

für
Berg- und Hüttenwesen.

Gustav Kroupa,
k. k. Bergrat in Brixlegg.

Redaktion:

C. v. Ernst,
k. k. Hofrat und Kommerzialrat in Wien.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Karl **Balling**, k. k. Bergrat, Oberbergverwalter der Dux-Bodenbacher Eisenbahn i. R. in Prag; Eduard **Donath**, Professor an der technischen Hochschule in Brünn; Willibald **Foltz**, k. k. Kommerzialrat und Direktor der k. k. Bergwerks-Prod.-Verschl.-Direktion in Wien; Karl **Habermann**, k. k. o. ö. Professor der Bergakademie Leoben; Julius Ritter v. **Hauer**, k. k. Hofrat und Bergakademie-Professor i. R. in Leoben; Hans **Höfer**, k. k. Hofrat und o. ö. Professor der Bergakademie in Leoben; Josef **Hörhager**, Hüttenverwalter in Turrach; Adalbert **Káš**, k. k. o. ö. Professor der Bergakademie in Příbram; Ludwig **Litschauer**, königl. ungar. Oberingenieur, Leiter der königl. ungar. Bergschule in Selmeczbánya; Johann **Mayer**, k. k. Bergrat und Zentralinspektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn; Franz **Poech**, Oberberggrat, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien; Karl von **Webern**, k. k. Ministerialrat im k. k. Ackerbauministerium und Viktor **Wolff**, kais. Rat, k. k. Kommerzialrat in Wien.

Verlag der Manzchen k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, I., Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen Beilagen. **Pränumerationspreis:** jährlich für **Österreich-Ungarn** K 24,—, halbjährig K 12,—; für **Deutschland** M 21,—, resp. M 10,50. Reklamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Über titanhaltiges Holzkohlen-Roheisen von Turrach in Obersteiermark. — Die Erzprobenahme und die Zurichtung des Durchschnittsmusters für die chemische Analyse. (Schluss.) — Über die Zugutmachung goldhaltiger Schlämme. (Schluss.) — Notizen. — Literatur. — Amtliches. — Berichtigung. — Ankündigungen.

Über titanhaltiges Holzkohlen-Roheisen von Turrach in Obersteiermark.

Von **J. Hörhager.**

Es ist schon seit langem bekannt, dass ein geringer Zusatz von Nickel, Chrom oder Wolfram die Qualität des Eisens und Stahls bedeutend verbessert. In neuerer Zeit geht nun von Deutschland und Amerika das Bestreben aus, durch Zusatz von Titan eine Qualitätsverbesserung zu erreichen. In Deutschland ist es die „Allgemeine Thermo-Gesellschaft in Essen an der Ruhr“, welche nach dem alumino-thermischen Verfahren Dr. Goldschmidts 20 bis 25⁰/₁₀₀iges Ferrotitan erzeugt; ein geringer Zusatz von $\frac{1}{2}$ bis 1⁰/₁₀₀ Ferrotitan zum Gusseisen gibt letzterem einen Titangehalt von 0,1 bis 0,25⁰/₁₀₀ und bewirkt, dass der Guss vollständig ausläuft, feinkörnig und weniger spröde wird und die Neigung zur Lunkenbildung abnimmt, so dass besonders für heiklen Maschinenguss ein Zusatz von Titan vorteilhaft ist. Auf der Ausstellung in Düsseldorf im Jahre 1902 waren Gusseisenräder und Zylinder der königlichen Werkstätten in Nippes bei Köln zu sehen, welche zum Teil ohne, zum Teil mit Zusatz von Titan gegossen waren und einen deutlichen Beweis für die vorteilhafte Wirkung des Titanzusatzes gaben.

In Amerika soll nach dem „Jahrbuche für das Eisenhüttenwesen“, II. Jahrg., S. 390, die „Ferro Titanium Co.“ die Errichtung einer größeren Anlage für Ferrotitanerzeugung bei den Niagarafällen beschlossen haben, nachdem Versuche auf größeren amerikanischen Stahlwerken die Verwendbarkeit des Ferrotitans, sowie die vorzüglichen Eigenschaften des Titanstahles erwiesen hatten.

Da es in Amerika, wie in Skandinavien titanhaltige Eisenerze gibt, so ist eigentlich die Erzeugung von titan-

haltigem Roheisen näherliegend als die Darstellung von Ferrotitan und dessen Zusatz zum Eisen. Die Erzeugung von titanhaltigem Roheisen im Hochofen ist jedoch nach den herrschenden Anschauungen mit solchen Schwierigkeiten verbunden, dass man nach den in Deutschland wie in Amerika gemachten Erfahrungen die Verarbeitung titanhaltiger Erze im Hochofen geradezu scheut. In Deutschland, wo früher titanhaltige Magneteisensteine von Skandinavien verhüttet wurden, ist man von deren Bezug ganz abgegangen mit der Begründung, dass die Reduktion des Titans im Hochofen schwierig sei und sich starke Bodenversetzungen aus schwerschmelzbaren Titanverbindungen bilden.

Wedding führt in seinem „Handbuch der Eisenhüttenkunde“, Band 1, Seite 375 bis 377 an, dass eine Verbindung von Titan mit Eisen zweifelhaft sei, dass Versuche zur Erzeugung von Titaneisenlegierungen weder mit Eisen noch Stahl gelungen seien und dass alle sogenannten Titanstahle sich als titanfrei erwiesen hätten. Bei den auf Veranlassung der preussischen Regierung vorgenommenen Versuchen, durch Verwendung von Titaneisensand aus Neuseeland titanhaltiges Eisen zu erzeugen, wurde kein Erfolg erzielt, wahrscheinlich, weil die Reduktionstemperatur im Hochofen für die Zerlegung der Titansäure — TiO_2 — zu gering ist.

