

Dieses Heft ist Herrn Prof. (em.) Dr.-Ing. Joachim Krüger  
zum 70. Geburtstag gewidmet.

---

## Nichteisenmetallurgie – 50 Jahre Forschung und Lehre in Aachen

Non-ferrous Metallurgy – 50 Years of Teaching and Research in Aachen

Bernd Friedrich, Klaus Krone

---

Professor Joachim Krüger, ehemals Lehrstuhlinhaber und Direktor des IME – Institut für Metallhüttenwesen und Elektrometallurgie der RWTH Aachen, vollendete am 16. Juni 2003 sein 70. Lebensjahr. Lehrstuhl und Institut übernahm er im August 1977 von Professor Helmut Winterhager und hatte beides bis zum Juni 1999 inne. Die in fast 22 Jahren der Tätigkeit Professor Krügers durchgeführten Arbeiten, aber auch seine Lehrtätigkeit, zeichneten sich durch große Praxisnähe aus. Einige der im IME entwickelten Anlagen und Verfahren fanden daher auch industrielle Anwendung. In seiner Zeit verlagerte sich der Schwerpunkt der Arbeiten von der Primärmetallurgie hin zum Recycling, zur Verarbeitung metallhaltiger Rest- und Abfallstoffe und zu Fragen des Umweltschutzes in der NE-Metallindustrie und der Nachhaltigkeit der Erzeugung und Verwendung von NE-Metallen.



Professor Joachim Krüger, the former holder of the chair and director of the IME – Institute of Non-ferrous Process Metallurgy at the RWTH Aachen, reached the age of 70 on June 16, 2003. He took over the chair and the institute from Professor Helmut Winterhager in August 1977 and held both until June 1999. The work and research carried out during these 22 years as well as his teaching were characterized by a strong practical relevance. Therefore a number of the systems and processes developed at the IME have found their way to industrial application. During his chairmanship the focus of metallurgical research shifted from problems of primary NF metallurgy to NF metal recycling, the processing of every kind of NF metal containing intermediate products and residues and to questions of environmental protection in the NF metal industry as well as the sustainability of NF metal production and use.

---

Professor (em.) Dr.-Ing. Joachim Krüger, Emeritus, langjähriger Inhaber des Lehrstuhls für Metallhüttenkunde und Direktor des Instituts für Metallhüttenwesen und Elektrometallurgie der RWTH Aachen, vollendete am

16. Juni 2003 sein 70. Lebensjahr. Im August 1977 hatte er von Prof. Dr.-Ing. Helmut Winterhager Lehrstuhl und Institut übernommen und betreute beides bis zum Juni 1999, ein Jahr nach seiner Emeritierung.

Die Epoche Winterhager (1952 bis 1977) war gekennzeichnet durch dessen phantasievolles Vorausdenken auf allen Gebieten der NE-Metallurgie, sein Interesse an den physikalisch-chemischen Grundlagen NE-metallurgischer Prozesse und vor allem durch seine Neigung, sich auch auf Nebengebieten seines Fachgebietes zu bewegen. Letzteres war sicher mit verursacht durch das absolvierte Studium der Technischen Physik an der RWTH Aachen. Stichworte zu den von ihm bearbeiteten Forschungsthemen sind z.B. Glimmlichtelektrolyse, Titanpulvermetallurgie, Schmelzflußelektrolyse sulfidischer und chloridischer Vorstoffe, physikalische Eigenschaften von NE-Schlacken, Elektroschlackeumschmelzen von NE-Metallen, bakterielle Laugung und Plasmatechnik.

Schon früh erkannte er die Bedeutung der Vakuumtechnik für die NE-Metallurgie und stattete das Institut mit den seinerzeit modernsten Vakuumschmelzanlagen aus. Neben mehreren kleineren Vakuuminduktionsöfen und einem Vakuumlichtbogenofen wurde z.B. 1959 der erste Elektronenstrahl-ofen an einem deutschen Hochschulinstitut installiert. Diese Neigung zur Vakuummetallurgie übertrug sich auf seinen Schüler Joachim Krüger.

Nach Übernahme von Lehrstuhl und Institut waren die ersten Jahre von Professor Krüger hauptsächlich davon geleitet, engere Kontakte zur einschlägigen Industrie zu knüpfen. Ziel war es, Drittmittel über Forschungsvorhaben einzuwerben, vor allem aber die Beziehungen zwischen Lehre und Forschung einerseits und industrieller Praxis andererseits zu intensivieren. In einer praxisbezogenen Forschung mit ihrem unmittelbaren Einfluß auf die Lehre sah er die erfolgreiche Zukunft des Institutes. Die wichtigsten Schwerpunkte seiner über 20jährigen Tätigkeit als Hochschullehrer, Institutsdirektor und Forscher waren

- pyro- und hydrometallurgische Metallgewinnung und -raffination,
- angewandte Elektrochemie,
- Werkstofftechnologie der NE-Metalle mit zugehöriger Analytik,
- Simulation großtechnischer Prozesse durch Modellierung und Simulation und vor allem
- Vakuummetallurgie.

