

SCHRIFTEN DER RHEINISCH-WESTFÄLISCHEN
TECHNISCHEN HOCHSCHULE
AACHEN

Heft 4

DE RE METALLICA

Akademischer Festvortrag
gehalten bei der Rektoratsübernahme der Rheinisch-
Westfälischen Technischen Hochschule Aachen am
11. November 1959

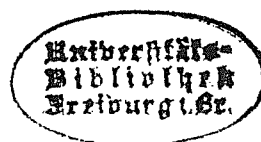
von

DR.-ING. HELMUT WINTERHAGER

ordentl. Professor der Metallhüttenkunde und
Elektrometallurgie

GIRARDET

1964 T 135



Bestellnummer 0112

Alle Rechte vorbehalten, auch die des Nachdrucks von Auszügen, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung

Druck: Verlag W. Girardet, Essen · Printed in Germany · 1961

Als der hochverehrte erste Bundespräsident unserer Bundesrepublik Deutschland, Professor Dr. H e u s s , von einer deutschen Universität feierlich durch die Verleihung des akademischen Grades und der Würde eines Doctoris honoris causa ausgezeichnet wurde, begann er nach der Verlesung der in lateinischem Text gehaltenen Urkunde durch den Rector magnificus seine Dankesansprache zum verlegenen Entsetzen seiner Zuhörer in wohlgesetztem Latein. Nach einigen Sätzen allerdings sprach er angesichts der Schockwirkung seiner lateinischen Satzperioden in der Sprache unseres Landes weiter, also nicht etwa, weil er Schwierigkeiten in der lateinischen Redeführung hatte, sondern weil er seine Zuhörer nicht weiter in Verlegenheit bringen wollte. Ich darf Ihnen versichern, daß in meiner Rede im wesentlichen nur das Thema „lateinisch“ ist, nicht etwa, weil ich meine Zuhörer nicht weiter in Verlegenheit bringen möchte, sondern weil ich selbst große Schwierigkeiten in der lateinischen Redeführung haben würde.

„DE RE METALLICA“ ist der Titel eines Werkes von Georg Agricola, welches zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen umfaßt,

„in denen die Ämter, Instrumente, Maschinen und alle Dinge, die zum Berg- und Hüttenwesen gehören, nicht nur aufs deutlichste beschrieben, sondern auch durch Abbildungen, die am gehörigen Orte eingefügt sind, unter Angabe der deutschen und lateinischen Bezeichnungen aufs klarste vor Augen gestellt werden.“

Dieses berühmte Werk, in dem erstmalig Theorie und Praxis des Berg- und Hüttenwesens in umfassender Darstellung behandelt werden, ist kurz nach dem Tode seines Verfassers im Jahre 1556 erschienen. Es ist also 403 Jahre alt, so daß für

den Vortragenden die reizvolle Möglichkeit, auf ein 400jähriges Jubiläum hinzuweisen, heute nicht mehr gegeben ist, da er sonst dem Verdacht Nahrung geben würde, daß es bei den Hüttenleuten auf so feine Unterschiede nicht ankomme, da sie sich ohnehin grundsätzlich mit der ersten Näherung begnügten.

Georg Agricola war nach dem, was wir heute als „Bildungsgang“ bezeichnen, kein Ingenieur, er war — Humanist. Sein Buch, und hier zitiere ich aus der deutschen Neuausgabe des Jahres 1928, „ist entstanden und zu verstehen aus den Gedanken des Humanismus und der Renaissance, aus der Kenntnis und Pflege der Antike, in glücklicher Vereinigung mit eigenen Beobachtungen und Verständnis für technische Dinge; aus einer Vereinigung, die in unserer Zeit in mehr als einer Hinsicht wichtig ist.“ Diese Feststellung führt uns nun unversehens in einen Problemkreis, in dem brennende Fragen der gegenwärtigen und zukünftigen Ausbildung an den Hohen Schulen nicht nur unseres eigenen Landes eingeschlossen sind, Fragen, die uns dazu verführen mögen, das Thema „Glanz und Elend der humanistischen Bildung“ zu diskutieren. Wir mögen verführt sein, auf die Mißverständnisse hinzuweisen, die in den Diskussionsgrundlagen zu diesem Thema allenthalben zu beobachten sind, so z. B., daß der technisch-wissenschaftlich gebildete Mensch unhuman sein müsse, wenn er keine humanistische Schulbildung hat, daß der Jurist, der Mediziner oder der Theologe ein „wirklichkeitsfremder“ Mensch sein müsse, wenn er nicht in einem studium generale Einblick in die Welt der Technik von heute genommen hat; wir könnten mit sophistischer Schläue darauf hinweisen, daß selbst Dr. Faustus, wie Goethe ihn gestaltet hat, in seinem heißen Bemühen scheitert, im Studium der Philosophie, Juristerei und Medizin und „leider auch“ der Theologie Befriedigung zu finden, daß er aber den höchsten Augenblick der Beseligung in der Vision der Verwirklichung einer großartigen eigenen Ingenieurleistung genießt. Denn sicherlich würde der Tat gewordene Gedanke, durch ein großzügiges System von Deichen und Dämmen dem Meere Land abzurufen und damit Lebensraum und Lebensglück für Tausende von Menschen zu schaffen, es rechtfertigen, daß Rektor und Senat einer Technischen Hochschule dem Antrage einer hochwohlloblichen Fakultät für Bauwesen zustimmen