Ledebur gibt in seinem „Handbuch der Eisenhüttenkunde“, Band 1, Seite 361 an, dass der größere Teil der in manchen Eisenerzen enthaltenen Titansäure — wegen der Schwerreduzierbarkeit des Titans — in

die Schlacke gehe, ein geringer Teil jedoch vom Eisen aufgenommen werden könne und dass ein Titangehalt bis 0,2%, selten mehr, in manchen Roheisensorten nachgewiesen werden kann. In Ledeburs Aufsatz: „Über den Kleingehalt des Eisens an verschiedenen Körpern“, enthalten in der Zeitschrift „Stahl und Eisen“, Nr. 18 vom 15. September 1904, werden als Beispiele von titanhaltigem Roheisen angeführt: 1. Ein ungarisches graues Holzkohlen-Roheisen mit 0,039% Titan; 2. ein westfälisches, aus titanhaltigen Elbaerzen erblasenes, tiefgraues Hämatitroheisen mit 0,116% Titan; 3. Ein Holzkohlen-Roheisen aus dem ehemaligen Holzkohlen-Hochofen in Sterkrade mit 0,134% Titan.

Nach diesen Untersuchungen Ledeburs wird also Titan beim Hochofenprozesse vom Roheisen, wenn auch nur in geringer Menge, aufgenommen.

In Amerika besteht, oder bestand wenigstens, ein Vorurteil gegen titanhaltige Erze, weil man glaubte, dass schon ein Gehalt von 1% TiO_2 in der Hochofenschlacke diese im Hochofen unschmelzbar mache. Nach einer Abhandlung „Über die Metallurgie des Titans“ von August J. Rossi in den „Transactions of the American Institute of Mining Engineers 1902“, — wovon eine Übersetzung in Nr. 14, 15 und 16, Jahrgang 1903, dieser Zeitschrift erschien — ist jedoch dieser Glaube unbegründet und sind die Störungen beim Verschmelzen der amerikanischen titanhaltigen Erze wahrscheinlich auf zu großen Kalkgehalt in der Beschickung zurückzuführen¹⁾. Nach Rossi ist das aus titanhaltigen Erzen erblasene Roheisen ein prachtvolles Eisen, ausgezeichnet für Hartguss und besonders für den Martinofen geeignet; auffallenderweise enthält es — selbst bei sehr titanreicher Beschickung — immer nur sehr geringe Mengen Titan, selten mehr als einige Zehntelprozente.

Nach Rossi scheint die Anwesenheit von Titan im Hochofen eine reinigende Wirkung auf das Produkt zu haben, indem schädliche Beimengungen ausgeschieden werden. Insbesondere scheinen Sauerstoff und Stickstoff durch Titan in fester Form gebunden und aus dem Roheisen entfernt zu werden. In einer Stickstoffatmosphäre von 800° soll Titan ebenso leuchtend brennen wie Eisen im Sauerstoff. Nach der vorerwähnten Abhandlung Rossis wurde durch Zusatz von nur 3% einer 10%igen Titanlegierung beim Umschmelzen im Kupolofen die Qualität des Koksroheisens Nr. II auf jene des schottischen Holzkohlen-Roheisens gebracht und die Zugfestigkeit von 18 auf 21 *ky*, die Druckfestigkeit von 1,80 auf 2,13 *ky* pro *mm*² erhöht, und beim gleichen Zusatz zu schottischem Holzkohlen-eisen wurde die Zugfestigkeit auf 23,9 *ky*, die Druckfestigkeit auf 2,43 *ky* pro *mm*² gebracht. Im Jännerheft

¹⁾ Es wird erinnert, dass Rossi in seinem 20' (6,1 *m*) hohen Versuchsofen Erze mit 20% TiO_2 und 52 bis 53% Fe mit einem Wind von 400° F Wärme und 16 bis 18 Unzen (53 bis 60 *mm*) Pressung ohne größeren Koksgebrauch verschmolzen hat. Niedrige Titanhalte werden aber nach wie vor als für den Ofenbetrieb schädlich betrachtet. („The Eng. and Min. Journal“ 1904).
Die Red.

des „Iron and Steel Metallurgist“ veröffentlicht Doktor Moldenke, ein hervorragender amerikanischer Gießereimann, einen Aufsatz, der in der Zeitschrift „Stahl und Eisen“, Nr. 9 vom 1. Mai 1904 wiedergegeben ist. Am Schlusse desselben heißt es: „Auf Grund von Versuchen, welche Rossi in der Gießerei von Dr. Moldenke gemacht hat, hält dieser das Titan für ein gutes Mittel, um Roheisen bis zu einem gewissen Grade von gelöstem Oxydul zu befreien. Die Zugabe von 0,2% Titan zu einem oxydierten Gusseisen erhöht seine Festigkeitseigenschaften um 20%, ohne dass die Zusammensetzung des Eisens verändert wurde“.

*

Da nach den günstigen Versuchsergebnissen das Titan für die Qualitätsverbesserung von Eisen und Stahl immer mehr zur Geltung kommt, so dürfte die Erzeugung von titanhaltigem Roheisen in dem kleinen Holzkohlen-Hochofen in Turrach in Obersteier von mehr als örtlichem Interesse sein. Es soll daher im folgenden einiges darüber mitgeteilt werden. Turrach ist in hüttenmännischen Kreisen in den Sechzigerjahren des vorigen Jahrhunderts bekannt geworden, als dort von Tunner eine Bessemerie eingerichtet wurde, welche nach jener von Krupp die zweite auf dem Kontinente war. Früher war das seit 1665 in Turrach erzeugte Eisen zur Darstellung des bekannten Paaler Frischstahls verwendet worden, der für Werkzeuge und Uhrfederfabrikation sehr gesucht war. Auch der seit 1863 aus Turracher Roheisen erblasene Bessemerstahl erfreute sich eines vorzüglichen Rufes als Qualitätsstahl, bis dessen Erzeugung aus wirtschaftlichen Gründen mit dem Ablaufe des vorigen Jahrhunderts eingestellt wurde. Nur das Turracher Roheisen selbst wird — trotz allgemeinen Eingehens der Holzkohlen-Hochöfen — noch immer erzeugt, weil es wegen seiner besonderen Qualität einen höheren Wert besitzt und für Hart- und Maschinenguss, für feuerbeständigen Guss, wie Kokülen und Glühkasten, sowie für Temperguss und als Zusatz im Martinofen auch zu höheren Preisen gekauft wird.

