



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Anfänge der Naturbeherrschung

Chemische Technologie der Naturvölker

Weule, Karl

Stuttgart, 1922

12. Die Metallurgie. Ihre Urherde. Oxydation und Reduktion. Der Kohlenstoff und seine Rolle im Eisen. Unsere Endprozesse. Chemie des Hochofenprozesses. Die Metallurgie der Naturvölker: Renn- und ...

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78284](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78284)

12. Die Metallurgie.

Das ist nun noch mehr der Fall bei der allerjüngsten technischen Errungenschaft der Menschheit, der Gewinnung und Verarbeitung der Metalle. Als Urherde unterscheiden wir den westasiatisch-mittelmeerischen, den indisch-indonesischen, den chinesischen, den altmexikanischen und den altperuanisch-kolumbischen, wobei es eine offene Frage bleibt, ob und inwieweit die altweltlichen abhängig oder unabhängig voneinander sind und welches im ersten Fall der wahre Ausgangspunkt ist. Prof. von Luschan hat den Beweis zu erbringen versucht, daß für den Westen der Alten Welt der Neger der eigentliche Erfinder wenigstens der Eisentechnik sei und daß diese Technik dann vom dunklen Weltteil aus ihren Weg über Ägypten nach Westasien und Europa genommen habe*). Während die Alte Welt durchweg die Edelmetalle kennt und von den unedlen Kupfer (nebst seiner Legierung, der Bronze) und Eisen herstellt und verarbeitet, sind von den beiden altamerikanischen Metallvölkern die Azteken nicht über das Kupfer, die Inkaperuaner nicht über die Bronze hinausgekommen.

Bei uns ist in den letzten anderthalb Jahrhunderten kaum ein Gebiet so sehr der Gegenstand tausendfältigen Studiums gewesen wie die Physik und die Chemie der Metalle, ihrer Herstellung, ihrer Eigenschaften und ihrer Verarbeitung; nichts prägt unserer Zivilisation denn auch so unverkennbar ihren Stempel auf als gerade dieser metalltechnische Zug. Dabei sind wir noch längst nicht am Ende, wie die täglichen Errungenschaften offenbaren. Allein schon der Stahl bildet ein Problem für sich, das selbst unseren feinsten technischen Köpfen noch manche Nuß zu knacken aufgeben wird.

Für den westasiatisch-europäischen Kulturkreis ist seit nahezu 100 Jahren die Ansicht herrschend geworden, daß Herstellung und Verwendung des Kupfers und der Bronze der des Eisens vorausgegangen sind, daß auf eine Kupfer-Bronzezeit ganz allgemein die Eisenzeit gefolgt ist. Für die übrigen altweltlichen Provinzen läßt sich der Beweis für den gleichen Entwicklungsgang nicht so ohne weiteres erbringen, weil dafür die Prüfungsmöglichkeiten einstweilen nicht ausreichen. Richard Andree, der in seinem geschätzten Buch „Die Metalle bei den Naturvölkern“ auch

*) S. v. Luschan, Eisentechnik in Afrika. Zeitschrift für Ethnologie. Berlin 1909.

diese Frage anschnidet*), spricht sich für Afrika für eine Gleichzeitigkeit des Aufkommens von Kupfer und Eisen aus, während er über die übrigen Bezirke nur berichtet. Für die Richtigkeit seiner Ansicht über Afrika spricht, daß die Herstellungsmethoden für beide Metalle übereinstimmen.

Gediegen kommen Kupfer und Eisen in der Natur verhältnismäßig selten vor, dieses in der Form des Meteoreisens, jenes vor allem am Oberrhein in Nordamerika; sonst müssen beide aus ihren Erzen, die im großen und ganzen entweder Oxide und Schwefelverbindungen sind, durch chemische Prozesse gewonnen werden. Bei den Sauerstoffverbindungen oder Oxiden erfolgt ihre Abscheidung so, daß man diese mit Kohle in geeigneten Öfen erhitzt, wodurch sie zu Metallen reduziert werden. Die Schwefelverbindungen müssen dagegen erst an der Luft erhitzt, wie der Sachausdruck lautet, geröstet werden. Dabei verbrennt der Schwefel zu schwefliger Säure und das Metall zum Oxid, das nun mit Kohle reduziert wird.