würden, Herrn Dr. Faust „in Würdigung seiner Verdienste um den Wasserbau“ Grad und Würde eines Doktor-Ingenieurs Ehren halber zu verleihen. Aber so sehr uns diese Probleme auch am Herzen liegen mögen, ihre Erörterung würde uns zu weit fortführen von unserem Thema DE RE METALLICA.

Die zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen sind von Georg Agricola in der damaligen Gelehrtensprache, einem guten Latein, geschrieben, während ja heute die Gelehrtensprache, zumindest was die mündlichen Erörterungen bei wissenschaftlichen Tagungen in allen Ländern der westlichen Welt anbetrifft — wie man zu sagen pflegt — ein schlechtes Englisch ist.

Aber schon ein Jahr nach dem Erscheinen der lateinischen Ausgabe wurde auch die deutsche Übersetzung von Professor Bechius herausgegeben. In seiner Vorrede gibt Bechius „eine mit wenig Worten aufs kürzeste zusammengefaßte Inhaltsangabe des ganzen Werkes“, die ich hier zitieren darf unter Hinweis auf die reizvolle Aktualität des ersten Buches.

Denn:

„Im ersten Buche werden alle Argumente und Einwände derjenigen, die gegen den Bergbau je geredet oder geschrieben haben, mit vielen Worten erschöpfend widerlegt und umgestoßen.

Im zweiten Buche wird gezeigt, wie jeder richtige und verständige Bergmann sein soll und wie die Gänge aufzufinden sind.

Im dritten Buche wird von allerlei Gängen, Klüften und dem Absetzen des Gesteins gesprochen.

Das vierte Buch handelt von den Maßen und dem Markscheiden sowie von allen Ämtern der Bergleute.

Das fünfte Buch erklärt, wie ein Gang zu hauen sei und wie alle Schächte zu senken und aufzurichten sind, bringt auch die edle Kunst des Markscheidens an den Tag und spricht von Stollen, Feldorten, Radstuben, Gebäuden usw.

Im s e c h s t e n wird gehandelt von den Werkzeugen der Häuer, von allerlei Trögen, Wassergefäßen und Gerinnen, von mancherlei seltsamen Gezeugen und Künsten und zuletzt von bösen Wettern und anderen gefährlichen Zufällen, die den Berghäuern widerfahren.

Im s i e b e n t e n Buche wird genau und getreu die treffliche und nützliche Kunst des Probierens mit allen Instrumenten erklärt und was sonst dazu vonnöten ist.

Im a c h t e n Buch werden alle Arten und Weisen herbeigezogen und erklärt, auf welche das Erz bereitet wird, nämlich ausgelesen (geklaubt), gepocht, geröstet, gequetscht und vor allem gemahlen, gerädert, gewaschen, im Röstofen gebrannt usw.

Im n e u n t e n Buche wird mit größter Sorgfalt die Kunst an den Tag gebracht, allerlei Erz mit Nutzen zu schmelzen.

Im z e h n t e n Buche wird gelehrt, wie das Gold vom Silber, das Silber vom Gold, das Kupfer vom Gold und das Blei vom Gold und Silber zu scheiden seien und wie diese zwei kostbaren Metalle mit Nutzen feingebrannt werden sollen.

