsbemerkung – auf statistisches Material zurückgegriffen werden. Nicht mehr miterlebt habe ich die zunehmende Bedeutung, die das Kombinat Keramische Werke Hermsdorf (KKWH) – nach dessen erster Offerte 1979 – in den 80er Jahren als Kooperationspartner erlangte. Die neuen Forschungsthemen waren stärker als zuvor auf die Festkörperchemie im engeren Sinne fokussiert, so etwa

- auf Ionentransportprozesse,
- auf die Reaktivität der eingesetzten Komponenten in Abhängigkeit von deren Vorgeschichte,
- auf den Einfluß des Sauerstoffpartialdrucks auf die Sintervorgänge und die Redoxreaktionen von Oxidgemischen.

Stofflich betrafen sie

- ionenleitende Gläser und Keramiken für Batterien und für Gradientenoptiken,
- die chemische Präparation von Feinpulvern für Keramiken, vor allem von Eisenoxiden und Ferriten,
- halbleitende Oxidkeramik für Thermistoren.

Die dabei zu überwindenden Probleme waren nicht nur von grundlegend-wissenschaftlicher oder angewandter Art, sehr oft stieß man an Grenzen durch die zunehmenden wirtschaftlichen Probleme der DDR-Betriebe, die auch bei umfassend erfüllten Pflichtenheften jeder Innovation entgegenstanden. Das Aufgreifen betrieblicher Probleme war dennoch für die Mitarbeiter eine gute Vorübung für die „Drittmittel“-Euphorie von heute. Mitte 1990 gab das KKWH seine Zahlungsunfähigkeit bekannt. – Immerhin bildeten die national und international stark beachteten Ergebnisse dieser Periode die Brücke zur Vertragsforschung 1991/92 für SIEMENS / München.

Aus den Umstrukturierungen in Hermsdorf ging unter anderem – nach dem personell in den neuen Bundesländern üblichen starken Schrumpfungsprozess – das sehr erfolgreich tätige Hermsdorfer Institut für technische Keramik e.V. (HITK) hervor. Neben mehreren jüngeren Kollegen aus Jena ging mit WOLFGANG BURCKHARDT einer der tragenden FELTZschen Mitarbeiter dorthin, als Kompetenzbereichsleiter Neue Materialien.

Es sind bis zum Wechsel von FELTZ zu Siemens-Matsushita (Deutschlandsberg/Österreich) 20 Patente und 74 Publikationen erschienen, 44 Diplomarbeiten wurden abgeschlossen, 17 Dissertationen, 15 davon allein durch FELTZ betreut. – Zur Habilitation gelangten CHRISTIAN KAPS, heute Professor an der Bauhaus-Universität Weimar, HANNO KAHNT, seit Jahren Professor an der Fachhochschule Jena, sowie mit ZYGMUNT CZYBULSKI ein Gast aus Polen.

Zusammenfassend möchte ich meine Meinung ausdrücken, daß im Wissenschaftsbereich „Anorganische Festkörperchemie“ durchgängig eine sehr anspruchsvolle Forschung betrieben wurde und die Angehörigen auch in der Lehre permanent stark engagiert waren, beginnend mit dem Anfänger-Unterricht, über Fachstudium und Diplombetreuung bis zur postgradualen Weiterbildung auf dem Gebiet der Materialforschung. Zahlreiche befähigte Wissenschaftler gingen als Diplomchemiker oder Promovierte in die Praxis. B. VOIGT sowie W. BURCKHARDT wurden schon mit verantwortlichen Funktionen erwähnt; zu nennen ist aber auch GERHARD PFAFF, seit 1994 bei Merck/Darmstadt Leiter für die Produktentwicklung bei Effektpigmenten, inzwischen auch habilitiert und Professor. Andere wurden in Hochschul- oder Akademie-Einrichtungen tätig. Als Hochschullehrer aus der Gruppe hervorgegangen sind FRIEDRICH HEYDER (Höhr-Grenzhausen), HANNO KAHNT (Jena), CHRISTIAN KAPS (Jena/Weimar), DIETMAR LINKE (Berlin/Cottbus), FALK SCHIRRMESTER (Jena).