Über diese einfachen Grundsätze hinaus sind die Verfahren im Rahmen unserer europäischen Technologie zu höchst differenzierten, den Sondereigenschaften jeder Abart von Erzen gerecht werdenden Verhüttungsprozessen geworden, deren Gesamtbeherrschung vermutlich selbst dem Fachmann einige Mühe bereiten dürfte. Für den Ethnographen liegt die Sache aus dem Grund ungleich einfacher, als seine Schutzbefohlenen, wie gesagt, auch hier auf den untersten Sprossen der hohen Leiter stehengeblieben sind.

Der Volksmund unterscheidet bei unserem wichtigsten Metall nur Eisen und Stahl; erst bei eindringenderen Kenntnissen spricht er von Gußeisen, Stahl und Schmiedeeisen. Chemisch-physikalisch kommt er damit der Wahrheit insofern näher, als auch die Technologie bis vor kurzem die gleichen Unterschiede machte. Sie stützte sich dabei auf den verschiedenen großen Gehalt des Metalls an Kohlenstoff, der bei Gußeisen 2,3 % und mehr, bei Stahl 1,6 % und weniger, jedoch immer noch mehr als bei Schmiedeeisen beträgt, das weniger als 0,5 % Kohlenstoff enthält. Eisen mit 1,6 bis 2,3 % Kohlenstoff findet in der Technik keine Verwertung. Seitdem hat man erkannt, daß die verschiedenen Eigenschaften des Metalls nicht bloß von der Menge des in ihm enthaltenen Kohlenstoffs, sondern sehr wesentlich auch von der Form, in der er darin auftritt, abhängen. Flüssiges Eisen enthält den Kohlenstoff gelöst. Beim plötzlichen Erstarren des Eisens bleibt der Kohlenstoff in die-

*) R. Andree, Die Metalle bei den Naturvölkern. Leipzig 1884.

sem Zustand im Eisen, während sich bei langsamer Abkühlung ein großer Teil als Graphit und Eisenkarbid ausscheidet und nur ein kleiner gelöst zurückbleibt. Unter Zugrundelegung dieses Verhaltens und vor allem auch der recht mannigfaltigen Endprozesse bei der Darstellung, dem Frischen, Puddeln, Zementieren, Tempern, dem Bessemer-, Siemens-Martin- und Thomasverfahren, unterscheidet die neueste Eisenkunde je nach Herstellungsweise und Verwendungszweck eine für den Laien schier verwirrende Zahl von Benennungen, die hier anzuführen ebenso unmöglich wie überflüssig ist, zumal sich die gesamte Metallurgie der Naturvölker auf einige wenige Grundprozesse beschränkt.

Unser Ausgangsprozess ist heute fast ausschließlich die Verarbeitung der Eisenerze im Hochofen zu Roheisen, das dann weiter in die übrigen Eisen- und Stahlsorten umgewandelt wird, was im wesentlichen durch die Regelung des Kohlenstoffgehaltes geschieht. Man vermindert diesen bei der Stahlbereitung entweder direkt bis zu dem gewünschten Grad oder geht über ihn bis zur annähernden oder gar völligen Entkohlung hinaus, um darauf durch das entgegengesetzte Verfahren zu der richtigen Zusammensetzung zu gelangen.

Allen Anfängern auf dem Gebiet der Eisenbereitung ist dieses Verfahren versagt. Eisen nimmt nämlich 2,3 % Kohlenstoff und mehr nur bei sehr hohen Temperaturen auf, die zu erzeugen jene außerstande sind. Daher ist Gußeisen weder unseren frühgeschichtlichen Vorfahren, noch dem klassischen Altertum, noch dem Malaien, noch dem Neger bekannt; sie alle haben lediglich Schmiedeeisen oder, wie man heute offiziell sagt, Schweißeisen, im besten Fall Schweißstahl zu erzeugen vermocht, wie das bei den Negern und Malaien noch heute der Fall ist, soweit europäisches Metall der alten Industrie noch das Leben belassen hat.

