

Der heutige Stand des Krupp-Rennverfahrens.

クルップ式レン法の現況に就て

(日本鐵鋼協會及滿洲冶金學會聯合主催通俗講演會講演 昭和 14 年 (康德六年) 9 月 25 日)

Dr. F. Johannsen.

ドクトル フリードリヒ・ヨハンゼン

翻譯 クルップ會社日本代表事務所員 鈴木泰次郎

Meine Herren!

Wenn ich die Ehre habe, auf der heutigen Hauptversammlung einen Bericht ueber das Krupp-Rennverfahren zu erstatten, wie ich ihn in aehnlicher Form vor einigen Monaten vor dem Verein deutscher Eisenhuettenleute gehalten habe, so muss ich Sie zunaechst um Entschuldigung bitten, dass es mir nicht moeglich ist, diesen Vortrag direkt in Japanischer Sprache zu halten. Herr Suzuki wird aber die Liebenswuerdigkeit haben, meine Ausfuehrungen anschliessend auf Japanisch zu wiederholen.

Das Krupp-Rennverfahren ist ein im Drehrohrofen durchgefuehrtes Reduktionsverfahren, das in erster Linie zur Gewinnung von Eisen dient. Das Eisen wird dabei zu Schwamm reduziert und kohlenstoffarme Metallkoerner, die sogenannten Luppen, uebergefuehrt. Neben Eisen lassen sich durch dieses Verfahren verschiedene Nichteisenmetalle gewinnen, und zwar solche, die leichter reduzierbar sind als Eisen und mit diesem magnetische Legierungen oder Verbindungen bilden, z. B. Nickel, Kobalt, Kupfer sowie Silber, Gold und Platinmetalle.

Der Arbeitsgang des Verfahrens ist im Bild 1 schematisch dargestellt. Nach Vorzerkleinerung auf etwa 2-8 mm werden Erz und fester Brennstoff zusammen mit dem Flugstaub und einem Mittelprodukt der Nachzerkleinerung gleichmaessig gemischt und dem Drehrohrofen kontinuierlich aufgegeben. Das Gut durchwandert den Ofen im Gegenstrom zu den Reduktionsgasen. Nach einer Vorwaermung durch die Abgase findet bei Temperaturen von 600-1100°C die Reduktion der Metalloxyde zu Metallschwamm statt. Im letzten Teil des Ofens, in der Luppzone, wird der gebildete Metallschwamm dann zu Luppen zusammengeschweisst, die in der halbweichen Schlacke

諸君

本夕日本鐵鋼協會及滿洲冶金學會の大會に際しクルップ式レン法の歐洲に於ける發達現況に就てお話し申上げ得る事は私の甚だ光榮と致す所であります。本講演は本年 4 月獨逸鐵鋼協會に於て發表したものであります。所が本講演を日本語でお説明申上げる事は私には出来ませんので頗る遺憾の次第であります幸ひ此處にクルップ會社日本代表事務所の鈴木氏がお見へになって居られますので同氏を煩はして翻譯の勞を執て頂く事に致しますから左様御承知をお願い致します。

さてクルップ式レン法とは回轉窯を用ゐて行ふ一種の還元法でありまして、其の主要目的は鐵の生産であります。此のレン法にては鐵は先づスポンヂアイアンに還元せられ然る後其の熔解點以下の溫度にて炭素含有量の低き鐵粒に生成せらるるものでありまして、此の鐵粒をルッペと申して居ります。

此のレン法では單に鐵のみならず各種の非鐵金屬も亦回收生産し得るのであります其の種類を挙げますと鐵より還元の一層容易なるもの及鐵と磁性合金をなすもの或は鐵と化合物となるもの等でありまして例ばニッケル、コバルト、金、銀、銅及白金等であります。