Dazu kamen vor allem in den 90er Jahren Fragen des Umweltschutzes in der NE-Metallurgie unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung, wie z.B. das Recycling von NE-Metallen, die Minderung von Emissionen, Verarbeitung und Verwertung NE-metallhaltiger Zwischenprodukte und Reststoffe oder die Inertisierung von Abfallstoffen. Dabei war die Vakuumdestillation ein Schwerpunkt seiner Arbeiten.

Auch die Beratung von Industrieunternehmen, Behörden und Verbänden in Form z.T. sehr umfangreicher Studien nahm breiten Raum ein und trug zur Finanzierung des Wissenschaftsbetriebes bei.

Im Bereich der Lehre legten während seiner Dienstzeit 130 Metallhüttenleute, davon zwölf Damen, erfolgreich

ihr Examen ab, 68 Doktoranden promovierten unter ihm und drei Ingenieure habilitierten sich in dieser Zeit. Daneben nahm seine ehrenamtliche Tätigkeit in der Hochschulverwaltung, als Abteilungsleiter, Dekan, Mitglied mehrere Senatsausschüsse, aber auch im DAAD, beim HdT Essen und im „Deutsch-Französischen Hochschulkolleg (DFHK)“ einen erheblichen Teil seiner immer knapp bemessenen Zeit in Anspruch.

Waren bei Übernahme des Instituts die vorhandenen Einrichtungen mit wenigen Ausnahmen nur für labormäßige Arbeiten geeignet und reichten im Fall der Vakuuminduktionsöfen allenfalls bis in den kg-Maßstab, so erkannte Krüger, sicher auch bedingt durch seine mehrjährige Tätigkeit im Anlagenbau, daß eine effektive und ergebnisorientierte Zusammenarbeit mit der Industrie nur dann möglich ist, wenn – insbesondere im Bereich Pyrometallurgie – das Institut über größere Anlagen verfügt, die ein „scaling up“ der zu entwickelnden Prozesse leichter ermöglichen. Im Laufe der 80er Jahre wurden daher verschiedene Großanlagen z.T. bis in den 1 t-Maßstab aufgebaut, die das Institut zu einem begehrten Partner der Industrie werden ließen. Der ersten dieser Anlagen, einem 5 t-Drehtrommelofen und Danaergeschenk der Industrie, war allerdings aufgrund der Übergröße ein nur kurzes Leben beschieden. Sie wurde, ohne in Betrieb gegangen zu sein, wieder abgerissen. In einem Elektrolichtbogenofen, aufgerüstet in den 5 t/d-Maßstab, wurden die ersten Versuche zur Entwicklung der heutigen Gleichstromofentechnik mit luft- und wassergekühlten Bodenelektroden durchgeführt. Versuchen mit modernen Abgasreinigungsanlagen, ausgeführt mit wassergekühlten Wandelementen, wassergekühlter Boden- und hohler Kopfelektrode wurde in dieser Anlage eine Vielzahl von Untersuchungen zur pyrometallurgischen Verarbeitung bzw. Inertisierung NE-metallhaltiger Rohstoffe, Vor-, Zwischen- und Endprodukte vorgenommen.

Konzentrierten sich die vakuummetallurgischen Arbeiten Winterhagers auf die Herstellung und Raffination von Reinst- bzw. Reaktivmetallen, so verlagerte sich unter Krüger das Schwergewicht in den 80er Jahren auf die destillative Auf- und Umarbeitung NE-metallhaltiger Schrotte und Zwischenprodukte. Mit Hilfe eines 1981/82 installierten Vakuuminduktionsofens – ein Geschenk der Junker GmbH/Lammersdorf – konnten Verfahren im 1 t-Maßstab erprobt werden. Dies umfaßte z.B. die Abtrennung von Kupfer und Zinn aus Müllschrott, die Gewinnung von metallischem Lithium aus lithium- und zinkhaltigen Aluminiumschrotten oder die Aufarbeitung zink-, blei- und zinnhaltiger Kupferschrotte. Die Aufarbeitung von NiCd-Batterien durch Destillation, vom IME in einer Studie vorgeschlagen und im Labormaßstab erprobt, wird heute industriell angewandt. In einer ebenfalls in dieser Zeit konzipierten, selbst gebauten Wirbelschichtanlage wurden vor allem Untersuchungen zur Aufarbeitung von Reststoffen der Titandioxidpigmentproduktion durch Chloridspaltung durchgeführt. Die erwähnten Großanlagen wurden ergänzt durch kleinere Laboranlagen, in denen Vorversuche zur Ermittlung der für die

Großversuche am besten geeigneten Verarbeitungsparameter durchgeführt wurden.

