

# V. Metallurgische Betrachtungen über den Sphärosiderit der Karpathen.

Von

Ludwig Hohenegger.

Mitgeteilt am 20. Juli 1849 in einer Versammlung von Freunden der Naturwissenschaften in Wien.

---

Als Grundlage der nachstehenden Betrachtungen theile ich vorerst die Zusammenstellung der Resultate der quantitativen chemischen Analysen der Erz-, Kalkstein-, Roheisen- und Schlacken-Proben des ERZHERZUGL. ALBRECHT'schen Hüttenamtes Trzinietz in Schlesien vollständig mit, so wie sie mir nach den an dem k. k. General-Landes- und Hauptmünz-Probirante in Wien, unter der Leitung des k. k. Herrn General-Probirers A. LÖWE ausgeführten Untersuchungen ausgefertigt wurde.

## A. Sphärosiderite.

### Nr. 1. Sphärosiderit (Eisenstein von der Berg-Section Wielopoli).

In 100 Theilen:

Eisenoxydul	23,79 = 18,37 Eisen
Manganoxydul	Spuren
Kalkerde	16,98
Talkerde	5,02
Kohlensäure	31,40 (directe Bestimmung)
{Rückstand (Thon)	23,85
{Thonerde (aus dem Thon)	0,85
	<hr/> 101,89

### Nr. 2. Sphärosiderit (Eisenstein von der Berg-Section N. Lischna).

Eisenoxydul	32,98 (Mittel von 2 Analysen) = 25,47 Eisen
Manganoxydul	0,57
Kalkerde	8,53
Talkerde	5,32
Kohlensäure	33,04 (directe Bestimmung)
{Rückstand (Thon)	18,70
{Thonerde (daraus)	1,10
	<hr/> 100,24

## Nr. 3. Sphärosiderit (Eisenstein von der Berg-Section O. Lukan).

Eisenoxydul	14,26 = 11,01 Eisen
Manganoxydul	0,25
Kalkerde	21,38
Talkerde	3,02
Kohlensäure	32,60 (wie oben)
{Rückstand (Thon)	26,60
{Thonerde (daraus)	1,30
	<hr/> 99,41

## Nr. 4. Sphärosiderit (Kalkstein aus Lunzan)

Eisenoxydul	0,37 = 0,28 oder $\frac{1}{4}$ pCt. Eisen
Manganoxydul	0,33
Kalkerde	43,46 (Mittel von 2 Analysen)
Talkerde	Spur
Kohlensäure	34,40 (wie oben)
{Rückstand (Thon)	21,35
{Thonerde (daraus)	0,15
	<hr/> 100,06

## B. Thoneisensteine.

## Nr. 1. Thoneisenstein aus Galizien, sogenanntes „mildes Erz“ im ungewaschenen Zustande:

Eisenoxyd	44,80 = 33,35 pCt. Eisen
Manganoxydul (?)	1,34
Thonerde	Spur
Wasser	11,00 (directe Bestimmung)
Rückstand (Thon)	44,40
	<hr/> 101,54

## Nr. 2. Thoneisenstein dto dto im gewaschenen Zustande:

Eisenoxyd	38,90 = 26,72 pCt. Eisen
Manganoxydul (?) .	1,63
Thonerde	Spur
Wasser	9,00 (wie oben)
{Kalkerde	3,64
{Kohlensäure	2,86 (berechnet)
Rückstand (Thon)	44 10
	<hr/> 100,13

Dieser letztere Eisenstein enthält zum Unterschiede von dem ersteren über 6 pCt. kohlensauren Kalk eingemengt, sonst dürfte die Zusammensetzung ganz dieselbe seyn; dagegen ist der Unterschied von den Sphärosideriten in die Augen springend, und durch alle Analysen nachgewiesen.

C. Roheisensorten.

Nr. 5. Roheisen von gaarem Hochofengange.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff oder Kohle 3,26

Nr. 6. Roheisen von schwach übersetztem Gange.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff oder Kohle 2,64

D. Schlacken.

Nr. 7. Schlacken von gaarem Hochofengange.

In 100 Theilen:

Kieselsäure 56,00

Thonerde 7,95

Eisenoxydul 7,18

Manganoxydul Spuren

Kalkerde 21,49

Talkerde Spur

Kali dto

Kohle 5,00

Schwefel Spur

97,62

Ein Theil hiervon, der nicht bestimmbare, entwickelt sich als Kohlenwasserstoff, in Verbindung mit Schwefelwasserstoffgas beim Uebergiessen mit Säure, daher der Verlust von 2,38 pCt.

Nr. 8. Schlacke von übersetztem Hochofengange.

In 100 Theilen:

Kieselsäure 60,00

Thonerde 7,50

Eisenoxydul 3,14

Manganoxydul 12,09

Kalkerde 11,31

Talkerde Spur

Kali dto

Kohle 3,50

Schwefel Spur

97,54

Wie oben, daher auch beinahe der gleiche Verlust.

Die Roheisensorten wurden aus dem Grunde, dass dieselben der Hauptsache nach nur Verbindungen von Eisen und Kohle, nämlich Carbüre seyn konnten, auf keine andern Bestandtheile untersucht. Sollte diese Untersuchung nicht genügen, so würde eine neue auf fremdartige Bestandtheile vorgenommen werden müssen.

Die Schlacken sind Silicate, welche sich durch Säuren aufschliessen lassen, und wobei die Kieselsäure sich gallertartig abscheidet; zugleich findet die Entwicklung

von Schwefel- und Kohlenwasserstoffgas Statt; die Bestandtheile sind dieselben, nur die isomorphen Basen von Eisenoxydul, Manganoxydul, Kalk- und Talkerde vertreten sich in verschiedenen Mengen.

K. K. General-Land- und Hauptmünzprobiramt.

Wien den 16. Mai 1847.