Die gewöhnliche Erklärung, dass die besondere Qualität des Turracher Eisens in der Verwendung von Holzkohle und in der Reinheit der Erze begründet sei, erscheint nicht ausreichend; gegenüber den neueren Forschungsergebnissen, wonach ganz geringe Beimengungen einzelner Elemente dem Eisen besondere Eigenschaften verleihen, drängte sich die Vermutung auf, es könnte auch im Turracher Roheisen irgend ein Element vorhanden sein, welches bisher bei der Untersuchung unbeachtet geblieben war. Eine auf den Kleingehalt an seltenen Elementen gerichtete Analyse im Jahre 1902 ergab, dass Nickel, Chrom, Antimon und Arsen im Turracher Roheisen nicht enthalten sind; dagegen wurde Titan mit 0,11 bis 0,14% nachgewiesen, das seitdem in jeder darauf untersuchten Probe von Turracher Roheisen und Erzen gefunden wurde. Da nach Wedding das Vorkommen von Titan im Eisen zweifelhaft ist, so wurden diese Titanbestimmungen nicht bloß von einem

Werkslaboratorium, sondern auch von der k. k. Bergakademie in Leoben und dem k. k. Technologischen Gewerbemuseum in Wien durchgeführt; es folgen im

nachstehenden die in verschiedenen Laboratorien gemachten, nach dem steigenden Titangehalt geordneten Roheisenanalysen.

Analysen von Turracher Roheisen aus den Jahren 1903 und 1904,
geordnet nach dem steigenden Titangehalt.

Nr.	I	IIa	IIb	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		XI
											Im Kupolofen umgeschmolzen		
Bezeichnung des Roheisens	Weißes Flossen	Lichtgrau Direkt vom Ofen gegossene Probestäbe mit gemeinsamen Einguss		Graue Flossen	Tiefgraue graphit. Flossen nach Inbetriebsetzung des Ofens	Halbierte Flossen	Graues Roheisen für direkten Guss		Tiefgraue Flossen mit Zusatz von $\frac{1}{6}$ Buchenkohle		Eingüsse	Probestab	
Graphitischer C . . .		2,33	2,59	2,97	3,16					3,12		2,80	
Gebundener C . . .		1,17	0,65	0,51	1,06					0,45		1,47	
Gesamt. Kohlenstoff	3,42	3,50	3,24	3,48	4,22	3,02	?	?	3,04	3,57	?	4,27	
Silizium	0,445	1,19	1,11	1,44	0,86	1,01	1,749	?	1,09	1,63	1,35	0,93	
Mangan	1,97	1,74	1,74	1,97	0,77	2,10	2,708	2,875	3,70	1,94	2,28	1,40	
Schwefel	0,074	0,03	0,03	0,04	0,02	0,066	0,031	0,018	0,03	0,05	0,03	0,04	
Phosphor	0,102	0,07	0,08	0,065	0,01	0,068	0,070	0,060	0,06	0,07	0,07	0,08	
Kupfer	0,006	?	?	0,004	Spur	0,007	0,026	0,023	0,007	?	0,028	?	
Titan	0,030	0,04	0,04	0,07	0,09	0,098	0,115	0,107	0,14	0,15	0,03	0,21	

Wie aus dieser Zusammenstellung von zwölf Analysen zu ersehen, ist der Titangehalt gering und auffallenderweise bei dem im Kupolofen umgeschmolzenen Roheisen mit 0,21 $\frac{0}{0}$ am höchsten; dieser Prozentsatz entspricht nun jenem, welcher sich nach Rossi selbst bei sehr titanreichen Erzen im Roheisen findet, sowie auch jenem Gehalte, welcher durch Zusatz von Ferrotitan in das Gusseisen gebracht wird. Soweit aus den bisherigen Analysen ein Urteil zulässig, ist der Titangehalt von der Reduktionswirkung im Hochofen abhängig, beträgt bei weißem und halbiertem Roheisen unter 0,10 $\frac{0}{0}$ und steigt im grauen Roheisen bis auf 0,15 $\frac{0}{0}$; letzterer Gehalt wurde bei Zusatz von einem Viertel Retortenbuchenkohle erreicht. Da nach all den Titanbestimmungen des Turracher Roheisens das Titan immer, allerdings in wechselnden Mengen, in das Roheisen geht, während es nach den in Deutschland gemachten Erfahrungen, an Kohlenstoff und Stickstoff gebunden, ausgeschieden wird und Versetzungen im Boden bildet, so seien nachstehend die besonderen Betriebsverhältnisse in Turrach geschildert, welche auf den Titangehalt im Roheisen von Einfluss sein dürften.

Als solche erscheinen: Die Verwendung leichter Weichkohle und titanhaltiger, vorwiegend feiner Erze; die damit zusammenhängende, auffallend geringe Windpressung von 25 bis 30 *mm* Quecksilbersäule oder 0,03 bis 0,04 *kg* auf 1 *cm*²; ferner die geringe Windtemperatur von 300^o und das Schmelzen mit basischer magnesia-reicher Schlacke. Der Hochofen wird auf Grauroheisen für direkten Guss betrieben und erzeugt täglich 10 *t* bei 44 *m*³ Inhalt. Die Ofenhöhe ist 12,4 *m*, die Weite im Gestell 1,5 *m*, im Kohlsack 3 *m*, an der Gicht 1,10 *m*; der Rastwinkel beträgt 75^o.