Im e l f t e n Buche wird auch dargelegt, wie das Silber vom Kupfer und vom Eisen zu seigern sei und wie alle Seigerhütten recht gebaut und aufgerichtet werden sollen.

Im z w ö l f t e n und letzten Buch werden alle festgewordenen Lösungen mitgeteilt, die aus Wassern oder aus flüssigen Lösungen oder aus verschiedenen Steinen gemacht werden; auch wird gezeigt, wie Salz zu kochen und das Glas zu machen sei."

Wir sehen, daß in diesem Werke fast alle Lehrgebiete einer Fakultät für Bergbau und Hüttenwesen von heute vertreten sind: die Bergbaukunde, die Markscheidekunde, die Aufbereitungskunde, die Probierkunde, die Eisen- und Metallhüttenkunde und schließlich die Gesteinshüttenkunde und selbst ein Lehrstuhl für chemische Technologie ließe sich zusätzlich aus diesem Standardwerk begründen.

Für die Metallurgen von besonderem Interesse ist das neunte Buch, das „von den Schmelzöfen und den Gewinnungsverfahren der Metalle“ handelt, und in dem die Einrichtungen und Verfahren zur Gewinnung des Goldes, des Silbers, des Kupfers, Bleies, Zinns, Eisens, Stahles, Quecksilbers, des Antimons und Wismuts im einzelnen beschrieben werden.

Es sind also im wesentlichen die schon im Altertum bekannten metallischen Elemente, die in Beziehung zur Sonne, zum Mond und den damals bekannten fünf Planeten gesetzt wurden:

Das Gold versinnbildlicht die Sonne auf Erden,
das Silber entsprach dem Glanz des Mondes,
das Kupfer wurde der Venus zugeordnet,
das Blei dem Saturn,
das Zinn dem Jupiter,
das Quecksilber dem Merkur,
das Eisen aber dem Mars.

Zu diesen sieben schon damals klassischen Metallen treten bei Agricola noch Antimon und Wismut hinzu, zwei Metalle, die zwar in früherer Zeit schon elementar dargestellt wurden, aber für besondere Abarten des Bleis gehalten wurden. Auch Agricola nennt das Wismut „Plumbum cinereum“, also aschgraues Blei und bezeichnet es als wahres Metall, wie auch das Zinn als plumbum candidum = weißes Blei bezeichnet wird. Von den insgesamt neun Metallen, die Agricola behandelt, findet das Gold sein besonderes Interesse.

In einem Zeitalter, das vom Golddurst beherrscht war, schreibt er im ersten Buch DE RE METALLICA:

„Denen ist Gold gut, die es recht zu gebrauchen wissen, aber denen bringt es ernstlich Schaden, die es übel brauchen. An den Lastern dieser Welt sind nicht die Dinge schuld, die man aus der Erde fördert, sondern allein der grausame Unverstand der Menschen oder die blinde und gottlose Gier der Herzen.“

Mit großer Ausführlichkeit setzt sich Agricola mit den Beziehungen des Menschen zum Golde auseinander, weist die Gefahren auf, die mit seinem Besitz verbunden sind und zeigt Wege, diese Gefahren zu vermeiden. Reizvoll sind seine Vergleiche mit anderen guten Dingen des Lebens.

„Welche guten Dinge“, so sagt er, „können wir nicht gleichermaßen in übler wie in guter Weise gebrauchen? Der Wein zum Beispiel ist bei weitem der beste Trank. Wenn man ihn mäßig trinkt, nützt er der Verdauung der Speisen und hilft zur Blutbildung. Er dient der Ernährung; auch nützt er nicht nur dem Körper, sondern auch dem Gemüte. Denn er verscheucht die Finsternis und den Trübsinn unseres Geistes, befreit uns von Sorgen und Kummer und gibt uns Vertrauen zur Welt. Wenn man ihn aber unmäßig trinkt, so schadet er dem Körper und erzeugt Krankheiten. Der Weintrinker hält auch den Mund nicht, er rast und tobt und begeht viele Schandtaten und Verbrechen. Darum ist sehr zutreffend, was Theognis in folgenden Versen sagt:

„Weine pflegen zu schaden, gießt Du sie gierig hinunter;
trinkst Du sie mäßig indes, nützen und helfen sie Dir.“