Die wichtigsten Fragen des Hüttenmannes bei einer Untersuchung seiner Eisenerze dürften zunächst folgende seyn:

1. Wie viel Eisengehalt hat das Mineral, und ist derselbe constant oder sehr schwankend?
2. Welche Nebenbestandtheile hat dasselbe?
3. Sind diese Nebenbestandtheile an das Eisen chemisch, oder nur mechanisch gebunden, und wesentlich, oder zufällig und willkürlich?
4. Welchen Einfluss dürften diese Nebenbestandtheile auf den Reductions- und Schmelzprocess, und
5. Auf die Qualität der Waare ausüben?

Aus diesen Fragen entwickeln sich alsdann die weiteren Fragen:

6. Welche Zusammensetzung der Erze erscheint die zweckmässigste für den metallurgischen Process, und in specie, welche Gattirung der Erze und welche Zuschläge zur Bildung einer geeigneten Schlacke sind nöthig?
7. Welche Zusammensetzung zeigt die nach der bisherigen Empirie erfolgte Schlacke; wie stimmt diese mit den Anforderungen der Theorie, und welche Wichtigkeit dürfte eine rationellere Kenntniss und planmässige Mischung des Erzes für den metallurgischen Process erlangen?
8. Was ist endlich durch eine Vorbereitung der Erze, und namentlich durch den hier bereits in grossem Maasstabe eingeführten Waschungs-, Röstungs- und Abwitterungsprocess zu erwarten?

Ich werde versuchen, so weit es aus den wenigen vorliegenden Untersuchungen bereits möglich ist, zur Beantwortung vorstehender Fragen beizutragen, mehr in der Absicht, um den Weg zur weitem Verfolgung unserer Erze anzubahnen, und über die einzuschlagende Richtung ins Reine zu kommen, als um schon absolut richtige Schlüsse aufstellen zu wollen.

#### *Ad 1. Eisengehalt.*

Aus den Proben Nr. 1. 2. 3. stellt sich im Einzelnen ein sehr verschiedener Eisengehalt heraus, nämlich von 11, 18 und 25 pCt. Eisen, welches als Durchschnitt für das sogenannte feste, d. h. Stüfferz im Naturzustande, circa 18 pCt. ergäbe. Für das sogenannte milde Erz, welches eigentlich derselbe Sphärosiderit, aber in verwit-

tertem Zustande ist, und welches in der Regel den obersten zu Tage ausgehenden Theil der Flötze bildet, zeigen die Proben B Nr. 1 und 2 ein Ausbringen von 26 und 33 pCt. somit im Durchschnitte von naehin 30 pCt. Eisen.

In dem Probezettel heisst es *ad* B 1. Thoneisensteine aus Galizien im ungewaschenen Zustande und *ad* 2 im gewaschenen Zustande.

Es scheint aber bei der Versendung, in der von hier gemachten Eingabe, durch Verwechslung ein Irrthum unterlaufen zu seyn, und es sind sicherlich beide Proben im gewaschenen Zustande, aber von verschiedenen Haufen, und nicht von Galizien, sondern von Ustron.

Obwohl die in obigen Analysen gefundenen Gehalte an Eisen sowohl des milden als festen Erzes, mit dem hiesigen durchschnittlichen Ausbringen viel Uebereinstimmung zeigen, so kann über die Vollkommenheit unseres Hochofenprocesses bezüglich der Eisen-Reduction noch kein sicherer Schluss gezogen werden, da hier mehrere hundert Flötze zur Verschmelzung kommen, und die obigen Proben schon so viel beweisen, dass der hiesige Sphärosiderit in seinem Eisengehalt ausserordentlich schwankt.

Diess haben wir hier auch bereits im Grossen erfahren, je nachdem mehr Erze von der einen oder andern Revier verschmolzen wurden. — Auch liegen schon eine Menge Tiegelproben vor, welche jetzt regelmässig bei den erzherzoglichen Hütten jede 4te Woche gemacht werden müssen, und welche bereits Unterschiede des Eisengehaltes von 4—36 pCt. gezeigt haben \*).

*Ad* 2. Von besonderem Interesse zeigen sich vorliegende Proben durch Darlegung der Nebenbestandtheile. Diese bestehen im festen Sphärosiderit in der Hauptsache aus Eisenoxydul, Spuren von Manganoxydul, etwas Magnesia, vorherrschend Kalkerde, und endlich Thon- und Kieselerde.

Im milden, mehr oder minder zu Brauneisenerz verwitterten Sphärosiderit, scheint nebst der Kohlensäure, auch Kalkerde fast zu fehlen; dagegen mehr thonige Bestandtheile über Hand zu nehmen, welche meist vom Nebengestein herrühren dürften.

*Ad* 3. Wird aus den Analysen bereits so viel klar, dass ein Theil dem Erze nur mechanisch beigemengt ist, wohin namentlich der ganze unlösliche Rückstand an Thon gehören dürfte, während nebst Eisenoxydul, Kalkerde, Talkerde und etwas Manganoxydul in der Hauptsache, chemisch mit Kohlensäure an das Erz als Sphärosiderit gebunden sind.

Der unlösliche Rückstand als mechanische Beimengung des Minerals betrachtet, beträgt in den vorstehenden Analysen im festen Erze 20—30 pCt., im milden Erze aber erreicht derselbe selbst nach deren freilich nicht sehr weit getriebenen, sondern nur in einem Uebersturz von Wasser bestehenden Waschung noch an 44 pCt., was

---

\*) Im Allgemeinen wird hier im Hochofen je nach der Qualität und Zubereitung der Erze im Grossen ein Ausbringen von 22—26 pCt. erreicht.

nur durch die starke Vermengung mit taubem Schiefer als Nebengestein mit dem Erze erklärlich wird, und in soferne nicht gut vermeidlich ist, als mit der Verwitterung des Sphärosiderits, immer auch der Mergelschiefer als Nebengestein verwittert, und bei der Gewinnung des Erzes sich nun mit dem letzteren derartig vermengt, dass ohne zu kostbare Anstalten oder Erzverlust, nicht aller beigemengte Schiefer von dem zum Theil taubartigen Erze entfernt werden kann, obwohl diese Analysen anderseits andeuten, dass der Waschprocess noch einer bedeutenden Vervollkommnung bedarf.