Dieses Unvermögen erklärt sich aus den technischen Vorrichtungen von selbst. Unser Roheisen wird erzeugt in wahren Riesen von Hochofen, 15—20 und mehr Meter hohen Schächten, in denen in ununterbrochenem Betrieb tagtäglich bis zu Hunderttausenden von Kilogrammen Roheisen erzielt werden können. Das ist nur möglich durch die reichliche Zuführung stark (bis auf 700 bis 800 Grad) erhitzter Luft, die durch ebenso riesenhafte Gebläsevorrichtungen seitlich in den unteren Teil des Hochofens gepreßt wird. In diesen trägt man das Erz, die „Beschickung“, und das heute ganz vorwaltend aus Koks bestehende Brennmaterial schichtweise von oben her ein, wobei man zugleich den sog. Zuschlag in Form von Kalkstein, Tonerde und auch Sand je nach Bedarf hin-

zufügt. Dieser Bedarf wird bedingt durch den ungeheuer wichtigen Zweck des Zuschlags, der aus dem Schmelzungs Vorgang ohne weiteres erhellt.

In dem Maße wie der Schmelzungsprozeß im unteren Teile des Hochofens fortschreitet, sinken die Schichten von oben nach und werden erhitzt. Die Erze verlieren die Feuchtigkeit, dann auch chemisch gebundenes Wasser und werden weiter unten auch schon reduziert, ohne daß jedoch bereits ein Schmelzen eintritt. Es entsteht vielmehr ein schwammförmiges Eisen, das zunächst in den noch nicht geschmolzenen erdigen Beimengungen verteilt bleibt, beim weiteren Herabsinken bei 1000° Kohlenstoff aufnimmt, hierdurch leichter schmelzbar wird, und bei 1100—1200° zu schmelzen beginnt. Jetzt hat das Eisen noch die Zone zu passieren, wo die heiße Luft in den Ofen eingeblasen wird. Bei der hohen Temperatur würde es einfach wieder zu Eisenoryd verbrennen, wenn nicht jener Zuschlag wäre, der hier unter der Bezeichnung Schlacke eine wichtige Rolle zu spielen hat.

Schlacken sind Doppelsilikate, also eine Art Glas. Man wählt nun jene Zusätze stets so, daß sie erst, nachdem das Eisen genügend Kohlenstoff aufgenommen hat, um Gußeisen zu sein, zu einem Glase zusammenschmelzen. Dieses hüllt die einzelnen Tropfen des flüssigen Eisens ein und schützt sie vor dem Einfluß der Gebläseluft. So kommt das Metall durch jene Zone, ohne wieder zu verbrennen. Unter ihr trennt sich das flüssige Eisen durch seine größere Schwere von dem leichteren Glase, und beide laufen flüssig aus dem Ofen.

Die Naturvölker besitzen entweder gar keine oder doch nur so niedrige Öfen, daß durch natürliche Luftzufuhr, durch Zug, nirgends wirkliche Schmelztemperaturen entstehen. Zwar verfügen sie über Gebläse, aber über keine Winderhitzung, so daß ihnen auch von dieser Seite keine ausreichende Hilfe kommt. Schließlich ist auch keiner ihrer Öfen auf Dauerbetrieb eingerichtet, sondern man verläßt ihn nach einmaligem Gebrauch oder muß ihn zwischen je zwei Beschickungen jedesmal erst ausräumen. Wenn sie trotzdem ein gar nicht übles Schweißeisen, ja im alten Indien sogar einen trefflichen Stahl, den Wuz, zu erzielen vermocht haben, so beruht das vielleicht mehr auf der Gunst der Naturbedingungen als auf ihrer Intelligenz.

Die ursprünglichste Reduktionsmethode ist das sog. Rennverfahren, das unsere gesamte frühe europäische Metallurgie beherrscht und bei Naturvölkern noch heute vielfach beobachtet werden kann. Am einfachsten stellt man es sich als ein richtiges,

grubenförmig vertieftes Schmiedefeuere vor, nur daß dessen Material statt aus Steinkohle aus Eisenerz und Holz oder Holzkohle besteht. Die immerhin kräftige Luftzufuhr durch noch so primitive Blasbälge reicht aus, um aus besonders leicht reduzierbaren Erzen metallisches Eisen herzustellen und es mit mehr oder weniger Kohlenstoff derart zu verbinden, daß Schweiß Eisen oder gar Schweißstahl entsteht.