Die Weichkohle ist fast ausschließlich aus Abfällen erzeugte Fichtenkohle und hat trocken ein Gewicht von 130 bis 140 *kg* für einen Raummeter, welches durch beigemengte Lärchenkohle auf 150, durch Nässe oder

viel Lösche auf 170 bis 180 *kg* gesteigert wird. Zum Ausgleich der wechselnden Kohlenqualität wird ein Zusatz von Lärchen- oder Retortenbuchenkohle gegeben, wobei infolge der kleinstückigen Beschaffenheit die Windpressung bei gleicher Hubzahl des Gebläses bis auf 40 *mm* steigt.

Die Erze sind Brauneisensteine aus den benachbarten Bergbauen Rohrerwald und Steinbach; als zeitweiser Zusatz werden Röstspate vom sog. Kupferbau gegeben, einem Tagbau, der nur arme dolomitische Erze lieferte und daher vor mehr als 30 Jahren bereits aufgegeben wurde; die davon noch vorhandenen Röstspate sind daher fast ganz zerfallen, aber noch reiner an Schwefel als die Braunerze. Über die chemische Zusammensetzung der Erze im rohen wie im gerösteten Zustande geben nachfolgende Analysen Aufschluss.

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass, abgesehen von Analyse IV, der Titangehalt im Roherz auf 100 Eisen 0,09 bis 0,21 $\frac{0}{0}$ beträgt und letzterer Prozentsatz daher das Höchstmaß ist, welches mit dem Turracher Erze dem Roheisen zugeführt werden kann. Der im Steinbacher Roherz gefundene Titangehalt von 0,41 auf 100 Eisen dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, dass bei der Probenahme in der Grube an den einzelnen Abbauorten nicht der richtige Durchschnitt genommen wurde, worauf auch der hohe Eisengehalt von über 53 $\frac{0}{0}$ im Roherz hinweist. Zur Kennzeichnung der Erze wird angeführt, dass die Rohrerwalder Brauneisensteine zwischen Gneis und Glimmerschiefer im Liegenden, dolomitischen Kalk im Hangenden in einer Mächtigkeit bis 3 *m* vorkommen und in der ganzen Mächtigkeit stark zersetzt sind, so dass sie fast nur als Feinerz, sog. Damm oder Mott gewonnen werden und auch die wenigen Stufen auf der Halde bald zerfallen; nach unten geht das Lager teilweise in Schwefelkies über, weshalb die Vermutung nahe liegt, dass die Rohrerwalder Braunerze, gleich anderen Erzvorkommen, aus Schwefelkies durch Umwandlung entstanden sind. Es finden sich auch in den obern

Erzlagen feste, durch ihre Schwere auffallende Knollen, welche außen Braunerz sind, im Innern aber einen Kern von Schwefelkies zeigen. Da im Roherz sich nur mehr 0,06 bis 0,07% Schwefel finden, so ist die Umwandlung von Schwefelkies in Braunerz nahezu vollendet. Eben deshalb gelten auch die Erze als sehr gut schmelzbar und wurden mit Vorliebe bei Erzeugung von Bessemerroheisen zugesetzt. Doch kann dieser Zusatz wegen der

mulmigen Beschaffenheit der Erze nur bis 30% getrichen werden, da sonst die Schmelzsäule zu dicht liegt. Früher wurden die Erze in liegenden Öfen mit Gasen geröstet, in neuerer Zeit aber werden sie nur mehr roh gegichtet, da der Ofengang damit erfahrungsgemäß nicht schlechter wird. Wahrscheinlich wird durch das Roherz mehr als durch Rösterz das Verbrennen der leichten Kohle im oberen Ofenteile verhindert und die Hitze nach abwärts gedrückt.

Analysen von Turracher Eisenerzen und Zuschlagkalk.

Nr. Bezeichnung der Erze	I von Rohrerwald			II von Steinbach				III Kupferbau		IX Dolomitischer Zuschlagkalk
	Roherz		geröstet mit Gichtgas	Roherz Stufen und fein	geröstet		Röstspat	30 Jahre abgelagert		
	fein	in Stufen			mit Gas kurz ab- gelagert	mit Holzkohle frisch 9 Monate abgelagert				
Glühverlust	12,60	15,36	4,25	11,76	5,02	3,32	2,87	5,68	SiO ₂ 0,34	
SiO ₂	12,31	8,42	8,21	4,63	7,07	7,72	7,78	12,26	FeCO ₃ 1,31 mit 0,63 Fe	
Fe ₂ O ₃	64,82	64,87	75,24	75,94	80,89	84,04	84,25	59,16	MnCO ₃ 0,38 " 0,18 Mn	
Mn ₂ O ₄	3,24	2,70	2,89	2,94	3,11	2,65	2,71	2,12	CaCO ₃ 63,13 " 35,3 CaO	
Al ₂ O ₃	1,18	0,86	3,68	2,96	0,58	0,72	0,76	0,27	MgCO ₃ 34,62 " 16,4 MgO	
CaO	3,94	5,77	3,72	0,48	0,80	0,33	0,36	14,30	Summe 99,78	
MgO	0,60	0,89	1,51	0,18	1,04	0,14	0,11	15,22		
Alkalien	0,76	0,34	?	0,32	0,27	0,38	?	?		
TiO ₂	0,12	0,11	0,12	0,37	0,09	0,09	0,09	0,15		
S	0,07	0,06	0,11	0,10	0,09	0,18	0,10	0,006		
P	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	?	0,03		
Cn	0,11	0,09	0,01	0,05	0,12	0,10	?	0,09		
Summa	99,78	99,50	99,77	99,76	99,11	99,70	99,03	99,286		
Metallisches Fe	45,37	45,41	52,67	53,16	56,62	58,83	58,97	41,41		
Mn	2,33	1,94	2,08	2,12	2,24	1,91	1,99	1,52		
Ti	0,072	0,066	0,072	2,222	0,054	0,054	0,054	0,09		
Ti auf 100 Fe	0,158	0,147	0,136	0,417	0,095	0,092	0,092	0,217		