Nachdem ferner die Proben *ad* A. 1, 2 und 3 aus diesem Rückstande nur einen Thonerdegehalt von 0,85—1,30 pCt. angeben, so scheint derselbe fast gänzlich aus mechanisch beigemengten Quarzsande zu bestehen. Diess bestätigt sich denn auch durch den Kieselerdegehalt der Schlacke, welcher in den zwei Proben von 56 und 60 pCt. sich darstellt; wobei zur Erklärung dieses starken Kieselgehaltes der Schlacke noch anzunehmen wäre, dass unter letzterem Gehalte auch ein Theil der Kieselerde von dem abschmelzenden Gestelle mit enthalten sey, welches aus Quarzsandstein besteht, wenn nicht etwa auch der Rückstand der milden Erze vorzugsweise aus Kieselerde besteht, oder die Zugabe von circa 10 pCt. Cokes zur Holzkohle, viel Kieselerde in die Beschickung bringt.

Wahrscheinlich ist es aber, dass der thonige Rückstand des milden Erzes aus dem Gebirgsschiefer stamme, und mehr Thonerde als Kieselerde enthalte, weil nur hierdurch der grosse Thonerdegehalt der Schlacke von circa 8 pCt. erklärlich wird, während im festen Erze nur 1—2 pCt. gefunden wurde.

Gehen wir nun auf die wesentlichen oder vielmehr auf die chemisch gebundenen Bestandtheile unseres Sphärosiderits über, so zeigt sich hier ein Beispiel von dem Gesetze der vicariirenden Bestandtheile bei isomorphen Bildungen, in sehr weitem Umfange und gibt zu einer schönen Betrachtung Veranlassung.

Stellt man die drei Proben von Sphärosiderit *ad* A. 1. 2. 3 und des Kalksteines *ad* 4 mit Hinweglassung des sicher nur mechanisch beigemengten Rückstandes zusammen, und nimmt man an, dass Eisen, Magnesia und Kalk wenigstens in der Hauptsache, chemisch und wesentlich das Mineral constituiren, so ergeben sich für den Sauerstoff beiläufig folgende stöchiometrisch berechnete Zahlen.

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4 Kalk- stein
Eisenoxydul	7,47	9,01	4,45	0,09
Manganoxydul		0,14		0,08
Kalkerde	6,23	3,03	8,54	15,80
Talkerde	2,56	2,64	1,70	„
Summe	16,26	14,82	14,69	15,97
Kohlensäure	14,8	14,94	16,60	15,90

Es zeigt sich hier offenbar eine beinahe völlige Gleichheit des Sauerstoffgehaltes der verschiedenen Basen mit dem der Kohlensäure, wodurch einestheils die Natur dieses Erzes als *Singulo Carbonat* unzweifelhaft dargethan ist, indem der kleine Ueberschuss an Basen *ad 1* wahrscheinlich aus dem Thone des Rückstandes extrahirt ist, und nur in Nr. 3 etwas zu viel Kohlensäure erscheint.

Im Ganzen aber zeigt sich, dass der Sphärosiderit der Karpathen seinen Eisengehalt in allen beliebigen Verhältnissen mit Talkerde und theilweise auch mit Talkerde wechselt, dagegen weit weniger Mangan durchschnittlich enthält, als der ihm gleiche Spatheisenstein. — Doch scheint auch der Mangangehalt fast nie ganz zu fehlen. Ja es sind neuerdings Sphärosiderite gefunden worden, welche nach dem äusseren Ansehen mehr Manganoxydul als Eisenoxydul enthalten dürften, und welche ich später zu einer besondern Untersuchung vorzulegen gedenke. — Würde sich diese meine Vermuthung bestätigen, so hätten wir kohlen-saures Manganoxydul, welches sich zum rosenfarbigen Manganspath ähnlich verhielte, wie Kalkstein zum Kalkspath und wie Sphärosiderit zum Spatheisenstein, und welche im Weiteren auch unter einander alle möglichen Zwischenvaritäten bilden können. Wahrscheinlich wird sich ein Aehnliches auch noch mit der kohlen-sauerer Talkerde finden, was zunächst auf die Dolomite führt, die auch wirklich auf der ungarischen Seite der Karpathen schon mehrfach nachgewiesen sind, und bei denen zunächst mit Bezug auf LEOPOLD v. BUCH's Theorie nun zu untersuchen wäre, ob die Magnesia erst später durch plutonische Wirkungen in das Mineral eingedrungen sey, oder gleich mit dem Kalk aus wasserflüssiger Masse niedergeschlagen wurde. — Alle diese verschiedenen Carbonate kommen auch immer unter ähnlichen Verhältnissen meist als schmale Flötze im Karpathenschiefer vor, und sind oft sehr schwer von einander zu unterscheiden. Vielleicht wird eine weitere Untersuchung dieser zahllosen neptunischen Niederschläge aus dem grossen offenbar an Kohlensäure und respective Bicarbonaten überreichen Karpathen-Meere, welche wahrscheinlich durch mehrere Formationen (Lias bis inclus. Kreide) sich wiederholt haben, auch noch andern nützlichen Schlüssen für die Geologie den Weg bahnen, wenn diese mit den als plutonisch anzunehmenden grossen Ablagerungen des Spatheisensteines in den ungarischen Karpathen einerseits, und mit den erst später abgedampften oder niedergeschlagenen grossen Salzmassen längs der Karpathen zusammen betrachtet werden. — Ich ver-muthe hier einen festen Zusammenhang des Neptunismus und Plutonismus in diesen Gebilden, mit welcher Doppelbildung auch die zahlreichen Säuerlinge und Thermen in den Karpathen als schwacher Nachklang im Zusammenhang stehen dürften. — Die Sache wird besonders interessant werden, wenn man die relative Zeit der neptunischen Niederschläge und der plutonischen Ausleerungen näher zu bestimmen im Stande seyn wird, was vielleicht bei dem raschen Fortschreiten der Naturwissenschaften nicht mehr so ferne liegen dürfte.