Die Forschungsthemen konzentrierten sich Anfang der 80er Jahre vor allem auf die Pyrometallurgie, nicht zuletzt, weil die wenigen und kleinen hydrometallurgischen Apparate unzureichend im Institut untergebracht waren. Daher wurde 1985 ein hydrometallurgisches Technikum geplant, das gegenüber dem Institut unter tatkräftiger Mitwirkung fast aller Institutsangehörigen mit FAHO- und Institutsmitteln gebaut und mit modernen größeren hydrometallurgischen Anlagen wie z.B. kontinuierlicher sechsstufiger SX-Anlage, Vakuumkristallisator und Elektrolyseanlagen ausgestattet wurde. Damit war es jetzt möglich, Forschungsthemen wie z.B. die Abtrennung von Germanium, Gallium und Indium aus Zink-elektrolyten oder die Optimierung und Intensivierung von Kupferraffinationselektrolysen industriennah zu bearbeiten. Erwähnenswert sind auch die hier durchgeführten Versuche zur Modellierung großtechnischer Prozesse, z.B. des Mischverhaltens im QSL-Reaktor oder der Drahtinjektionstechnik beim vertikalen Strangguß von Kupferwerkstoffen.

Mit den Ende der 80er Jahre immer knapper werdenden Finanzmitteln, nicht zuletzt verursacht durch das Auslaufen der Förderung der Rohstoffforschung, verlagerte sich ab Anfang der 90er Jahre das Schwergewicht der Institutsarbeiten auf ökologische Probleme der NE-Metallurgie. Fragen wie

- Luftreinhaltung, z.B. beim Chlorieren von Aluminiumschmelzen
- Verringerung des Gefährdungspotentials NE-metallhaltiger Abfallstoffe, z.B. Armschmelzen
- Inertisierung NE-haltiger Schlacken oder sonstiger Reststoffe, wie z.B. von Filterstäuben und Schlacken aus Müllverbrennungsanlagen
- Aufarbeitung bzw. Verwertung metallhaltiger Sonderabfälle, wie z.B. die hydrometallurgische Aufarbeitung dioxinhaltiger Filterstäube der Sekundäraluminiumindustrie

standen im Vordergrund. Dabei gelang es gerade beim letzten Thema, ein Verfahren zu entwickeln, das geringfügig modifiziert, industrielle Anwendung gefunden hat.

Mit der Wiedervereinigung kam eine besonders schwierige Zeit auf das Institut zu, da praktisch kaum noch öffentliche Fördermittel zur Verfügung standen und der nicht unerhebliche Anteil an drittmittelfinanzierten Institutsmitarbeitern jetzt aus frei eingeworbenen Industriemitteln vergütet werden mußte. Ein Abbau von Personal im technischen und im wissenschaftlichen Bereich war die Folge. Trotz dieser Schwierigkeiten erfolgte jedoch die Weiterführung der erwähnten pyro- und hydrometallurgischen Arbeiten vor allem im ökologischen Bereich der NE-Metallurgie. Außerdem wurde durch Anschaffung und Betrieb einer vertikalen Laborstranggußanlage sowie einer horizontalen Dünnbandgießanlage der Weg zur Werkstoffprozeßtechnik geöffnet.

Durch die Mitarbeit und z.T. maßgebliche Gründungsaktivität in den zwei DFG-Sonderforschungsbereichen

- SFB 289:  
Formgebung metallischer Eigenschaften im teilerstarrten Zustand und deren Eigenschaften (seit 1996) und
- SFB 525:  
Ressourcenorientierte Gesamtbetrachtung von Stoffströmen metallischer Rohstoffe (seit 1997).

in denen das Institut auch heute wichtige Teilprojekte bearbeitet, verbesserte sich die finanzielle Lage des Instituts wieder. Durch die Zusammenarbeit mit einer Vielzahl von Instituten und die Mitwirkung wichtiger Industrieunternehmen und Verbände erhielten die wissenschaftlichen Mitarbeiter des Institutes die früher oft vermißte Gelegenheit, über den Tellerrand der eigenen Arbeiten hinwegzuschauen, sich im größeren Kreis darzustellen und zu behaupten und so wichtige Erfahrungen für die spätere Berufstätigkeit zu sammeln.