Die Braunerze von Steinbach kommen bis zu 12 m Mächtigkeit zwischen Kalk im Hangenden und Gneis im Liegenden vor und bilden das Haupterz für Turrach. Obwohl sich auch neben diesen Erzen mitunter Schwefelkies findet, scheinen sie doch hauptsächlich aus Magnet-eisenstein hervorgegangen zu sein, da einzelne Lagen Einschlüsse von Magnetit in Form sog. Froschaugen zeigen, reicher an Eisen als die Rohrerwalder Erze sind und überwiegend in Stufen brechen. Sie werden deshalb alle geröstet und bleiben dann wenigstens ein halbes Jahr zur Abwitterung liegen, wobei sie stark zerfallen. Wegen des hohen Gehaltes an Eisenoxyd und des geringen Schwefelhaltes werden diese gerösteten Steinbacher Erze von Weicheisengießereien als Tempererze gekauft. Bei Ausscheidung solcher Erze in Graupengröße mittels Durchwerfens durch Gitter von 10 mm Maschenweite ergibt sich, dass über die Hälfte der Erze durchfällt, also der Gehalt an Feinerz im abgelagerten Rösterz über 50% beträgt. Da nun die Rohrerwalder Roherze ebenfalls meist staubförmig sind, so enthält die Gattierung 70 bis 80% Feinerz, wodurch der Ofenbetrieb besonders bei nasser oder löschreicher Holzkohle erschwert wird, da Hängen und Stürzen der Gichten mit Explosionen eintritt. Wird jedoch das Steinbacher Rösterz frisch in größeren Stücken verwendet, so fällt wegen unzureichender Reduktion leicht halbiertes Roheisen. Aus den Erzanalysen folgt, dass die Gasröstung weniger scharf ist

als die Röstung mit Abfallholzkohle, da die erstere Erze mit noch 5% Glühverlust und 56% Eisen, letztere aber solche mit 3% Glühverlust und 58% Eisen ergibt; dagegen ist bei Holzkohlenröstung der Schwefelgehalt im Rösterz 0,18%, also doppelt so hoch als bei Gasröstung mit 0,09%, weil bei letzterer mehr Luftüberschuss und daher bessere Oxydationswirkung vorhanden ist. Bleiben jedoch die Rösterze längere Zeit liegen, so wird der Schwefelgehalt nahezu um die Hälfte vermindert, wie aus dem Vergleich der Analysen VI und VII hervorgeht.

Als Zuschlag wird ein dolomitischer Kalk aus dem Hangenden des Erzlagers verwendet; seine Menge beträgt gegen 8% vom Erzgewichte. Die Analyse (Tabelle II, Kolumne IX) zeigt, dass der Kalk ungefähr zu einem Drittel aus Magnesia besteht.

Die Windpressung mit nur 25 bis 30 mm Quecksilbersäule vor den Düsen dürfte wohl die geringste derzeit bei Holzkohlenöfen übliche Pressung sein; ihre geringe Höhe ist durch die leichte Weichkohle und die Feinheit der Erze bedingt. Da in der Erhöhung der Windpressung einer der bedeutendsten Fortschritte im Hochofenbetriebe besteht, so wurde auch beim Turracher Ofen wiederholt die Verwendung der Gebläseluft mit höherer Pressung versucht, doch immer führte dies zur Verlangsamung des Ofenganges, dann zum Hängen der Gichten und deshalb musste der Versuch jedesmal bald wieder

aufgegeben werden. Um das schon bei 35 bis 40 mm Pressung eintretende Hängenbleiben der Gichten zu erklären, wurde der Druck der Holzkohlenstücke auf 1 cm² Fläche ermittelt; es ergab sich, dass flache Stücke von Fichtenkohle 0,50 bis 0,74 g, runde Stücke von Ästen 0,66 bis 1,60 g, Stücke von Retortenbuchenkohle 0,80 bis 2,0 g Druck auf 1 cm² Unterlagsfläche ausüben, wogegen dieser bei klein bis großstückigen Koks 2,3 bis 8,8 g beträgt. Demgegenüber entspricht der Windpressung von 25 bis 30 mm ein Aufdruck oder Auftrieb von 30 bis 40 g vor den Düsen; wird die Gegenpressung im Ofen nur mit einem Drittel davon angenommen, also 10 bis 13 g, so ist dieser Auftrieb des Windes im Ofen gegenüber 0,5 bis 1,6 g Auflagedruck der Kohle das 8 bis 20fache davon, so dass also bei der, infolge des vorherrschenden Feinerzes ziemlich dichten Schmelzsäule im Ofen, die niedersinkende Kohle vom Winde oder von den Gasen im Ofen gleichsam in Schwebelage gehalten wird und der Ofengang bei höherer Pressung zum Stehen kommt.

Da in neuerer Zeit die Frage zu lösen ist, in welcher Weise am besten die bei magnetischer Aufbereitung gewonnenen Feinerze im Hochofen verschmolzen werden können, so kann nach den in Turrach gemachten Erfahrungen darauf hingewiesen werden, dass geringe Windpressung und dabei geringe Ofenhöhe mit nicht zu engem Profil am ehesten zum Ziele führen dürften. Als der Turracher Ofen im Jahre 1870 von 10,7 m auf 13,4 m erhöht wurde, konnte damit weder die angestrebte Produktionssteigerung noch sonst ein Vorteil erreicht werden; es wurde bei der letzten Ofenzustellung der Ofen wieder auf 12,4 m abgetragen.

Die Hochofenschlacke hat nach den vorhandenen Analysen aus verschiedenen Monaten und bei wechselnder Beschickung folgende Zusammensetzung:

Analysen von Turracher Hochofenschlacken.