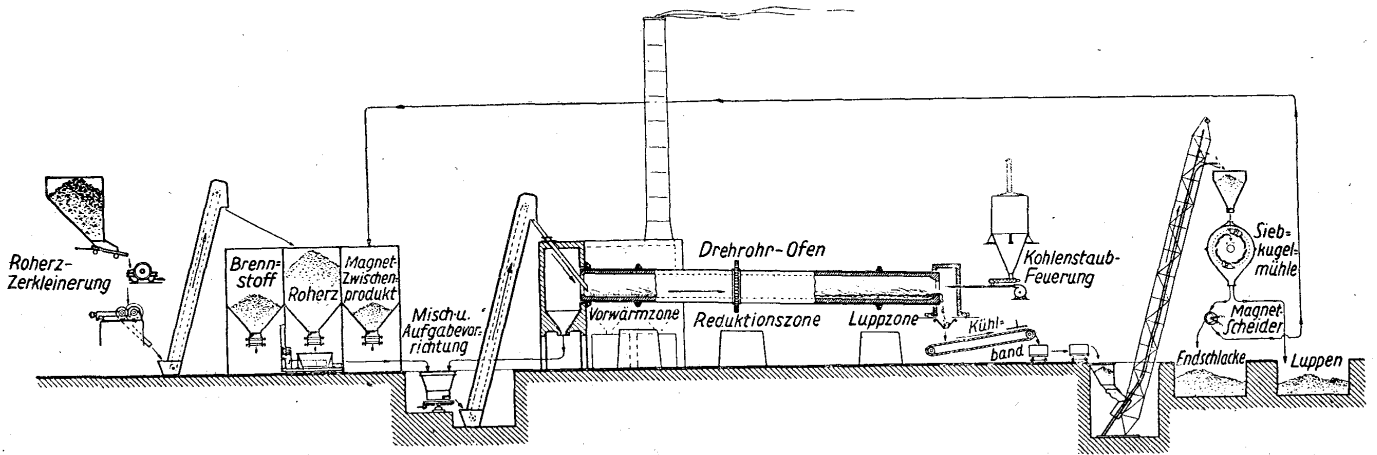
レン法の作業工程は第 1 圖に系統的に示されて居ります。

先づ 2~8mm の粒の大きさに粗碎された原鑛及び固形燃料又はフリユウダスト及び磁性中間物 (ミッドリング) 等と一定の割合によく混合せられて回轉窯に連續的に送入されます。此の混合物は還元ガスに向て即ちカウンターカレントにてキルンの中を徐々に移動して參ります。廢氣ガスにて熱せられたる此の混合物は 600~1,100°C の溫度に到てメタルオキサイドがメタルスポンヂとなる還元作用が行はれるのであります。キルンの最終端部分即ち此をルッペゾーンと申して居りますが此のルッペ帯に於て先に生成せられましたメタルスポンヂがルッペとなるものでありまして此のルッペは半軟性なスラッグ中に分布散在し、スラッグと共にキルンより排出せらるるのであります。此のキルン

verteilt bleiben. Der abgekuehlte Ofenausrag wird durch Zerkleinerung und Magnetscheidung in Luppen, Endschlacke und ein zur Ofenaufgabe zurueckgegebenes Zwischenprodukt getrennt.

排出物は先づ冷却せられ、然る後粉碎せられ、磁気選別機によりてルッペと最終スラッグ及び再びキルンに戻さるべき磁精鑛（マグネチックコンセントレート）とに分離せらるるのであります。

Bild 1. Arbeitsgang des Krupp-Rennverfahrens.



Gegenueber den vielen bekannten Vorschlaegen zur Gewinnung von Eisen durch Drehrohrfurnenprozesse, bei denen das Eisen in der Regel als Eisenschwamm oder als fluessiges Roheisen gewonnen wird, besteht das wesentliche Neue des Krupp-Rennverfahrens in den besonderen Arbeitsvorgaengen in der Luppszone des Ofens, die sich von dem Prozessablauf aehnlicher Drehfurnenverfahren zur Gewinnung von Eisen grundlegend unterscheiden.

回轉窯を用ゐて鐵を作る方法は既に數多くあります。然して鐵は原則としてスポンヂアイアン又は流動體鉄鐵として回収せらるるものでありますが反之クルップ式レン法にありまして其の最も重要な新事態としてはキルン中のルッペ帯に於ける特殊工程の點でありまして此の點が他の同じく回轉窯を用ゐて居る類似の方法の作業工程と根本的に相違して居るのであります。

Das Krupp-Rennverfahren stellt in Bezug auf die Zusammensetzung der Schlacke wesentlich geringere Anforderungen als die normalen Schmelzprozesse. Waehrend bei diesen auf eine moeglichst duennfluessige und spezifisch leichte Schlacke gearbeitet werden muss, die eine gute Abtrennung des fluessigen Metalls von der Schlacke gestattet, erfordert das Rennverfahren nur eine Schlacke, die bei Temperaturen von 1200-1300°C halbweich ist. Der Bereich solcher bei diesen Temperaturen teigigen Schlacke ist innerhalb der Schlackendiagramme naturgemaess groesser als der Bereich der zum Schmelzen geeigneten Schlacke, so dass das Rennverfahren im allgemein erheblich weniger Zuschlaege erfordert als die entsprechenden Schmelzprozesse.