Mit diesem Zitat aus DE RE METALLICA aber sind wir wieder unversehens auf ein interessantes Randproblem gestoßen, nämlich auf die Beziehungen zwischen dem Hüttenwesen und den geistigen Getränken. Gerade der Wein verträgt sich nicht mit allen Metallen. Im alten Rom waren verbleite Geschirre aus Kupfer und Bronze allgemein im Gebrauch. Honig, der stets sauer reagiert, diente als Süßungsmittel und wurde vielfach gekocht, so daß er stark bleihaltig wurde. Zur Entsäuerung des Weins wurde Mennige benutzt, und in der kalten Jahreszeit trank man Glühwein, der mit bleihaltigem Honig gesüßt war.

Im antiken Schrifttum finden sich nun vielerlei Hinweise auf eine nicht erkannte Bleivergiftung, die sich, einer Seuche gleich, auf alle Länder des Weltreiches ausdehnte. Da als Folge der

e= lie gt r= r= n g = n e n d d = l

chronischen Bleivergiftung auch eine Keimschädigung zu beobachten ist, hat man daraus geschlossen, daß hier vielleicht der Schlüssel zum Verständnis für die vielen kinderlosen Ehen im alten Rom zu suchen sei und damit zugleich auch eine der Ursachen für den Untergang des römischen Imperiums. Doch — zurück zum Zeitalter des Agricola. Agricola war ein Zeitgenosse des berühmten Theophrastus von Hohenheim, genannt Paracelsus, jenes deutschen Arztes und Gelehrten, der zum Begründer der Iatrochemie, also der Chemie der Heilkunde wurde. Er suchte die „tinctura“, das „arcanum“, um den Menschen gesund zu machen und sein Leben zu verlängern. In der Gewißheit, daß dem Golde, das ja unvergänglich ist, das der Sonne zugeordnet ist, eine unvergleichliche Heilkraft innewohnen müsse, suchte auch er wie viele andere nach der Universalmedizin, dem „aurum potabile“, dem trinkbaren Gold. Das von ihm angegebene Rezept zur Herstellung der „quinta essentia auri“ ist allerdings so unklar gehalten, daß man nichts damit anfangen kann, aber da Paracelsus ein hervorragender Arzt war, waren seine Heilerfolge mit dem aurum potabile überragend, da ja der Glaube an die ungeheure Heilwirkung des trinkbaren Goldes den Patienten in die notwendige Heilbereitschaft versetzte. Auch heute kennen wir ein „aurum potabile“, das sehr geschätzt wird, aber nicht eigentlich eine Medizin darstellt: das „Danziger Goldwasser“. Es ist freilich auch kein Erzeugnis der Metallindustrie, so wenig, wie etwa die Industrie der Steine und Erden als repräsentatives Erzeugnis den „Steinhäger“ für sich reklamieren kann.

Doch nun wollen wir die Frage der Beziehungen zwischen Hüttenwesen und geistigen Getränken als genugsam erörtert nicht weiter behandeln und uns ein wenig weiter umsehen auf dem weiten Felde DE RE METALLICA. Heute kennen wir eine große Zahl von Metallen, die technisch genutzt werden, die aber Agricola noch unbekannt waren. Zwar fand man häufig Erze, die sich beim Verschmelzen sonderbar verhielten, etwa solche, die aussahen, als seien sie stark silberhaltig, aber beim Schmelzen nur giftigen Rauch entwickelten, oder andere Erze, die das Aussehen von Kupfererzen hatten, aber beim Schmelzen kein Kupfer ergaben. Daß in diesen Erzen andere metallische

Elemente von hohem Werte verborgen waren, erkannte man erst später. Im Mittelalter glaubte man, ein Berggeist habe diese zum Ärgernis der Menschen den Bergleuten in die Hände gespielt, ein Kobold oder ein Nickel treibe sein boshafte Spiel mit den braven Berghäuern. Erst im Laufe des 18. Jahrhunderts gelang es, die beiden Geister, den Nickel und Kobold, zu fassen, zu isolieren und sie zu zwingen, den Menschen zu dienen. Später bestimmte man ihr Atomgewicht und wies ihnen einen Platz im periodischen System der Elemente zu, und die Geister wurden so zahm, daß man sie gewissermaßen als neutralisiert ansehen konnte: statt d e r Nickel hieß es nun d a s Nickel, statt d e r Kobold hieß es nun d a s Kobalt.