Die Güte des Erzeugnisses wird dadurch bedingt, daß die Temperatur nicht hoch genug steigt, um Kieselsäure zu reduzieren, wäh-



Abb. 10. Rennfeuerartiger Stückofen der Wahutu, Okafrika.

rend die für jedes Eisen höchst unerwünschten Schwefel und Phosphor bei der langen Dauer des Prozesses abgeschieden werden. An ein wirkliches Schmelzen ist hier natürlich noch gar nicht zu denken, das Eisen bildet vielmehr eine Art Schwamm, der zusammensintert und dadurch der Kohlun entzogen wird. Mit der Schlacke zusammen bildet es sog. Luppen, formlose Klumpen, die man durch andauerndes Hämmern nach und nach von der Schlacke reinigt, um schließlich das reine Metall zu gewinnen. Den Kohlenstoffgehalt und damit den Charakter des Eisens reguliert man vereinzelt durch nachträgliches Erhitzen im Frischfeuer.

Einen Fortschritt, zugleich allerdings auch den Höhepunkt natur-

völkischer Metalltechnik stellen die wirklichen Öfen dar, wie sie sich bei vielen Stämmen Afrikas, im indomalaiischen Kulturkreis und auch wohl sonstwo noch finden und wie sie auch in der Form der Stück- oder Wolfsöfen bis tief ins 18. Jahrhundert bei uns üblich waren. Es handelt sich um Hochöfen im kleinen, Gebilden bis zu vier Metern Höhe, in denen auch bei uns noch immer nur ungeschmolzenes stahlartiges Schweißeisen erzeugt wurde. Bei den Naturvölkern sind sie ungemauert, bestehen vielmehr aus Ton und schwanken zwischen roh übereinandergetürmten Tonklumpen, wie es Abb. 10 zeigt, und sorgsam ausgestrichenen, auch inner

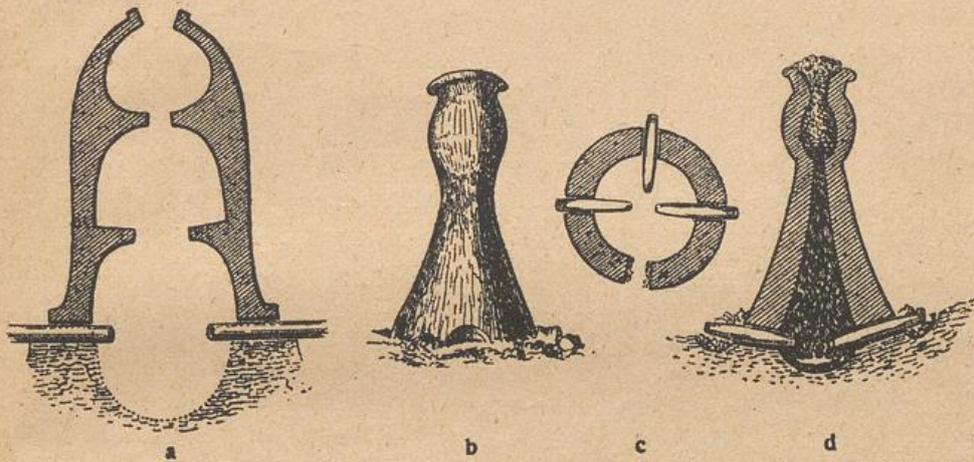


Abb. 11. Stücköfen der Bongo und Djur. a Bongo-Ofen, Vertikalschnitt. b—d Djurofen. b von außen; d Vertikalschnitt; c Querschnitt in Höhe der Düsen. Nach Schweinsfurth.

ganz sachgemäß durchgeführten Anlagen, wie die Abb. 11 und 12 es dartun. Die meisten afrikanischen und alle indomalaiischen Stücköfen werden mit Gebläsen bedient, dem Gefäß- und dem Schlauchblasbalg in Afrika, dem Pumpengebläse und anderen, zum Teil merkwürdigen Formen am und im Indischen Ozean. Die drei ersten haben wir unseren Lesern bereits in der „Naturbeherrschung I“, Seite 74, vorgeführt. Anderswo, besonders in Westafrika, finden sich gebläselose Öfen; um den nötigen Zug zu erzeugen, müssen sie dann recht hoch sein. Über vier Meter gehen aber auch sie nicht hinaus.