Gehörig zu Roheisen Nr.	III	VII	VIII
SiO ₂	37,97	35,96	35,98
FeO	1,66	1,59	1,78
MnO	3,43	2,13	1,31
Al ₂ O ₃	11,85	14,52	12,45
CaO	29,67	25,10	30,04
MgO	13,42	18,70	16,12
S	?	0,81	?
P ₂ O ₅	?	Spur	?
TiO ₂	0,32	Spur	0,21
Alkalien u. Verluste	1,68	?	2,11
Summe	100,00	98,81	100,00
Sauerstoff der Säure	20,24	19,16	19,18
Sauerstoff der Base	20,48 = 0,98	22,25 = 0,86	21,51 = 0,88
Verhältnis der Basen			
CaO : MgO : Al ₂ O ₃	1 : 0,45 : 0,40	1 : 0,75 : 0,58	1 : 0,57 : 0,41

Nach diesen Analysen sind sämtliche Hochofenschlacken Subsilikate, da das Verhältnis von Sauerstoff der Säure zum Sauerstoff der Base kleiner als 1 ist und bis 0,86 herabgeht. Auf eine solch basische Schlacke wird sonst nur beim Koks-Hochofenbetrieb hingearbeitet, um den Schwefel aus der Koksasche zu binden und

hitziges Roheisen zu erhalten. Beim Holzkohlen-Hochofenbetrieb wird die Schlacke meist zwischen Singulo- und Bisilikat gehalten, da eine mehr basische Schlacke als zu schwer schmelzbar für Holzkohlen gilt. Aus diesem Grunde wurde auch beim Turracher Ofen versucht, den Kalkzuschlag zu verringern; dabei wurde aber noch bezweckt, das Mangan weniger in das Roheisen und mehr in die Schlacke überzuführen. Es ergab sich aber immer, dass die Schlacke zäher und dickflüssiger wurde, während bei Steigerung des Kalkzuschlages über 7% am leichtesten graphitreiches Roheisen erblasen wurde. Daraus muss geschlossen werden, dass wahrscheinlich wegen des Thonerdegehaltes der erhöhte Zusatz von dolomitischem Kalk vorteilhaft ist, da dieser die Schlacke leichtschmelziger machen dürfte.

Zur Beurteilung, in welcher Weise die einzelnen Elemente der Beschickung sich zwischen Roheisen und Schlacke verteilen, folgen nachstehende Möllerberechnungen mit Kontrolle der Schlackenberechnung durch die Analyse.

Da diese Berechnungen sich ausschließlich auf graues Roheisen beziehen, so gelten die nachstehenden Folgerungen hauptsächlich für solches. Es ergibt sich, dass das Mangan über die Hälfte bis nahe vollständig, ebenso das Titan fast ganz in das Roheisen geht; ja, der Gehalt an letzterem ist nach der Analyse VII und VIII im Roheisen sogar etwas höher als der Rechnung zufolge im Möller. Vom Schwefel gehen 20 bis 25% in das Roheisen, vom Phosphor findet sich im Roheisen mehr, vom Kupfer bedeutend weniger, als im Möller laut Rechnung vorhanden ist.

Bei der Hochofenschlacke stimmt der Silizierungsgrad der Rechnung mit jenem der Analyse nur beim Roheisen Nr. VII ziemlich überein; in den beiden andern Fällen ergibt die Berechnung eine Schlacke zwischen Singulo- und Bisilikat, dagegen die Analyse ein Subsilikat. In allen Fällen ist jedoch der Thonerde- und Magnesiumgehalt ziemlich bedeutend. Der Erzaufwand wurde berechnet nach dem Gehalte an metallischem Eisen im Roheisen und im Erze laut Analyse und ergibt sich mit 167 bis 180 kg trockenes Erz auf 100 Roheisen, was einem Ausbringen von 60 bis 55,5% aus dem völlig trockenen Erz entspricht. In Wirklichkeit ist jedoch das Ausbringen aus den Erzen, bei Abzug von 10% Nässe, rund 50% und der Erzaufwand 200 kg oder mehr. Wenn nun auch die Erze, besonders die mulmigen Rohrerwalder Roherze, zeitweise mehr als 10% Nässe enthalten, also für ganz trockene Erze das Ausbringen jedenfalls über 50% beträgt, so ist doch der Eisengehalt von Steinbacher Rösterz mit 56,6 bis 58,9% laut Analyse zu hoch gegen den wirklichen mittleren Eisengehalt, demnach waren die Erzproben zu günstig genommen. Wird mit geringerem Eisenhalt und dementsprechend höherem Erzaufwand gerechnet, so resultiert der Titan- und Phosphorgehalt in der Möllerberechnung etwas höher und wird dann besser mit der Roheisenanalyse stimmen. Unerklärt bleibt aber dabei, wohin der beträchtliche Kupfergehalt im Möller von 0,127 bis

0,197 kommt, da Kupfer doch vollständig reduziert in das Roheisen übergehen sollte, in dem sich aber nach der Analyse nur ein verschwindend geringer Teil davon vorfindet. Die Schlackenmenge auf 100 kg Roheisen beträgt nach der Möllerrechnung bei Roheisen Nr. III und VII nur 26 bis 27 kg, bei Nr. VIII mit Zusatz von armen Erzen gegen 40 kg. In diesem letzteren Falle ergab sich bei größerer Menge eine sehr flüssige Schlacke und sehr hitziges Roheisen, so dass die Ofenzustellung

angegriffen wurde. Deshalb, sowie wegen des zu hohen Manganhaltes im Roheisen musste der Zusatz von armem Röstspat bedeutend herabgemindert werden. Für den Hochofenbetrieb mit minderwertiger Kohle ist jedoch das Arbeiten mit ärmerer Gattierung und größerer Schlackenmenge günstiger als mit Erzen von über 50%, welche zu wenig Schlackendecke und für den direkten Guss zu wenig dünnflüssiges Eisen geben und daher mehr Brennstoff für dessen Überhitzung erfordern.

Möllerberechnung für 100 kg Roheisen und Kontrolle der Schlackenberechnung durch die Analyse.