Für uns Hüttenleute aber geht schon aus diesen wenigen Analysen (im Zusammenhalte mit den auf trockenem Wege durch Tiegelproben und mit den im Grossen beim

Hochofen gemachten Erfahrungen) zur Genüge hervor, dass bei den zahllosen Flötzen, welche allein schon bei den erzherzoglichen Eisenwerken im Betriebe stehen, die grösste Sorgfalt in Prüfung der Erze nöthig werde, damit nicht die unhaltigen sehr entfernten oder sonst kostspieligen Flötze mit Schaden verhüttet werden, während vielleicht sehr nahe gelegene Erze wegen anscheinender Armuth unbenützt bleiben, was wohl auch bis jetzt sehr ins Auge gefasst wurde, aber auf blossem empirischen Wege nicht genug zu ermitteln war.

*Ad 4.* Der Einfluss der verschiedenen Nebenbestandtheile ist sehr verschiedenartig. Kalkerde und Talkerde erscheinen als eine sehr nützliche Beigabe zur Verschmelzung und resp. Verschlackung der in dem Erze enthaltenen vielen Kiesel- und Thonerde. Der Antheil an tauben Basen, und namentlich an Kalkerde und Talkerde in den drei Proben des festen Erzes *ad A. 1. 2. 3* ist so bedeutend, dass er mit der in dem Rückstande enthaltenen Thonerde allein, zur Verschlackung der Kieselerde, d. h. überhaupt zur Bildung einer guten Trisilicat-Schlacke hinreichen sollte.

Doch bestätigt die Erfahrung diess nicht, und es müssen bei sämmtlichen Hochöfen, welche Karpathen-Sphärosiderite verschmelzen, durchschnittlich noch 12 — 16 pCt. Kalkstein zugeschlagen werden. Es ist sonach wahrscheinlich, dass die wenigen zur Analyse diessmal eingeschickten Erze, gerade zu den kalkhaltigsten zählen, und der Durchschnitt weit weniger Kalk ausweisen dürfte; dazu kommt noch, dass der hiesige Kalkstein selbst, gleich den ähnlichen Flötzlagen des Sphärosiderits, immer sehr unrein ist, und dass selbst die reinsten Sorten, wohin die Probe *ad A. 4* gehört, noch an 22 pCt. Kieselerde enthalten, welche einen so grossen Theil des Kalkes zur Verschlackung erfordert, dass nur circa 50 pCt. Kalkstein wirklich zur Verschlackung der Nebenbestandtheile im Erze dient. Bei ganz reinem Kalkstein würde also ein Zuschlag von 6 — 8 pCt. Kalkstein genügen.

Wegen dieser Unreinheit des Kalksteines habe ich hier schon seit drei Jahren auf reinen Kalktuff schürfen lassen, der aber leider nur zu selten und fast nie ganz rein, und in grösseren Massen im hiesigen Alluvialboden sich findet.

Vorstehende Proben geben aber zugleich den höchst wichtigen Fingerzeig, dass es durch fleissige Untersuchungen der verschiedenen Flötze vielleicht möglich wird, stark kalkhaltige Sphärosiderite in solcher Menge bei billiger Gewinnung zu finden, dass solche mit den übrigen Erzmassen gattirt, das richtige Verhältniss zu guten Trisilicaten ohne Zumengung von leeren Kalksteinen geben, worauf nun unser Augenmerk scharf gerichtet werden soll.

Es ist aber auch möglich, dass bereits die bis jetzt zur Gattirung genommenen Erze ursprünglich Kalk genug enthielten, um den Zuschlag vom Cementkalkstein zu erübrigen; dass aber durch unsere sehr sorgsame zweijährige Auswitterung und Auslaugung nach der Röstung, welcher alle festen Sphärosiderite unterworfen werden, der Kalkgehalt grösstentheils vor dem Verschmelzen weggewaschen wird; dafür spräche wenigstens der Umstand, dass laut obigen Analysen die milden Erze fast gar keinen Kalk ent-

halten. Dieses Erz ist wie schon gesagt, eigentlich nichts Anderes, als der verwitterte und durch die Atmosphärien umgeänderte oberste Theil der Sphärosideritflötze (die mehr oder minder vollständige anogene Metamorphose von Sphärosiderit zu Brauneisenstein nach unserem hochschätzbaren Herrn Bergrath HAIDINGER), und enthält auch meistens noch unveränderten Sphärosiderit wie die Probe *ad B.* Nr. 2 beweist. Wo ist nun hier die Kalkerde und Talkerde hingekommen, von welcher nur noch *ad 2* sich 3,6 pCt. Kalkerde in den Analysen wieder findet?

Es scheint hiernach, dass bei der Metamorphosirung des kohlen sauren Eisenoxyduls in Eisenoxydhydrat die Kalkerde und Talkerde wahrscheinlich mit Hilfe überflüssiger Kohlensäure fast ganz von Wasser aufgelöst und weggeführt worden seyen.