クルップ式レン法はスラッグの成分に關しては從來の普通の熔解プロセスに於けるよりも其の要求する所が尠いのであります。例へば普通の熔解作業では出来るだけ熔解し易く且比重の輕きスラッグを作り以て液狀金屬とスラッグとが能く分離する事を要求して居りますが、此のレン法にありましては 1,200~1,300°C の溫度にて半軟性のスラッグを必要とするのみであります。此の溫度にて得らるゝ半軟性スラッグの範圍は普通の熔解法に適當するスラッグの範圍より廣い事は自明の理であります。従てレン法に於ては普通の熔解法に於けるよりも熔劑（フラックス）を要する事が著しく尠いのであります。

Auch in Bezug auf die Qualitaet der erforderlichen Brennstoffe sind die Ansprueche des Rennverfahrens geringer als die der Schmelzprozesse. So spielen insbesondere die physikalischen Eigenschaften, wie Stueckgroesse, Druckfestigkeit usw., keine Rolle, da der Reduktionsstoff beim Rennverfahren dem Erz feinkoernig beigemischt wird. Brennstoffe mit hohem Aschengehalt lassen sich ohne nachteilige Folgen als Reduktionsstoff verwenden und sind vorteilhafter als aschenaermere, wenn sie preiswert zu erhalten sind.

次に還元に必要な燃料の品質に就てもレン法の要求する所は熔解法の要求する所より尠いのであります。就中其の化學的性質即ち粒の大き耐壓性其他に關しても特別の要求をして居らぬのでありまして、其の理由は我がレン法にては還元材料は鑛石に細粒の儘混合せらるゝからであります。尙又灰分の多き燃料も別段作業に悪影響を及ぼす事なく使用する事が出来ます故に此の灰分の多き燃料が安價に求めらるゝ場合には灰分多き燃料を用ゆる方が一層經濟的となる次第であります。

In den Grossanlagen bezw. im Versuchsbetrieb sind

大規模の工業プラント並に試験作業にて得たる經驗によ

praktisch all infrage kommenden feinkoernigen Brennstoffe als Reduktionsmaterial verwendet worden, und zwar Koksgrus, Anthrazit, Holzkohlenfein, Stein- und Braunkohlen-Schwelkoks sowie rohe Stein- und Braunkohle. Bei sehr gasreichen Kohlen ist zu beruecksichtigen, dass die Kohlenwasserstoffe in der Vorwaermzone abdestillieren und dem Prozess nur zugute kommen, soweit sie unter Aufspaltung festen Kohlenstoff bilden. Es ist daher meistens empfehlenswert, gasreichere Brennstoffe zu schwelen, umso mehr, als der Wert der gewonnenen fluechtigen Bestandteile in der Regel groesser ist als die Kosten der Schwelung.

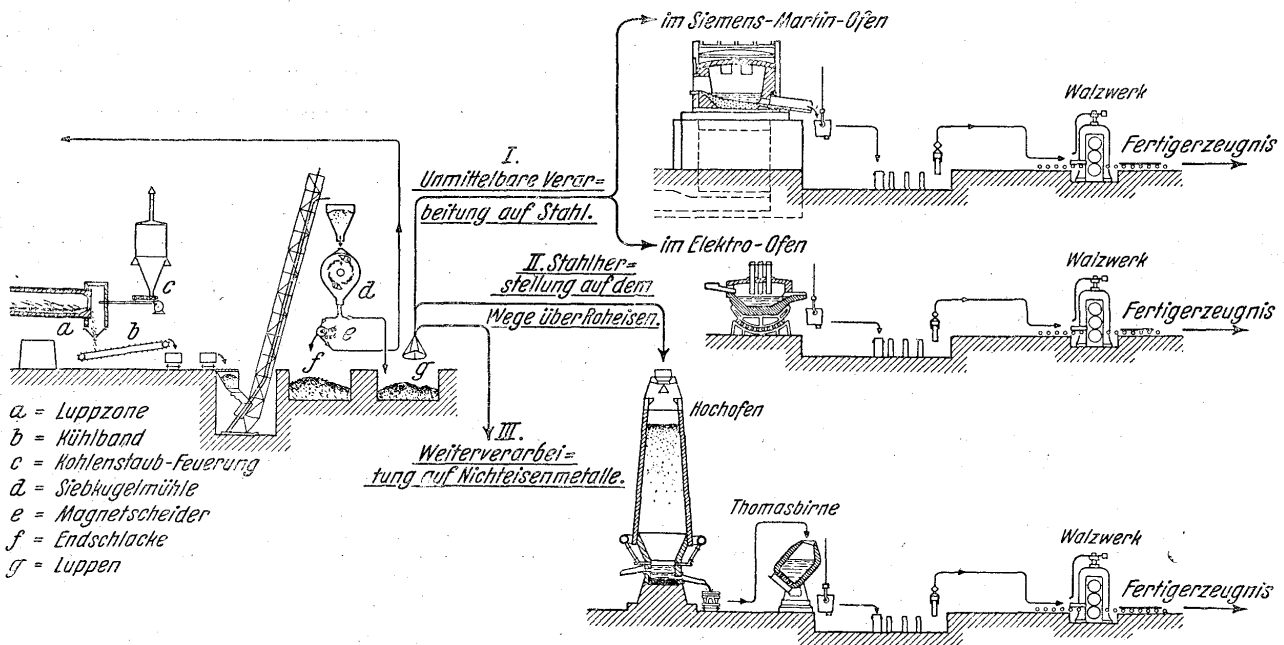
Die im Krupp-Rennverfahren hergestellten metallischen Luppen lassen sich praktisch schlackenfrei gewinnen und fallen in einer Korngroesse von 1,5 bis etwa 50 mm an. Sie stellen ein kohlenstoffarmes Zwischenprodukt dar, das anschliessend auf Fertigmetalle oder auf Legierungen verarbeitet werden kann. Dabei ergeben sich fuer die Einordnung des Rennverfahrens in die ueblichen Huettenmethoden nach dem heutigen Entwicklungsstand, wie im Bild 2 dargestellt ist, drei Hauptwege:

りますと殆んど總ての種類の細粉燃料が還元材として用ひられ得るのであります。即ちコークス粉、木炭粉、石炭及褐炭の乾溜コークス（コーライト）及生の石炭及び褐炭等であります。ガス分の非常に多き石炭にありましては炭化水素がプレヒートゾーンにて追出され然して、此の炭化水素が分解して固定炭素を形成する場合にのみ作業に役立つものなる事を考慮せねばなりません。従てガス分の多い石炭は豫め乾溜する事を多くの場合得策と考へます。其の理由は乾溜によりて回収せられました揮發分の價値は乾溜に要する費用よりも高價なるが普通であるからであります。

クルップ式レン法にて生産せられたるルッペは實質上殆んどスラッグなしで回収出來ます。尙其の粒の大きさは 1.5 mm 以上 50 mm 位であります。此のルッペは炭素含有量の低き中間製品でありまして、此の中間製品は引續き製品として或は合金として加工精製せらるゝものであります。

現在の發達段階に於きまして、此のレン法を一般の冶金方法に應用する方途は第2圖に示されたる通り三つあります。

Bild 2. Wege zur Weiterverarbeitung der Luppen.



1) Die direkte Gewinnung von Stahl unter Ausschaltung des Hochofens, wobei die Weiterverarbeitung der Luppen im Siemens-Martin Ofen oder im Elektroofen erfolgen kann.

2) Die Anreicherung von eisenarmen Erzen, insbesondere solchen mit hohem Kieselsauregehalt, auf ein Hochofenkonzentrat. Das Umschmelzen der Luppen, die das Eisen in praktisch schlackenfreier, metallischer Form enthalten, laesst sich im Hochofen

1. 其の第1方途はブラストファーネスを利用せず生成せられたるルッペを電気爐又は平爐にて直接鋼に精製する方法であります。

2. 其の第2方途は鐵の含有量低き貧鐵を鐵の含有量多き富鐵となす方途でありまして特に珪酸含有量の高き貧鐵を處理してブラストファーネスコンセントレートを作る如きは最も適當な用途であります。

ルッペは實質的にスラッグを含まず、且又鐵を金屬的形

mit verhaeltnismaessig geringem Koksauwand durchfuehren. Die Weiterverarbeitung des Roheisens auf Stahl erfolgt dann in der ueblichen Weise.

3) Die Gewinnung von Nichteisenmetallen, z. B. Nickel, Kobalt, Kupfer, Silber, Gold und Platinmetallen. Der Eisengehalt der Erze dient bei dieser Arbeitsweise als Sammler der Nichteisenmetalle Anstelle der bei den ueblichen Huettenmethoden verwendeten Schwefel-oder Arsenverbindungen.

Von den z. Zt. in Bau bezw. in Betrieb befindlichen 18 Rennoefen its eine grosse Anzahl fuer die direkte Stahlgewinnung unter Ausschluss des Hochofens vorgesehen. Zwei Anlagen mit je einem grossen Ofen arbeiten schon seit fast 5 Jahren im Dauerbetrieb: einer dieser Oefen erzeugt aus armen Erzen ein Hochofen-Konzentrat, waehrend der zweite der Gewinnung von Nickel aus armen Nickel Erzen dient.