Aber es zeigte sich auch hier wieder, daß ein echter Kobold keine Ruhe gibt. Während das Kobalt mit der Platznummer 27 im periodischen System und dem Atomgewicht 59 als wertvolles Nutzmetall den Menschen dient, zeigte vor wenigen Jahren der Kobold sich plötzlich aktiver als je zuvor. Mit Hilfe der Menschen machte er sich frei und setzte nun als „Kobalt 60“ die Menschen wiederum in Angst und Schrecken, stiftete Verwirrung und Unfrieden und drohte, die ganze Menschheit durch eine mit Kobalt ummantelte Wasserstoffbombe ausrotten zu können, wenn ihm nur einige wenige Menschen dabei behilflich sein wollten. Aber auch der „Kobold 60“ ist nicht nur ein böser Geist; wie alle Koblode hat er auch gute Eigenschaften und ist bereit, den Menschen zu dienen. Der Triumph des Menschen über den bösen „Kobold 60“ hängt nur von seiner Weisheit ab, und auch hier gilt das Wort Agricolas, daß an den Lastern dieser Welt nicht die Dinge selbst schuld sind, die wir ja gleichermaßen in übler wie in guter Weise gebrauchen können, sondern allein der grausame Unverstand der Menschen.

Neben den beiden, den Berggeistern zugeschriebenen Metallen Nickel und Kobalt war zu Agricolas Zeiten noch ein weiteres Metall nicht recht zu fassen, dem man zwar bei den Schmelzprozessen häufig begegnete, das man aber nicht recht isolieren konnte: der „Zinken“, wie ihn Paracelsus nennt, der im Ofenbruch festzustellen war oder in Gesteinen, die metallhaltig aussahen, aber beim Schmelzen kein Metall, sondern nur

Rauch lieferten. Der „Zinken“ hatte schon verschiedene Namen erhalten, bei Agricola finden wir die Bezeichnung „Conterfey“ oder auch „Cadmea“, und es war bekannt, daß man bei der Verschmelzung von Kupfer mit diesen Produkten eine Nachbildung des Goldes erhielt, also ein „Conterfey“, das freilich nicht die Eigenschaften des Goldes aufweist, und als Messing bekannt ist. Die Schwierigkeiten, das Metall selbst aus den „Zinken“ zu isolieren und rein darzustellen, wurden in Europa erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts überwunden. Die besonderen Eigenschaften des Zinks, wie es heute genannt wird, der niedrige Siedepunkt und die leichte Verbrennlichkeit, die es nötig machen, völlig abgeschlossene Gefäße, also Muffeln, für die Erzeugung von reinem Zink zu verwenden, haben es bei den Hüttenleuten nicht besonders beliebt gemacht. So ist es zu verstehen, daß z. B. im Harz die einfachen Hüttenarbeiter doch noch eine Art Kobold in diesem Metall vermuten, denn sie billigen diesem schwierigen Metall eine gewisse persönliche Note zu, indem sie es respektvoll „der Zink“ nennen. — Damit, meine Damen und Herren, sind wir nun schon aus dem Bereich des Rahmens, in dem Agricola sich bewegt, herausgegangen, und so möchte ich die weiteren skizzenhaften Ausführungen über die Entwicklung der Metallurgie überschreiben: „DE RE METALLICA“ oder „Was nicht im ‚Agricola‘ steht.“

Nachdem es gelungen war, metallisches Zink in größeren Mengen zu erzeugen und seine Eigenschaften zu studieren, wurde es ein viel gebrauchtes Metall, ein typisches Nutzmittel. Für die Auffindung und Darstellung weiterer metallischer Elemente hat es aber auch mittelbar eine wichtige Rolle gespielt; denn der Italiener Volta verwendete Zink- und Kupferplatten zur Aufstellung seiner galvanischen Säule, und damit wurde eine bahnbrechende Neuerung auf physikalisch-chemischem Gebiete geschaffen, die zugleich eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung der Galvanotechnik, der Elektrochemie und damit der Elektrometallurgie war. Mit der Voltasäule stand erstmalig eine genügend leistungsfähige Stromquelle zur Verfügung, die es gestattete, Metallverbindungen durch die Einwirkung der Elektrizität zu zerlegen, und es gelang dem jungen Davy, Kalium und Natrium in elementarer Form durch Elek-

trolyse geschmolzener Metallverbindungen zu gewinnen. In einem Vortrag „Chemie der Natur“ im Jahre 1807 führte Davy aus:

„Elektrizität und Chemie sind auf eine merkwürdige Weise miteinander verknüpft worden. Volta's Apparat, der dem elektrischen Organ des Zitterrochens ähnlich ist, bringt langsam und unmerklich die erstaunenswertesten Veränderungen hervor. Die Feuer- und Lichterscheinungen, welche bei allen früheren Entdeckungen über Elektrizität eine Hauptrolle spielten, und durch welche die Tatsachen so populär, überraschend und faßlich wurden, können bei weitem nicht mit den viel wichtigeren Erscheinungen und Kräften des Galvanismus zusammengestellt werden. Nicht durch Flaschen, Explosionen und Blitze, sondern durch stilles und meist unmerkliches Tätigsein bringt er seine größten Wirkungen hervor.“

Die Begeisterung über den Erfolg Davys war gewaltig, und man stiftete ihm eine neue Volta'sche Batterie mit 2000 Kupfer- und Zinkplatten; mit dieser Riesenanlage gelang es Davy, weitere wesentliche Beiträge zur Erforschung und Reindarstellung der übrigen Erdmetalle zu leisten, so daß er schreiben konnte:

„Ich wage es, für die Metalle der alkalischen Erden folgende Namen in Vorschlag zu bringen: Barium, Strontium, Calcium und Magnium.“

Der Name Magnesium war zu seiner Zeit schon einem anderen Metall zugeteilt worden, das im Braunstein enthalten ist und später erst den Namen Mangan erhielt, woraufhin dann das Magnium in Magnesium umbenannt wurde.

Die Alkalimetalle und die Erdalkalimetalle sind nun, abgesehen vom Magnesium, keine eigentlichen Nutzmanmetalle. Gleichwohl sind sie von großem Nutzen in der Metallurgie geworden, denn mit ihrer Hilfe ist es möglich geworden, andere Metalle aus ihren Verbindungen zu isolieren und in reiner Form darzustellen. Sie dienen also als Reduktionsmittel. So haben Oersted und Wöhler zuerst das Aluminium durch die reduzierende

Kraft des Kaliums aus seinen Verbindungen isoliert, und in Frankreich hat St. Claire-Deville jahrzehntelang in technischem Maßstabe Aluminium durch Reduktion von Aluminiumverbindungen mit Natrium gewonnen. Selbst in unserer Zeit werden in großtechnischem Maßstabe Metalle, wie Titan, Zirkon, Tantal und Niob, Vanadium und Uran aus ihren Halogenverbindungen durch Reduktion mit Natrium, Calcium oder Magnesium in reiner Form gewonnen.

Für die Aluminiumgewinnung allerdings ist dieser Weg verlassen worden. Nachdem es Bunsen gelungen war, im Laboratorium durch Elektrolyse geschmolzener Halogenverbindungen des Aluminiums einen eleganten Weg zur Darstellung des Metalls zu weisen und später mit der Erfindung der Dynamomaschine durch Werner von Siemens eine leistungsfähige Stromerzeugungsanlage geschaffen worden war, erwies sich nach Überwindung einiger Schwierigkeiten der Weg der Schmelzflußelektrolyse zur Gewinnung des Aluminiums dem Verfahren der Reduktion mit Natrium als weit überlegen. Etwa seit der Jahrhundertwende begann der Siegeszug des Leichtmetalls Aluminium, für den allerdings die berühmte Erfindung Alfred Wilms, seine Entdeckung der aushärtbaren Aluminiumlegierungen, eine weitere notwendige Voraussetzung war. Dieser gewaltige Aufschwung der Aluminiumindustrie hat dann dazu geführt, unzulässige Extrapolationen des zeitlichen Verlaufs der Produktionskurve zu versuchen und die Voraussage zu wagen, daß wir aus dem Zeitalter des Eisens in ein Zeitalter der Leichtmetalle hinüberwechseln. Nun, wenn man feststellen muß, daß zur Zeit auf jede Tonne Eisen und Stahl, die verbraucht werden, nur 8 bis 10 kg Leichtmetalle verbraucht werden, so hat die wirkliche Entwicklung diesen kühnen Prognosen nicht Rechnung getragen. So ist jede Prophetie, nicht nur im eigenen Lande, sehr gefährlich.