Im Uebrigen stimmt die Zusammensetzung dieser milden Erze nach Abzug des beigemengten Thones oder Rückstandes nahehin mit der chemischen Formel des Göthits, da ziemlich gleiche Theile Sauerstoff das Eisenoxyd und das Wasser durch Berechnung ergeben, nämlich:

Mildes Erz	Nr. 1.	Nr. 2.
Eisenoxyd	15,68	15,71
Manganoxyd	0,42	0,69
Summe	16,10	16,40
Wasser	17,1	16,15

Auffallend ist hierbei auch der grössere Gehalt von Manganoxyd, der sich demnach mehr concentriren würde aus dem festen Erze. Im Allgemeinen würde sich jedoch auch dieser Mangangehalt in Vergleich zu dem des Spatheisensteines sehr gering zeigen, und die Armuth der hiesigen Sphärosiderite an Mangan erklärt nebst dem grossen Kieselgehalte im Weitern nach hüttenmännischen Erfahrungen, genügend den grossen Unterschied zwischen dem Spatheisenstein (namentlich dem steirischen) und den hiesigen Sphärosideriten, trotz der im Uebrigen ganz ähnlichen Bestandtheile.

Das hiesige Stabeisen ist zwar, wie das aus Spatheisenstein sehr fest und zähe, aber immer nur weichzäh, während der Spatheisenstein nebst Zähigkeit zugleich Härte gestattet, und sich besonders zu Stahl eignet, der hier nicht gemacht werden kann.

Mit Erfolg habe ich jedoch in jüngster Zeit Manganerze zu dem hiesigen Sphärosiderit gattirt, und wenige Procente genügten, um ein Spiegeleisen und vortreffliches Stabeisen, wie aus Spatheisenstein, zu erzeugen, worüber ich mir später eine besondere Mittheilung zu machen erlauben werde.

Bei Gusseisen aber sind die hiesigen Sphärosiderite gegen Spatheisenstein im Vortheil, da gerade der starke Mangangehalt der Erzeugung feinerer Gusswaare bei so vollkommenem Dünfluss und langsamer Erstarrung wie hier der Fall ist, im Wege steht. Unser Gusseisen hat auch bei grösster Dünne und Feinheit, noch eine un-

gewöhnliche Festigkeit und Weichheit, und vereinigt so alle Vortheile eines guten Gusses.

Von schädlichen Bestandtheilen haben die Analysen nur Spuren von Schwefel ausgewiesen, was sich aus den eingesandten reinen Probstücken wohl erklären lässt. Im Grossen haben wir wohl häufiger mit Schwefel zu kämpfen, der jedoch durch gute Vorbereitung der Erze und sorgsame Hüttung, in der Regel ganz unschädlich und unfehlbar gemacht wird. Nur bei Rohgang ist der Schwefel von empfindlichem Einflusse, und erzeugt wirklichen Rothbruch.

Bezüglich der untersuchten Roheisensorten ist es interessant zu ersehen, dass die etwas graueren Sorte wirklich mehr Kohlenstoff, jedoch immer nur 3,26 pCt. enthält.

Ich werde mir später erlauben, noch mehr differente Roheisengattungen zur Prüfung mit Bezug auf andere wichtige Verhältnisse vorzulegen, und enthalte mich bis zu einer planmässigen Vorlage von den Hauptroheisen-Unterschieden bei hiesiger Hüttung, vorläufig jedes Urtheils. Interessant wird es alsdann auch seyn, namentlich zur Erforschung und Aufklärung bei der Stabeisenfabrication, zu erfahren in welchen verschiedenen Hauptverbindungen als Carbüre und Graphit sich der Kohlenstoff gewöhnlich in den Hauptsorten dahier findet.

Noch sey es mir erlaubt, schliesslich einige Ansichten bezüglich der hiesigen Schlackenbildung vorzulegen. Wenn man die beiden Analysen Nr. 7 und 8 nach ihrem stöchiometrischen Werthe bezüglich des Sauerstoffgehaltes vergleicht, so ergeben sich nahehin folgende Zahlen:

	Nr. 7 Schlacke von hohem Gaargange	Nr. 8 Schlacke von minder ho- hem Gaargange
Thonerde	4,00	3,67
Eisenoxydul	1,71	0,74
Kalkerde	6,06	3,43
Manganoxydul	. . . 0,08 . . .	. . . 2,57 . . .
	11,85	10,41
Kieselerde	30,1	31,91

Hiernach wäre die glasige Schlacke von höherem Gaargange Nr. 7 ein Gemisch von Bisilicat mit Trisilicat, während die minder hochgaare Schlacke Nr. 8 mit einem Trisilicate völlig übereinstimmt.

Vor allem muss ich darauf aufmerksam machen, dass bei der von mir gemachten Vorlage der beiden Schlacken ein in Trzinietz zwar üblich gewordener, jedoch nicht ganz richtiger Ausdruck belassen wurde, indem die Schlacke Nr. 7 bezeichnet wurde als Schlacke von gaarem Hochofengange, und Nr. 8 Schlacke von übersetz-

tem Hochofengange. In der Hütten Sprache versteht man sonst unter übersetztem Gang, wie wohl bekannt ist, gewöhnlich ein so starkes Missverhältniss von Kohle zu Erzen, dass der Schmelzprocess unordentlich erfolgt, und namentlich weisses Eisen von rohem Aussehen mit mehr oder minder schwärzlicher Schlacke, bei schlecht leuchtender Form erfolgt.

Eine solche starke Uebersetzung ist hier nicht gemeint, sondern nur eine so feine Steigerung des Erzsatzes, dass das Roheisen bei hell leuchtender Form und completem Gaargange zwar nicht mehr zu unserm sehr dünnen Poteriegusse langflüssig und grau genug sich verhält, zu allen ordinären Gussarbeiten und namentlich Maschinenguss aber noch immer vortrefflich sich eignet, wie auch die Roheisenprobe *ad C.* Nr. 6 beweist, welche der letztern Schlacke entspricht. Es wäre daher statt übersetzt (welches nur relativ für Trzinietz gilt) zu setzen, mittlerer Gaargang mit Neigung zum Hartwerden an den Kanten, während der Gang, bei welchem die dünnsten Gussstücke noch intensiv grau und weich bleiben, und wohin das Roheisen *ad C* 5 und die Schlacke *ad D* 7 gehört, hochgaar genannt werden sollte. Wir haben es hier also jedenfalls mit zwei Gaarschlacken zu thun, nur von verschiedenen Graden der Gaare, indem die Schlacke *ad 7* in höherer Temperatur erfolgt ist als die Schlacke 8.