I. gehörig zum Roheisen nach Analyse Nr. III.											Hochofenschlacke		Nach Berechnung		Nach Analyse
kg	Möllerung	Fe	Mn	Ti	S	P	Cn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	kilogr.	Prozent	Prozent	
42	Rohrerwald, roh	19,07	0,98	0,030	0,029	0,013	0,046	5,17	0,50	1,65	0,25	11,61	43,4	37,79	
125	Steinbach, geröstet	74,21	2,50	0,068	0,126	0,038	0,126	9,80	0,96	0,45	0,14	0,28	1,0	1,66	
17	Kalkstein	0,11	0,03	?	?	?	?	0,06	—	6,00	2,79	1,98	7,4	3,93	
	Zusammen	93,39	3,51	0,098	0,155	0,051	0,172	15,03	1,46	8,10	3,18	1,46	5,5	11,85	
	Davon in das Roheisen laut Analyse	93,17	1,97	0,07	0,04	0,065	0,004	3,42	—	—	—	8,10	30,3	29,67	
	bleiben für die Schlacke	0,22	1,54	0,028	0,115	—	—	11,61	1,46	8,10	3,18	3,18	11,8	13,42	
		FeO =	MnO =	?	?	?	?					0,05	0,2	0,32	
		0,28	1,98	0,047								0,11	0,4	?	
												Alkali und Verluste	—	1,68	
												Zusammen	26,77	100,0	
												Sauerstoff d. Säure	23,00 = 13	20,3 = 0,98	
												„ „ Base	17,97	20,5	
II. gehörig zum Roheisen nach Analyse Nr. VII.											SiO ₂	8,88	34,1	35,96	
67	Rohrerwald, geröstet	35,27	1,39	0,048	0,07	0,02	0,007	5,50	2,47	2,49	1,01	0,20	0,8	1,59	
100	Steinbach, geröstet	56,60	2,24	0,054	0,09	0,03	0,120	7,07	0,58	0,80	1,04	1,21	4,6	2,13	
14	Kalkstein	0,09	0,02	?	?	?	?	0,05	—	4,94	2,30	3,05	11,7	14,52	
	Zusammen	91,96	3,65	0,102	0,16	0,05	0,127	12,62	3,05	8,23	4,35	8,23	31,6	25,10	
	Davon in das Roheisen laut Analyse	91,80	2,71	0,114	0,03	0,07	0,026	3,74	—	—	—	4,35	16,7	18,70	
	bleiben für die Schlacke	0,16	0,94	—	0,13	—	—	8,88	3,05	8,23	4,35	—	—	—	
		FeO =	MnO =									0,13	0,5	0,80	
		0,20	1,21									Alkali und Verluste	—	1,20	
												Zusammen	26,05	100,0	
												Sauerstoff d. Säure	18,07 = 0,80	19,16 = 0,86	
												„ „ Base	22,53	22,25	
III. gehörig zum Roheisen nach Analyse Nr. VIII.											SiO ₂	16,59	42,2	35,98	
45	Rohrerwald, roh	20,43	1,03	0,032	0,032	0,013	0,049	5,54	0,53	1,77	0,27	0,32	0,8	1,78	
90	Steinbach, geröstet	53,00	1,79	0,049	0,090	0,027	0,108	7,00	0,68	0,32	0,10	—	—	1,31	
45	Kupferbau, geröstet	18,63	0,68	0,040	0,003	0,013	0,040	5,52	0,12	1,93	6,85	1,33	3,4	12,45	
17	Kalkstein	0,11	0,03	?	?	?	?	0,06	—	6,00	2,79	10,02	25,7	30,04	
	Zusammen	92,18	3,53	0,121	0,125	0,053	0,197	18,12	1,33	10,02	10,81	10,81	27,7	16,12	
	Davon in das Roheisen laut Analyse	91,93	3,70	0,14	0,03	0,060	0,007	2,33	—	—	—	—	—	—	
	bleiben für die Schlacke	0,25	—	—	0,095	—	—	16,59	1,33	10,02	10,81	—	—	—	
		FeO =										0,09	0,2	?	
		0,32										Alkali und Verluste	—	2,11	
												Zusammen	39,16	100,0	
												Sauerstoff d. Säure	22,4 = 1,10	19,2 = 0,88	
												„ „ Base	20,3	21,5	

Während sich in den heißgehenden Kokshochöfen beim Verschmelzen titanhaltiger Erze Bodenversetzungen aus Titanverbindungen bilden, finden solche beim Turracher Ofen nicht statt, denn es wurde nach dem Ausblasen vergebens nach den kupferroten Kristallen von Stickstoff-Cyantitan gesucht. Dieses verschiedene Verhalten dürfte in der Windpressung begründet sein. Die Reduktion des Titans findet schon in der Temperatur des Holzkohlenofens fast vollständig statt, wozu wahrscheinlich die ge-

ringe Korngröße der Erze viel beiträgt. Es kann daher in der hohen Temperatur des Koksofens um so sicherer auf vollständige Reduktion des Titans aus der Titansäure geschlossen werden. Bei der starken Windpressung und der hohen Windtemperatur im Koksofen aber wird die Verwandtschaft des Stickstoffes und des Kohlenstoffes zu Titan so gesteigert, dass es an diese Elemente gebunden und damit aus dem Roheisen abgeschieden wird. Danach sind geringe Pressung und niedere

Windtemperatur die Bedingung, unter welcher Titan im Roheisen bis zu einem gewissen Grade, nach Rossi einige Zehntelprozente, erhalten werden kann. Die basische magnesiareiche Schlacke aber begünstigt die Reduktion des Titans aus der Titansäure (TiO_2) wahrscheinlich in gleicher Weise wie jene des Siliziums aus der Kieselsäure. Vielleicht wird eine vollständige Analysenreihe ergeben, dass unter sonst gleichen Bedingungen der Titangehalt mit dem Siliziumgehalt gleichmäßig steigt oder fällt.