Diese Feststellung gilt auch für eines der jüngsten Nutzmatalle, das Titan. Zwar war schon gegen Ende des 18. Jahrhunderts das Oxyd des Titans aus seinen Erzen isoliert und als „Metallkalk“ eines bis dahin unbekannten metallischen Elementes definiert worden, auch hatte Klaproth nach den mythologischen Ursöhnen der Erde, den Titanen, dieses metallische

Element benannt, aber die Isolierung des Elementes aus seinen Verbindungen erwies sich als außerordentlich schwierig. Erst die Reduktion der Halogenverbindungen des Titans mit Alkali- oder Erdalkalimetallen unter Ausschluß der Luft führte zum Erfolg. Das Interesse für Titan ist zu verstehen, wenn man berücksichtigt, daß es eine reizvolle Kombination verschiedener physikalischer und technologischer Eigenschaften in sich vereinigt: es ist duktil, zeigt aber hohe Elastizität und Härte, gleichzeitig ist es sehr korrosionsbeständig und — verglichen mit Stahl und Schwermetallen — von geringer Wichte. Mit einer Wichte von 4,5 ist es zwar schwerer als Magnesium und Aluminium, aber wesentlich leichter als Stahl oder Kupfer und Zink, so daß man einige Zweifel hatte, ob dieses neue Nutzmateriale nun als leichtes Schwermetall oder als schweres Leichtmetall zu betrachten sei. Es ist sozusagen ein Vertreter der „Halbschwergewichtsklasse“, aber da man diese neue Gruppe von Metallen nicht einführen wollte, hat man sich entschieden, das Titanmetall zu den Leichtmetallen zu zählen, und das „Wichtelimit“, das in den Lexika unter dem Stichwort „Leichtmetalle“ mit 3,5 angegeben war, geringfügig zu erhöhen.

Die Impulse für die Entwicklung der Titanerzeugung gingen von militärischen Überlegungen aus. Eine Produktion in technischem Maßstabe begann erst einige Jahre nach dem letzten Kriege, wobei vor allem in den Vereinigten Staaten mit Unterstützung der Regierung in wenigen Jahren die Erzeugung von 10 Tonnen jährlich auf 25 000 Jahrestonnen anstieg und weitere Erzeugungskapazitäten bis zu 60 000 Jahrestonnen geschaffen wurden. Schon sagten die Optimisten für die nicht zu ferne Zukunft eine Produktion von über 1 Million Jahrestonnen voraus, als gewissermaßen über Nacht ein entscheidender Rückgang der Erzeugung eintrat, so daß nur noch 10% der vorhandenen Kapazitäten genutzt werden konnten. Die Ursachen für diesen „Titanensturz“ der hoffnungsvollen Titanerzeugung liegen in einer militärischen Entscheidung; etwa 90% der Titanerzeugung wurden für den Bau von Langstreckenbombern benutzt und auch von den 90% war der Hauptanteil für einen bestimmten Flugzeugtyp verwendet worden. Der Übergang zum Raketenprogramm brachte zugleich die Stornierung des Baues dieser Langstreckenflugzeuge und damit auch die Stornierung

der Regierungsaufträge auf Titanmetall. Die Folge war ein Schrumpfen der Titanproduktion auf ein Maß, das den wirklichen Verhältnissen eines echten Metallmarktes entspricht, so daß dieses junge Metall sich seine Zukunft nun erobern muß.

Dennoch hat die forcierte Unterstützung der Produktion von metallischem Titan entscheidend dazu beigetragen, die Entwicklung auf dem Gebiete der Schmelztechnik der Metalle zu beschleunigen. Insbesondere hat die Vakuum-Schmelztechnik wesentliche Impulse für die großartige Entwicklung, die in den letzten 10 Jahren auf diesem Gebiete zu beobachten ist, durch die Forderungen an die Qualität von Titan und Titanlegierungen erhalten, Forderungen, die in zunehmendem Maße auch bei den klassischen Nutzmanmetallen, sowohl bei den Eisenwerkstoffen als auch bei den Legierungen der Nichteisenmetalle gestellt werden.