War die Aufgabenstellung anfangs für die Mehrzahl der Mitarbeiter ziemlich physiklastig, ich erinnere nur an die ausgesprochene Minderheit der Chemiker auf den zweisprachigen RGW-Tagungen „Vitreous and Amorphous Semiconductors / Стеклообразные и аморфные полупроводники“ (1972 in Sofia, dann im Zwei-Jahres-Rhythmus in anderen Ländern) ist es später immer stärker in Richtung der eigentlichen Festkörperchemie gegangen, wie sie etwa durch die Monographien und Publikationen von HERMANN SCHMALZRIED (Hannover) umrissen werden kann.

Applikationsnahe Forschungen gab es zahlreiche, meist mit einer gewissen Gutgläubigkeit daran, daß beim Auftraggeber nicht nur das Interesse da sei, sondern auch die Potenz, positive Ergebnisse zu überführen. Dementsprechend gab es wirtschaftliche Erfolge nur auf Teilgebieten, herausgehoben wieder die Firma VITRON nach 1991.

Persönliche Nachbemerkung: Ich möchte abschließend sagen, daß ich mich selbst sehr gern an diese Zeit von 1968-1979 zurückerinnere; die Diskussion im Anschluß an den Vortrag [1] bestärkte mich in der Annahme, daß es meinen – erfreulich zahlreich anwesend gewesenen – ehemaligen Kollegen auch so geht. Wir haben im Kollektiv von etwa 15-20 Mitarbeitern und 10 technischen Kräften arbeiten und einander schätzen gelernt, bei allen Schwierigkeiten, die dabei zu überwinden waren, und bei mancher Enttäuschung wegen der nicht gelungenen Überführung der Ergebnisse. Letzteres ist jedenfalls nicht etwa fehlendem Engagement der Mitarbeiter des Wissenschaftsbereichs anzulasten, ganz zu schweigen vom Einsatz des stets ob seiner Arbeitsintensität imponierenden Bereichsleiters. – Um Nachsicht bitte ich die Kollegen, daß viele ihrer Ergebnisse nicht einmal erwähnt werden konnten; von

den gut 170 Publikationen und fast 50 Patenten mußte naturgemäß die ganz überwiegende Mehrzahl ungenannt bleiben.

Danksagung: *LOTHAR KOLDITZ danke ich herzlich für seine Zuarbeit, ebenso ADALBERT FELTZ, ohne dessen umfangreich zur Verfügung gestelltes Material ich in vielen Einzelheiten nicht aussagefähig geworden wäre. Zu Dank verpflichtet bin ich PETER HALLPAP – als dem verdienstvollen Initiator der Veranstaltungsreihe – für seine Mühe bei der Abschrift der Tonbandfassung des Vortrags und für die nicht nachlassende Geduld, die er bis zum Zustandekommen des vorliegenden Textes bewiesen hat. FALK SCHIRRMESTER danke ich für das sorgfältige Korrekturlesen des Manuskripts.*

Bildnachweis für alle Fotos: DIETMAR LINKE

Literatur und Anmerkungen:

- [1] Vortrag Jena, 02.12.2004
- [2] Jena, D., Platen, M., Stolz, R. (Hrsg.): Chymia jenensis, Alma mater jenensis, Studien zur Hochschul- und Wissenschaftsgeschichte, Heft 6, Jena 1989, S. 122-126
- [3] Linke, D.: Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. rer. nat. h. c. Lothar Kolditz, in WITEGA e. V. (Hrsg.), Wissenschaftshistorische Adlershofer Splitter Nr. 5, Berlin-Adlershof 1999, S.136-141
- [4] Kolditz, L., persönliche Mitteilung, 09.10.2004
- [5] Kolditz, L.: Über Bindungsisomerie und ihre Rolle beim Aufbau der Kristalle, Kristall u. Technik 1 (1966) 41
- [6] Kolditz, L., Feltz, A.: Über die Hydrolyse von Fluorozirkonaten und die Kondensation der Hydrolyseprodukte, Z. anorg. allg. Chem. 310 (1961) 203
- [7] Kolditz, L., Feltz, A.: Über Zirkontetrafluoridhydrate, Zirkonhydroxofluorid und ihre Kondensationsprodukte, ibid. 310 (1961) 217
- [8] Institut für Anorganische Chemie, Jena, August-Bebel-Str. 2, Auszug aus: Jahresbericht 1962/63, in: Wiss. Z. Friedrich-Schiller-Univ. 12 (1963), Nr. 7/8, S. 121-127
- [9] Institut für Anorganische Chemie, Jena, August-Bebel-Str. 2, Auszug aus: Jahresbericht der Friedrich-Schiller-Universität Jena 1964/65, in: Wiss. Z. Friedrich-Schiller-Univ., Ges.- u. Sprachwiss. R. 15 (1966), Nr. 4/5, S. 135-140
- [10] wie [2], S. 153 f.
- [11] Im Zusammenhang mit seinen Arbeiten zur Bindungsdismutation bei den Chalkogenidgläsern gab Feltz drei Jahrzehnte später auch eine schlüssige thermodynamische Erklärung der Bindungsisomerie bei den Phosphorpentahalogeniden (vgl. [30c], S. 139 ff.)
- [12] Für diese und die anderen Habilitationen/Promotionen B und Dissertationen/Promotionen A in der Jenaer Chemie und in verwandten Gebieten vgl. auch die tabellarischen Zusammenstellungen von P. HALLPAP für den Zeitraum von 1945-1990/91
- [13] Feltz, A.: Die Valenzverbindungen der Edelgase, Z. Chem. 4 (1964) 41
- [14] Feltz, A.: Über Tetrachlorooxovanadate(IV) und Pyridinium-trichlorooxovanadat(IV), Z. anorg. allg. Chem. 355 (1967) 120
- [15] Feltz, A., Langbein, H.: Das Absorptionsspektrum von $[N(C_2H_5)_4]_2VOCl_4$ -Einkristallen, J. inorg. nucl. Chem. 32 (1970) 2951