Nach innerer Einrichtung, Beschickung und Luftzufuhr ähneln, wie man sieht, alle diese Öfen dem sog. rheinischen Hochofen, wie er in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch bei uns gebräuchlich war, ja in bezug auf die große Zahl der Gebläsedüsen reichen ostafrikanische sogar an den Hochofen der Gegenwart heran, der im Gegensatz zu der einen Düse des rheinischen Ofens deren

drei bis sieben, ja selbst bis 12 besitzt. Wenn trotzdem kein Schmelzen des Eisens erfolgt, so liegt das einmal an der Unzulänglichkeit des Einzelgebläses, vor allem aber an der Kälte der zugeführten Luft. Im Hinblick auf beide muß man andererseits staunen, daß überhaupt ein Ergebnis erzielt wird. Bedingt wird es außer durch die bereits erwähnte Länge des Prozesses durch den überaus

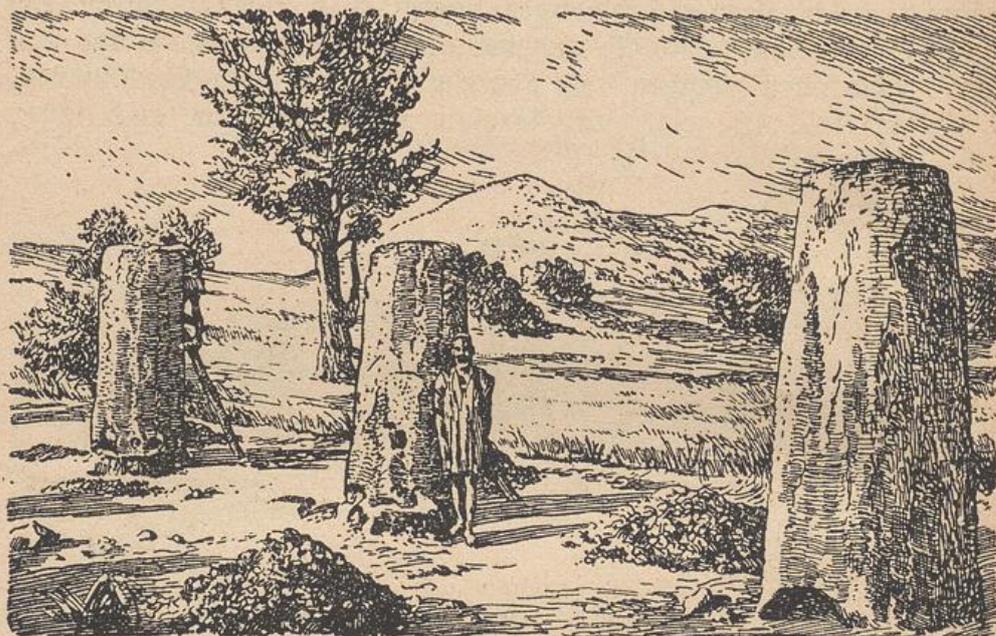


Abb. 12. Gebläselose Stücköfen in Bangjeli, Togo. Nach Hupfeld.

leicht reduzierbaren Brauneisenstein und der in Gestalt seiner Verunreinigungen ganz von selbst vorhandenen Schlacke von Kalkstein, Tonerde und Sand, die die einzelnen Eisenblättchen sorgsam in sich bettet und zur Luppe zusammenballt.

13. Schlußbetrachtung.

Das ist ein ganz kurzer Abriß der chemischen Technologie der Naturvölker, wie sie sich bei einem raschen Durchschreiten ihrer Er-rungenschaften darbietet. Ein größerer Raum hätte die Dervollständigung des Bildes nach vielen weiteren Richtungen gestattet, doch würde das beigebrachte Material am Gesamturteil über ihre Leistungen und Fertigkeiten vermutlich nichts ändern. Wie nicht anders zu erwarten, stimmt dieses für die Chemie vollkommen mit dem für die Physik abgegebenen überein: nirgends ein wirk-