Hier hat insbesondere die Entwicklung auf dem Gebiete der Kernenergie völlig neue und dem Metallurgen zunächst fremde Gesichtspunkte und Forderungen an die Eigenschaften seiner Metalle ergeben. Nun begannen die Kernphysiker und Kernchemiker ein neues Kapitel „DE RE METALLICA“ zu schreiben, das den Hüttenleuten sehr befremdlich erschien. Statt der klassischen Reaktionsgleichung vom Typ

$$\text{Titanchlorid} + \text{Magnesium} \rightarrow \text{Magnesiumchlorid} + \text{Titan}$$
hantierten die Kernchemiker mit Atomkernen und Elementarteilchen, sie synthetisierten die Metalle gewissermaßen aus den Bausteinen der Materie, sie schrieben Reaktionen an, in denen keine Metallverbindungen, sondern nur noch die Symbole der Elemente selbst mit Massezahl und Kernladungszahl in Verbindung mit Elementarteilchen erschienen, sie stellten Reaktoren auf, in denen neue Metalle gebrütet werden, und verlangten hierzu nicht einmal die Lieferung von Energie; im Gegenteil: sie erklärten sich bereit, selbst noch Energie zu liefern. Allerdings stellten sie dem klassischen Metallurgen und Chemiker dafür besondere, ungewohnte Aufgaben. Sie verlangten z. B. die Elemente 90 und 92, Thorium und Uran, mit einem Reinheitsgrad, der nur schwer erreichbar erschien. Auch andere Metalle, die für die Reaktoren gebraucht wurden, sollten von

den Metallurgen mit gleich hohem Reinheitsgrad geliefert werden; und während seither für die Hüttenleute der Reinheitsgrad ihrer Metalle durch die Anforderungen der Verarbeiter auf den klassischen Gebieten der Technik bestimmt war, während z. B. die Edelmetalle schon lange, selbst aus schwierig zu verarbeitenden Hüttenprodukten wie Speise und Stein, als „Vierneuner“ feine Metalle gewonnen worden waren, auch das Blei und das Zink den gleichen Reinheitsgrad aufwiesen, mußten nun neue Gesichtspunkte berücksichtigt werden: es wurden „nuklearreine“ Metalle verlangt. Nicht die technologischen Eigenschaften waren maßgebend, sondern der Einfangquerschnitt für thermische Neutronen. Statt der dem Hüttenmann geläufigen Angabe des Gehaltes an Verunreinigungen in „Gramm pro Tonne“ hieß es nun „parts per million“. Auch die Aufbereitung der Brennstoffelemente der Reaktoren, die Trennung der Spaltprodukte und ihre Reindarstellung sind interessante metallurgische Probleme; hier scheinen mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten der Unschädlichmachung radioaktiver Abwässer die dem Hüttenmann vertrauten Verfahren der Raffination und Trennung von Metallen auf thermischem Wege, also durch Schmelz- und Verdampfungsprozesse, sinngemäß anwendbar zu sein, zugleich werden aber neue Aufgaben der Lösung harren, da nun eine doppelt „heiße“ Metallurgie berücksichtigt werden muß, also in „heißen Zellen“ metallurgische Verfahren bei hohen Temperaturen durchgeführt werden müssen.

Es mag aus diesen wenigen Beispielen aus der modernen Metallurgie der große Fortschritt zu ersehen sein, der seit dem Erscheinen des Werkes DE RE METALLICA von Georg Agricola in 400 Jahren das Streben des Menschen auf diesem Gebiete kennzeichnet, und wir mögen erinnert werden an das mitternächtliche Gespräch des Dr. Faustus mit seinem Famulus Wagner, in dem dieser händereibend erklärt:

„Verzeiht! es ist ein groß Ergetzen,
Sich in den Geist der Zeiten zu versetzen,
Zu schauen, wie vor uns ein weiser Mann gedacht,
Und wie wir's dann zuletzt so herrlich weit gebracht.“

Und wenn wir daran denken, daß im Weltenraum Gebilde von Menschenhand kreisen, daß sie uns über Hunderttausende von Kilometern hinweg Informationen übermitteln, daß wir aber mit den „Kobolden“ auf unserer alten Erde immer noch nicht fertig zu werden vermögen, dann mögen wir auch an die von tiefer Skepsis durchdrungene Antwort des Dr. Faustus denken:

„O ja, bis an die Sterne weit!“