Da ist es nun aber im Zusammenhalte mit obigen zwei Analysen nicht gut erklärlich, warum die in höherer Temperatur erblasene glasige Schlacke *ad 7* theilweise Bisilicat sey, während die in einer niedrigeren Temperatur erblasene Schlacke 8 ein vollständiges Trisilicat darstellt. Sollte vielleicht Thonerde wegen Ueberfluss an Basen *ad 7* in so hoher Temperatur mit der Kieselerde gemeinschaftlich an die Stelle der Säure eingetreten seyn?

Da unsere Karpathen-Sphärosiderite sich durchaus sehr strengflüssig erweisen, gewiss vorzugsweise in Folge der vielen Kieselerde, welche meistens als feiner Sand das ganze Mineral zu durchdringen scheint, so ist anzunehmen, dass die bei uns als Regel anzuwendende Temperatur sehr hoch seyn müsse, was dann auch die Erfahrung bestätigt.

Nach dem in der Metallurgie geltenden Erfahrungssatze, dass je höhere Temperaturen angewendet werden, desto höhere Silicate gebildet werden können und sollen, ist demnach zu erwarten, dass bei richtiger Beschickung und vollständigem Gaargange hier als Regel Trisilicate erfolgen. — Für uns ist es aber dahier offenbar auch von ökonomischen Werthe, die Bildung von Trisilicaten zu verfolgen, um an den zur Basisbildung nöthigen Kalkzuschlägen möglichst zu ersparen, und dieselben vielleicht mit der Zeit ganz zu erübrigen. Dann wird es aber auch von Wichtigkeit seyn, solche Trisilicate resp. Basen dazu zu wählen, welche einerseits geeignet sind, durch ihre starke Positivität ein reines Eisenausbringen zu fördern (was nach der Analyse 7 bei der hochgaaren glasigen und rein scheinenden Schlacke noch nicht genug der Fall zu

sey'n scheint), als andererseits die Bildung der Trisilicate bei der möglichst niedrigsten Temperatur zu vermitteln.

Gerade letzterer Punkt ist für unsere Karpathenerze auch von grösster Wichtigkeit, weil die hiesigen Wälder nur durchschnittlich zum vierten Theil hartes Holz liefern, und das weiche Holz meist aus Rothtannen besteht, welche zumal als Flössholz ein sehr leichtes Kohl gibt, welches zur Erzeugung sehr hoher Temperaturen, wie sie unsere Karpathen-Sphärosiderite bis jetzt erfordern, sich nur mit dem Nachtheil eines unverhältnissmässigen Aufwandes verwenden lässt.

Dieses Missverhältniss von zu weichem Brennstoff zu sehr strengflüssigem Erze erklärt auch zur Genüge, warum, trotz der zweckmässigsten Einrichtungen zu Brennstoff-Ersparung durch gute Gebläse und Winderhitzung und trotz der mühseligsten Vorbereitungen der Erze durch Waschen, Rösten, Zerquetschen und 2jähriges Abwittern und Abwässern — ich sage, warum dessen ungeachtet die Karpathen-Sphärosiderite beinahe mit weniger Brennstoffaufwand bei Cokes als bei Holzkohle verschmolzen werden können. Als Zahlenbeleg mag dienen, dass die freiherrl. v. ROTHSCHILD'schen Eisenwerke zu Wittkowitz schon seit Jahren den Centner Roheisen aus den Karpathen-Sphärosideriten bei kalter Luft mit durchschnittlich 200 Pfd. Cokes erzeugen sollen, während die Erz. Eisenwerke so wie alle andern Eisenwerke in den Karpathen früher bei kalter Luft durchschnittlich 225 — 250 Pfd. Holzkohle aus  $\frac{3}{4}$  weichen und  $\frac{1}{4}$  harten Hölzern benöthigten, und erst durch Anwendung der Lufterhitzung von 150 — 200° R. ist es endlich gelungen, den Aufwand auf durchschnittlich 160 Pfd. pr. Ctr. Roheisen herabzubringen \*). Nun ist aber notorisch, dass selbst in den besten Hütten in Belgien und England wie in Frankreich und Preussen bei Cokes fast überall 50 — 100 pCt. Brennstoff mehr gebraucht wird, als bei Holzkohle.

Der Cokesbetrieb steht demnach für die Karpathen-Sphärosiderite in einem ungewöhnlich günstigen Verhältnisse im Vergleich zu der Verschmelzung mit Holzkohle. Mag dabei auch ein Theil des Vorsprunges in dem vortrefflichen reinen Coke der Ostrauer Steinkohle bei zweckmässiger Ofeneinrichtung gesucht werden, so kann diess doch nicht einen so sehr grossen Unterschied bedingen, wie hier vorliegt. — Auch kann die Ursache nicht etwa in einer mangelhaften Construction der hiesigen Hochöfen für Holzkohlenbetrieb gesucht werden, welche durch vielfache wohlbewährte Versuche und langjährige Erfahrungen in ihren gegenwärtigen Dimensionen festgestellt erscheinen, und sich durch hohe und weite Kohlensäcke bei verhältnissmässig engen und hohen Gestellen, so wie kräftigen Gebläsen gerade für Brennstoffersparung besonders eignen dürften.

---

\*) Wobei auf 100 Pfd. Brennstoff 300 — 320 Pfd. an verschmolzener Erzmasse inclusive Zuschlägen kommt, bei einem Ausbringen von 22 — 25 pCt. Eisen.