- [16] Töpel (geb. Paetzold), R.: Die Entwicklung der Chemie an der Universität Jena nach 1945 (Manuskript), Jena, ohne Jahresangabe
- [17] wie [2], S. 148 f.
- [18] Dunken, H.: Die Entwicklung des Institutes für Physikalische Chemie von 1945 bis 1968 und das Wirken von Heinz Dunken, in: Hallpap, P. (Hrsg.), Geschichte der Chemie in Jena im 20. Jh., Jena 2005, S. 47-70
- [19] Archiv D. Linke
- [20] Feltz, A., Pohle, M., Steil, H., Herms, G.: Glass Formation and Properties of Chalcogenide Systems XXXI, RDF Studies on the Structure of Vitreous GeS_2 and GeSe_2 , J. Non-Cryst. Solids **69** (1986) 271-282
- [21] Feltz, A., Ludwig, W., Senf, L., Simon, C.: Über Glasbildung und Eigenschaften von Chalkogenidsystemen XXII, Das Phasendiagramm PbSe-GeSe_2 und die Verbindung Pb_2GeSe_4 , Kristall und Technik **15** (1980) 895-901
- [22] Blachnik, R. (Hrsg.): D'Ans Lax Taschenbuch für Chemiker und Physiker, 4. Aufl., Band 3: Elemente, anorganische Verbindungen und Materialien, Minerale; Verl. Springer, Berlin 1998
- [23] Feltz, A., Kaps, Ch.: Glass Formation Kinetics of Evaporation of Vitreous Ge_2Se_3 and Deposition of Amorphous Thin Films, Thin Solid Films **70** (1980) 117-125
- [24] Feltz, A., Schirrmeyer, F.: Glass Formation ... Charge Carrier Transport Mechanism in Amorphous Layers of the Composition $\text{Ge}_4\text{Se}_5\text{Te}$, phys. stat. solidi (a) **57** (1980) 591-599
- [25] Feltz, A., Kahnt, H., Schirrmeyer, F.: Glass Formation ... Evidence for Charged Defects in Chalcogenides from High Field Conductivity, Proc. Int. Conf. Amorph. Liquid Semicond. Grenoble 1981, J. de Physique, Coll. C4 **42** (1981) 935-938
- [26] Schirrmeyer, F., Kahnt, H., Feltz, A.: Glass Formation ... Frequency Dependent Conductivity and the Distribution Function of Hopping Events, J. Non-Cryst. Solids 97/98 (1987) 523-526
- [27] Feltz, A.: Glass Formation ... XXIV. The Model of Charged Dangling Bonds in Liquid and Vitreous Inorganic Systems. J. Non-Cryst. Solids **41** (1981) 355-369
- [28] Feltz, A., Linke, I.: Untersuchungen an elektronenleitenden Oxidsystemen II. Zum Übergang von der Ionenleitung zur Elektronenleitung in Gläsern der Reihe $(\text{BaO})_x(\text{K}_2\text{O})_{25-x}(\text{SiO}_2)_{50}(\text{VO}_2)_{25}$, Z. anorg. allg. Chem. **415** (1975) 161
- [29] Feltz, A., Langbein, H.: Investigations on Electronically Conducting Oxide Systems X. Electrical Conductivity and the Optical Absorption of a- and c-Domain Crystals of $\text{BaNb}_x\text{Ti}^{\text{III}}_x\text{Ti}^{\text{IV}}_{1-2x}\text{O}_3$, Ferroelectrics **15** (1977) 7
- [30] Feltz, A.:
a) Amorphe und glasartige anorganische Festkörper, Akademie-Verlag, Berlin 1983, 460 S.
b) Аморфные и стеклообразные неорганические твёрдые тела, Мир, Москва 1986, 556 S. (übersetzt von Г. З. Виноградова, А. В. Колобов, И. Б. Куценко)
c) Amorphous Inorganic Materials and Glasses, VCH, Weinheim 1993, 446 S.
- [31] Виноградова, Г. З.: Стеклообразование и фазовые равновесия в халькогенидных системах (Glasbildung und Phasengleichgewichte in Chalkogenidsystemen), Наука, Москва 1984
- [32] Vogel, W.: Glaschemie, VEB Dt. Verl. f. Grundstoffind., 1. Auflage, Leipzig 1979, S. 255-265
- [33] Voigt, B., u. Linke, D.: Optical Glasses for Infrared Transmittance, Synthesis and Properties of Chalcogenide Glasses, in: Andriesh, A., u. Bertolotti, M. (Edit.), Physics and Applications of Non-Crystalline Semiconductors in Optoelectronics, Proc. NATO Adv. Workshop, Chisinau/