Die vorteilhafte Wirkung des Titans im Roheisen besteht nun darin, beim Umschmelzen die im Guss enthaltenen Gase durch die Verwandtschaft zu Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff zu binden, auszuschleiden und damit den Guss dichter zu machen. Die Feuerbeständigkeit des Turracher Eisens in Form von Kokülen, Glühkasten und Rostbestandteilen dürfte damit zusammenhängen, dass das Eisen wegen der geringen Windpressung überhaupt arm an Gasen ist und dass in der Glühhitze aufgenommene Gase, besonders Sauerstoff, durch Titan gebunden und damit unschädlich gemacht werden. Da Turracher Roheisen auch im Martinofen zur Qualitätsverbesserung zugesetzt wird, dürfte es für die Stahlherzeugung besonderen Wert haben; doch fehlen nähere

Anhaltspunkte, ob der Titanhalt hierbei von Bedeutung ist. Ein direkter Einfluss des Titans auf die Festigkeit des Gusseisens konnte durch Proben auf Biegung und Zug nicht nachgewiesen werden. Nach Ledebur beträgt die durchschnittliche Biegezugfestigkeit unbearbeiteter Stäbe, also mit Gusshaut, 25 *kg*, die Zugfestigkeit abgedrehter Probestäbe 12 *kg* für 1 *mm*² Querschnitt. Beim Turracher Gusseisen ergab sich im Mittel von acht Proben eine Biegezugfestigkeit von 25 *kg* und eine Zugfestigkeit von 16,3 *kg*. Eine Probe, welche die höchste Biegezugfestigkeit mit 39,3 *kg* und die höchste Zugfestigkeit mit 22,6 ergab, hatte nur 0,04% Titan, wogegen die Probe mit 31,5 *kg* Biegezug- und 15,0 *kg* Zugfestigkeit den höchsten Titangehalt mit 0,21% aufwies.

Was nun den Mehrwert des titanhaltigen Holzkohleneisens gegen das gewöhnliche graue Roheisen betrifft, so könnte dieser nach dem Preise des Ferrotitans bestimmt werden, der für 1 *kg* mit 0,20 bis 0,25 *kg* Titan wenigstens *K* 5,— beträgt, also für 0,1 *kg* Titan rund *K* 2,50. Danach haben die in 100 *kg* Turracher Roheisen enthaltenen 0,10 bis 0,15 *kg* Titan einen Wert von *K* 2,50 bis 3,75, so dass also der bisher für Turracher Roheisen wegen seiner besonderen Qualität gezahlte höhere Preis durch den Titangehalt gerechtfertigt erscheint.

Die Erzprobenahme und die Zurichtung des Durchschnittsmusters für die chemische Analyse.

Von F. Janda, k. k. Oberhüttenverwalter.

(Schluss von S. 564.)

Bei der Probenahme in der k. k. Quecksilberhütte zu Idria wird wie folgt verfahren:

Es gelangt Erzgröb von 90 bis 30 *mm* je nach dessen Reichhaltigkeit in 1000, 1500, auch 2000 *g* Posten zur Einlösung, woraus etwa 1,5% als Abladeprobe beim Abwägen auf der Zentimalwaage mit der Kratze gezogen oder als Ablaufprobe beim Abwägen auf der Dezimalwaage mit der Schaufel genommen wird. Das Probegut wird in einem Steinbrecher auf ein Korn von 25 *mm* abwärts zerkleinert, aus dem vorzerkleinerten Material der vierte Teil durch Quartsegmentieren genommen und in einer Kugelmühle auf ein Korn von unter 5 *mm* vermahlen; hierauf wird das Mahlgut verjüngt.

Erzgrieß, grob staubfrei, von 30 bis 20 *mm* wird in Posten von zirka 1200 *g*, und Erzgrieß fein von 20 bis 0 *mm* in Posten von zirka 600 *g* angeliefert, daraus werden 2%, bzw. 5% mit einer Kratze durch Probenzieher zur Probe gezogen. Aus dem aufgesammelten, gut durchgemengten Erze wird durch Quartsegmentieren der vierte Teil abgetrennt und in der Kugelmühle auf ein Korn von 5 bis 0 *mm* gemahlen. Beim Quartsegmentieren wird das im Kreise flach ausgebreitete Erz durch zwei sich rechtwinklig kreuzende Striche in vier gleiche Felder geteilt, von denen man die zwei gegenüberliegenden für die weitere Vorbereitung herausschaufelt und die

übrigen zwei unbenützt beiseite lässt. Das Mahlgut wird auf 1 *g* verjüngt, in einer schwachen, kreisförmigen Schicht ausgebreitet, kreuzweise durchgeschnitten und die Stichprobe ausgeführt; das abgewogene Kilogramm Erz wird getrocknet, pulverisiert und paketiirt.

Reicher Erzgrieß, grob, von 8 bis 4 *mm* Korngröße und fein unter 4 *mm*, beide Gattungen überdies in Sorten über und unter 10% Metallhalt geschieden, gelangen in Posten von etwa 100 *g* zur Einlösung, wovon 2% zur Probe gezogen werden; der verjüngten Menge werden schließlich etwa 1,5 *kg* als Stichprobe entnommen, sodann wird 1 *kg* genau eingewogen, getrocknet, fein gerieben und paketiirt.

Es empfiehlt sich, für die reichen Erzproben andere Geräte zu gebrauchen als für die armen.

Handelt es sich um eine Probenahme aus Halden, Haufwerken, Seifen, so ist die Beschaffenheit des Materials maßgebend. Aus den Stückerzen wird eine entsprechende Menge ei- oder nussgroß zerkleinert, gründlich durchgemischt, flach ausgebreitet und daraus eine geeignete Probe genommen; je nach der Menge nimmt man einen Bruchteil, der dann weiter zerstoßen wird. Liegt ein körniges Material vor, so werden Röschen durch die ganze Schicht gezogen und aus der ausgehobenen Menge wird die Probe in üblicher Weise genommen. Man