Heute liegt für Aachen und die anderen deutschen Metallurgieinstitute ein wichtiger Schwerpunkt der Arbeiten auf der Implementierung nachhaltiger Energie- und Umwelttechnik in der metallgewinnenden Industrie. Eine Vielzahl von Recyclingverfahren für Reststoffe und Problemschrotte wurden entwickelt sowie Wege zur Minimierung und Inertisierung metallhaltiger Abfälle ausgearbeitet. Begriffe wie die „abfallfreie Fabrik“ oder „closed loop production“ bestimmen jetzt die Arbeiten Seite an Seite mit der Industrie. Es ist Krüger zu verdanken, daß Aachen hier eine Vorreiterrolle eingenommen hat und er als „leading expert“ in europäischen Kommissionen insbesondere auch das Vertrauen der Wirtschaft genießt.

Mit dem Ende seiner aktiven Laufbahn am Ende des letzten Jahrhunderts finden wir uns gleichzeitig in einer Umbruchphase wieder, die große Herausforderungen zur langfristigen Absicherung von Metallurgiestandorten in Deutschland stellt. Als internationaler Standort befinden wir uns derzeit im Sinkflug. Wir sind zu teuer, zu schwerfällig und zu unflexibel. Deutsche Unternehmen werden zunehmend von internationalen Gruppen übernommen; Forschung und Entwicklung werden immer stärker im Ausland koordiniert, wodurch die Gefahr besteht, daß wir in diesen Bereichen in Folge des Wettbewerbsdrucks von China, Korea und Co. überholt werden. Da wir andererseits auch noch unsere Ausbildung internationalisieren und den modernsten Stand der Anlagentechnik exportieren, leisten wir dieser Entwicklung Vorschub und erhöhen hier das Risiko. Ein Institut wie das IME wird sich zukünftig an seinem Beitrag zur Entwicklung neuer Produkte und neuer Verfahren zur Senkung von Produktionskosten messen lassen müssen. Dies erfolgt heute in viel stärkerem Maße im „benchmarking“ mit europäischen, amerikanischen oder asiatischen Forschungseinrichtungen. Es gilt daher ein kombiniertes Angebot aus Grundlagenarbeit, Computersimulation und experimenteller Validierung zu finden und dabei nicht ins Mittelmaß abzusinken. Durch die Vernetzung oder Verkürzung von Prozeßketten ist eine Spezialisierung auf einzelne Methoden oder Ver-

fahren genauso wenig zielführend wie die auf einzelne Metalle. Der einzige Ausweg ist hier die Beteiligung an Kompetenzzentren und Forschungsnetzwerken. Das Institut als „Fürstentum“ hat sich überlebt und nur die Kooperation ist der Schlüssel zum Überleben.

Entscheidend für unseren Erfolg wird in Zukunft die Qualität der metallurgischen Ausbildung sein, die auch dadurch mitbestimmt sein wird, inwieweit es gelingt, studentischen Nachwuchs zu mobilisieren. Metalle gelten bei vielen jungen Menschen als „altmodisch“, der Ingenieurberuf als schwer, ohne Aufstiegschancen ins Top-Management und mittelmäßig bezahlt. Die Gesellschaft honoriert heute leider zu sehr Äußerlichkeiten wie schicke Anzüge, Dienstwagen, Notebooks, u.a.m., was sich mit anderen Studienabschlüssen leichter erreichen läßt. Wenn es aber nicht gelingt, den schwindenden technologischen Vorsprung durch Ingenieurwissen zu sichern und auszubauen, fehlt bald die Basis für den Wohlstand in Deutschland. Bildung zählt neben dem Arbeitsmarkt und den sozialen Sicherungssystemen zu den wichtigsten Reformfeldern in Deutschland, wie uns die PISA-Studie bewiesen hat und es auch unsere Hochschulerfahrungen deutlich zeigen. So erwartet die Wirtschaft zu recht auch von den Hochschulen die notwendige Bereitschaft, alte Zöpfe abzuschneiden und benötigte zukunftsorientierte Studiengänge auf-

zubauen. Auch an der Zahl zukünftiger Absolventen werden wir uns messen lassen müssen, selbst dann, wenn die Voraussetzungen von Politik und Wirtschaft mit gestaltet werden müssen.

Es ist eine große Leistung von Professor Krüger und für uns eine große Freude, daß er weiterhin hochaktiv tätig ist, um das IME für diese Aufgaben zu rüsten. Die Basis für unseren Erfolg von morgen liegt aber auch in seinen Absolventen, die er eng an das Institut gebunden hat und die uns stets einbinden in unternehmensentscheidende Aufgabenstellungen. Diese ERZMETALL-Ausgabe wurde von seinen Absolventen gestaltet, Professor Krüger zum Dank und seinem 70. Geburtstag gewidmet. Auch wenn dies nur eine zufällige Auswahl ist, zeigt sie doch die erfolgreichen beruflichen Karrieren einiger seiner Absolventen und die Aufgaben, die von diesen bearbeitet wurden und insbesondere in der Zukunft zu bearbeiten sind.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Friedrich  
Dr.-Ing. Klaus Krone  
IME Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling  
Intzestr. 3  
D-52056 Aachen