Wenn man die Bestandtheile des Karpathen-Sphärosiderites mit denen des Steinkohlen-Sphärosiderites aus England und Preussen und auch aller Spatheisensteine vergleicht, so kann man nicht leicht etwas Anderes als Ursache des bedeutenden Strengflusses finden, als den namhaften Kieselerdegehalt, der in der Hauptsache als fein zertheilter Quarzsand, in der ganzen Masse umherzuliegen scheint.

Nachdem hier die festen Sphärosiderite durch Rösten, Zerquetschen und 2jähriges Abwittern mechanisch und chemisch wesentlich metamorphosirt und theilweise in den Zustand gebracht werden, in welchen das schon besprochene milde Erz durch die Natur selbst zersetzt wurde, nämlich in Eisenoxydhydrat, so wird hierdurch die Reductionsfähigkeit und Schmelzbarkeit wesentlich erleichtert.

Um nun alle die in Obigem nur in schwachen Zügen angedeuteten Verhältnisse gründlich zu ermitteln und mit Hilfe der Chemie dem hiesigen Hüttenprozess einen weitem festen Vorschub zu leisten, werden wohl mit weitem planmässig erfolgten Analysen auf nassem Wege, auch Proben auf trockenem Wege für zweckmässigste Gattirung und Beschickung in der Weise verbunden werden müssen, wie die Schweden, und namentlich der berühmte SEFSTRÖM diess bereits mannigfach in Uebung gebracht hat.

Während die nasse Analyse uns mit den vielen, hier so mannigfach wechselnden Nebenbestandtheilen der Erze bekannt macht, muss eine auf rationelle Basis gestellte Synthese durch Proben im Kleinen, auf trockenem Wege, zu der zweckmässigsten Gattirungs- und Beschickungsmethode führen.

Würden die hiesigen Sphärosiderite sich in wenig Hauptgattungen ziemlich gleich oder ähnlich verhalten, so würde diese Arbeit vielleicht nicht so sehr schwierig seyn, und durch eine rationelle gleichmässige Behandlung ein baldiges Gelingen erwarten lassen. — Aber da tritt vorzüglich der Umstand noch dazwischen, dass eine endlose Mannigfaltigkeit in der Combination der Bestandtheile statt zu finden scheint. Es werden hier im Ganzen bei den Erz. Eisenwerken vielleicht allein an 400 verschiedene Flötze von der Gegend bei Meseritsch und Weisskirchen in Mähren angefangen, an den Karpathen durch Schlesien hin, bis tief nach Galizien im Abbau begriffen sein.

Wie sehr jedes einzelne Flötz je nach der grösseren oder geringeren Verwitterung, und wie mannigfach endlich diese zahlreichen Flötze, die vom Kalkstein an, bis in reinen Sphärosiderit, durch alle möglichen Combinationen übergehen, variiren können, ist aus dem Obigen an und für sich begreiflich.

Zum Schlusse für diese Betrachtung seien mir noch einige Bemerkungen und Ansichten über die untersuchte Schlacke erlaubt.

Wenn man die untersuchten festen Erze (als geröstet) im üblichen Verhältnisse, mit dem untersuchten Kalkstein zusammen rechnet, so müsste sich eine Schlacke ergeben, von beiläufig 36 pCt. Kalkerde, 7 pCt. Talkerde, 48 pCt. Kieselerde,  $1\frac{1}{2}$  pCt. Thonerde und  $10\frac{1}{2}$  pCt. andere Bestandtheile. Es ergab sich aber aus den beiden Schlacken nur 11—21 pCt. Kalkerde — blos Spuren von Talkerde, dagegen 56—60 pCt. Kieselerde,  $7\frac{1}{2}$ —8 pCt. Thonerde.

Da die untersuchten Erze aber wie schon gesagt nur einen kleinen Theil der gewöhnlichen Beschickung ausmachen, und jedesmal wenigstens an 20—30 Flötze zur Verschmelzung gelangen, so ist wohl keinesfalls ein Irrthum in den Analysen anzunehmen, die im Uebrigen so viele schöne Uebereinstimmung zeigen, sondern es ist sicher anzunehmen, dass die Bestandtheile ausserordentlich mannigfach wechseln. — Nach dem schon stöchiometrisch berechneten Werth der Schlacke D. 8., wenn man den angegebenen Gehalt von Eisen und Mangan für Kalk gleichwerthig nimmt, und die neuesten schönen Untersuchungen RAMELSBERG's über die Zusammensetzung der Eisenhochofenschlacken (POGGD. *Annal.* Bd. 44. S. 95) berücksichtigt, ergibt sich, dass diese Schlacke, den Gewichtsverlust von  $2\frac{1}{2}$  Procent und der Kohlegehalt von 3,5 unverändert gelassen, der Zusammensetzung eines Trisilicates  $R \left\{ \begin{array}{l} Si \\ Al \end{array} \right.$  sich näherte.

Interessant wäre es nun, da gerade diese Schlacke krystallinische Textur und sogar einige undeutliche Krystalle zeigt, dieselbe auch oryktognostisch näher zu bestimmen.

Die namentlich aus Spatheisenstein schon mehrfach erhaltenen Augitischen Gebilde werden wir wegen dem Vorherrschen der Magnesia in diesen Gebilden, und als vorzugsweise Bisilicate, hier nicht so leicht erwarten können.