- Moldova, Oct. 1996, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht 1997, p. 155-169
- [34] a) Feltz, A., Linke, D., Voigt, B.: Chalkogenidgläser als infrarotdurchlässige optische Medien, *Z. Chem.* **20** (1980) 81 – 89;
b) Feltz, A., Burckhardt, W., Voigt, B., Linke, D.:
"Optical glasses for IR transmittance", *J. Non-Cryst. Solids* **129** (1991) 31 - 39
- [35] Burckhardt, W., Feltz, A., Bussemer, P.: Glass Formation and Properties of Chalcogenide Systems XL. The Influence of the Structure of Different Arsenic Chalcogenide Glasses on the Dispersion Parameters of a Sellmeier and a Lorentz-Lorenz-Relation, *J. Non-Cryst. Solids* **89** (1987) 273-281
- [36] Feltz, A., Pfaff, G.: Über Glasbildung und Eigenschaften von Chalkogenidsystemen XIII. Über die Verbindungen $\text{Na}_6\text{Ge}_2\text{S}_6 \cdot 4\text{CH}_3\text{OH}$ und $\text{Na}_6\text{Ge}_2\text{Se}_6 \cdot 4\text{CH}_3\text{OH}$, *Z. anorg. allg. Chem.* **442** (1978) 41-48
- [37] Feltz, A., Pfaff, G.: Glass Formation and Properties of Chalcogenide Systems XXXVI. Ordering States in Non-Crystalline Compounds, *J. Non-Cryst. Solids.* **77/78** (1985) 1137-1140
- [38] Feltz, A.: Nichtkristalline Ordnungszustände anorganischer Verbindungen, in: *Nova Acta Leopoldina, Neue Folge*, **264** (1985), Band 59, S. 149-163
- [39] Feltz, A.: Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaften glasartiger Halbleiter, in: *Kombinat VEB Halbleiterwerk Frankfurt/Oder (Hrsg.), Probleme der Festkörperelektronik*, Band 7, VEB Verl. Technik, Berlin 1975, S. 82-130
- [40] Feltz, A., Burckhardt, W.: *UZ (Univ.-Ztg. FSU) Nr. 4* (13.11.1989), S. 7
- [41] Linke, D., Feltz, A., Gerth, K., Fehlau, G.: Optisches Glas, *DDR-Wirtsch.-Patent C 03 c/223 109* (5. 8. 1980)
- [42] Martin, A., Feltz, A., Nitsch, L.: Verfahren zur Synthese von Jarosit und verwandten Verbindungen, *Patent 247 654* (1981)