Dagegen habe ich neuerdings noch andere Krystallisationen der Hohofenschlacke bei Zugabe fremder Erze erhalten, welche bei näherer Prüfung eben so interessant dem Metallurgen als dem Chemiker und Mineralogen werden dürften, und deren nähere Mittheilung ich mir später hier erlauben werde. Vorläufig will ich nur so viel kurz andeuten darüber, dass ich bei Zusatz von nur 10 pCt. eines schwarzen Manganerzes zu unserm Karpathen-Sphärosiderit, wie schon oben erwähnt, nicht nur ein zur Stahlfabrication geeignetes Spiegeleisen erhält, sondern auch merkwürdiger Weise eine Schlacke, wie ich sie bis jetzt nur bei Hüttenwerken gesehen habe, welche vorzüglichen Spatheisenstein verblasen. Ja es zeigten sich sogar auf der mehr lauch- als grasgrünen Schlacke die Drusen mit denselben braunen, wie es scheint Vesuvian-ähnlichen Krystallen besetzt, wie ich diess an Schlacken früher schon bei den herzogl. COBURG'schen Eisenwerken in Pohorella beobachtete, wo aus Spatheisenstein nach Bedarf ein vorzügliches Spiegeleisen erzeugt wird. Es wäre diess ein interessanter Beleg für Aehnlichkeit der Schlacke und deren Krystallisation bei ähnlicher Beschaffenheit des erzeugten Eisens, hier vor Allem für die sich gleich bleibende Wirkung des Mangans, bei übrigens auch sehr verschiedenen Erzen.

Ein anderes interessantes Beispiel erhielt ich neulich durch geringe Zugabe von einem reichen Brauneisenstein, der bei Sillein in Ungarn in Gängen bricht, zu den Karpathen-Sphärosideriten. Es erschien bei einem zwar grauen, doch auch zur Stabeisenfabrication höher qualificirten Roheisen, eine fast weisse, jedoch nicht glasige, sondern steinige, mehrmals fast trachytartige Schlacke, welche in kleinen Drusen kleine wie Glas durchsichtige und weisse fast oder ganz rechtwinkelige Krystallpris-

men zeigt, welche aber so klein sind, dass sie nur mit der Lupe genauer bestimmt werden können, und welche ich gerne vor einem bestimmten Urtheil einer sicheren Prüfung unterzogen sehen möchte.

Dass die Karpathen-Sphärosiderite eine zur Krystallisation sehr geneigte Schlacke geben, ist schon aus der Probe 8 ersichtlich. Die Krystalle bleiben gewöhnlich nur in den violetglasigen Schlacken, bei hochgarem Gange, wie Nr. 7 ganz aus, und das Roheisen ist dann immer bis in den dünnsten Stücken weich und grau. Bei zwar noch vollkommenem, doch minder hohem Gaargang sind überall wenigstens winzige Krystalle im Glase liegend zu unterscheiden, und bei langsamer Erkaltung bekommt fast immer die ganze Schlacke eine krystallinische Textur bei lichtgrüner Farbe. Das Roheisen hat dann in sehr freien Kanten und Stücken wenigstens eine Spur von Härte und Weisswerden. Hierher gehört die analysirte Schlacke Nr. 8 und wahrscheinlich auch die zu näherer Prüfung und Beschickung beabsichtigte Schlacke. Bei ungaarem Gange ist immer die ganze Schlacke steinig krystallinisch und enthält oft sehr grosse Krystalle von Olivinartigen Aussehen, aber meist gelber oder brauner Farbe. \*) Das Roheisen ist dann immer mehr oder minder weiss und hart, je nach dem Grade des ungaaren Ganges. Häufig sieht man hier eine glasige Schlacke, welche sich ganz rauh anfühlt, und beim Durchsehen undurchsichtige Punkte zeigt. Bei nochmaliger Prüfung habe ich gefunden, dass diese rauhen Punkte, von welchen die Arbeiter glaubten, dass es Sand sey, der nicht genug verdaut wäre, nichts anderes waren, als zahlreiche kleine Krystalle, die im Glase umher liegen. — Das Erscheinen dieser rauhen Glasschlacke ist immer ein festes Anzeichen, dass die Temperatur des Hochofens im Abnehmen ist, und bald gespitztes oder gar weisses Eisen folgt, wesshalb es als erster Vorbote zu zeitiger Verminderung des Erzsatzes mahnt, ehe noch die eigentlichen Kennzeichen einer Temperaturabnahme erscheinen. Wie weit diese bei verschiedenen Temperaturen und Qualitäten von Roheisen und Schlacke verschiedenen Krystallisationen in ihrer chemischen krystallographischen Beschaffenheit differiren, näher zu untersuchen, dürfte nicht uninteressant sein, und ich habe dazu schon ein mehrfaches Material gesammelt.

Man sieht wohl aus diesen wenigen Andeutungen so viel, dass es nicht bloss eine wissenschaftliche Spielerey sey, auf eine vereinigte Prüfung der chemischen und oryktognostischen Beschaffenheit der Hüttenproducte tiefer einzugehen, und wenn diesem Gegenstand vieler Orts, von tüchtigen Hüttenleuten die gehörige Aufmerksamkeit geschenkt, und das geschaffte Material von ausgezeichneten Chemikern und Mineralogen im Vereine verarbeitet würde, so bin ich fest überzeugt, dass nicht

---

\*) Die Krystallisation solcher roher Hochofenschlacke hat viel Aehnliches mit Krystallisationen, wie man sie manchmal in den Frischfeuern der sogenannten Rohschlacke erhält, welche alsdann Singulo-Silicat von Eisenoxydul seyn soll.

blos die Wissenschaft, und vor Allem Chemie und Geologie daraus neues Licht schöpfen wird, sondern dass auch praktische Vortheile für den Metallurgen zur schnellen und gründlichen Beurtheilung seiner Hüttenprozesse, daraus hervorspringen werden.

Es ist zwar in dieser Sache schon mehrfach Interessantes zu Tage gefördert worden, doch stehen die einzelnen erlangten Resultate noch so isolirt und nach allen Richtungen unvollständig ausgebeutet da, dass es endlich nothwendig wird, dass ausgezeichnete Männer der Wissenschaft sich der Sache ernstlich und beharrlich annehmen, und von den Metallurgen das nöthige Material sammeln. Dazu möchte ich nun vor Allem unsere hochverehrten Haidinger und Löwe vereint wirken sehen.

Vielleicht erlangen diese wenigen Zeilen doch das kleine Verdienst, einen kräftigen Anstoss hiezu zu geben.

---