Die direkte Gewinnung von Stahl unter Ausschaltung des Hochofens eignet sich besonders fuer solche Wirtschaftsgebiete, in denen zwar Erze vorhanden sind aber der fuer den Betrieb von Hochoefen erforderliche Stueckkoks fehlt. Wenn in solchem Falle feinkoernige Brennstoffe zur Verfuegung stehen, ermoeglicht das Krupp-Rennverfahren die Aufnahme

態に於て含んで居りますので、此れを熔鑛爐にて熔解する事は僅少のークスを以て成し得らるゝのであります。斯くして作られた銑鐵を鋼に製造するのは既に周知の方法にて行はれます。

3. 其の第3方途は非鐵金屬即ちニッケル、コバルト、銅、銀、金及白金等の回収であります。此の場合には鐵の含有されて居る事が非鐵金屬の蒐集者としての役目を爲すものでありまして、他の冶金方法にて用ひらるゝ硫黄或は砒素化合物の代理を努むる譯であります。

既に運轉中及目下製作中のレンキルンは計 18 本に達して居りますが其の大部分は熔鑛爐を用ひずして鐵を作る目的の爲め用ひらるゝものであります。

各 1 本の大なるキルンを有するプラント 2ヶ所は既に 5ヶ年間連続運轉を致して居ります。其の 1 本は貧鑛よりブラストファーネスコンセントレートを製造するに用ひられ、他の 1 本はニッケルを含有する蛇紋岩よりニッケルを回収する目的に用ひられて居ります。

熔鑛爐を利用せずして鋼を直接製造する爲め我がレン法を應用する事は次の如き場合に最も適當して居ります。即ち此の場合鑛石はありますが熔鑛爐の作業に必要な塊狀ークスが無いと云ふ如き場合であります。此の時に微粉燃料がありますればクルップ式レン法に依る自己の製鐵事業を成し得るのであります。然して此の場合レンプラン

Zahlentafel 1. Ergebnisse von Rennversuchen.

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Erz	Hämatit	Magnetit (Konzentrat)	Magnetit (Konzentrat)	Hämatite (Erzmischung)	Limcnit	Rostspat und Limonit	Titan-eisen-sand	Rot-schlamm	Limonite (Erzmischung)	Hämatit	Ton-eisen-stein	Limonite (Erzmischung)
Analyse im Trockenem:												
Fe %	64,7	50,6	55,9	55,5	47,1	43,0 "	35,9	32,2	38,5	30,9	29,2	48,2
SiO ₂ %	0,6	24,1	8,0	18,1	10,0	11,0	27,7	4,3	13,4	21,5	16,12	58,8
Al ₂ O ₃ %	0,8	2,2	1,5	1,0	5,5	3,1	8,3	13,3	5,4	5,9	11,2	2,3
CaO %	—	1,2	0,5	0,2	1,2	2,3	0,4	13,6	4,0	1,3	1,4	0,6
MgO %	—	0,9	9,0	—	0,7	2,7	0,6	0,8	0,9	17,3	1,6	1,1
S %	0,05	0,05	0,04	0,09	0,2	0,9	0,1	0,3	0,2	0,04	0,3	0,2
Feuchtigkeit %	2,0	0,4	1,5	1,5	11,5	5,1 Mn 8,3	5,8 TiO ₂ 20,7	5,7 TiO ₂ 56,4	8,0	0,5	4,3	1,4
Reduktionsmittel	Holz-kohlen	Schwel-koks	Anthra-zit	Koks-klein	Koks-klein	Schwel-koks	Schwel-koks	Roh-braunkohle	Schwel-koks	Koks-klein	Koks-klein	Koks-klein
Analyse im Trockenem:												
Fester Kohlenstoff %	68,1	69,2	63,8	83,8	80,8	57,8	80,1	n. b.	65,8	84,7	85,0	85,5
Flüchtige Bestandteile %	26,8	9,3	6,1	3,9	3,6	14,5	6,4	n. b.	14,6	2,3	2,1	2,6
Asche %	2,8	19,2	29,2	11,7	12,7	26,5	12,9	18,1	16,8	11,6	10,8	10,5
Schwefel %	0,06	0,26	0,40	1,15	1,1	2,5	0,2	1,1	0,7	1,1	1,1	1,1
Feuchtigkeit %	18,7	5,7	5,7	16,4	14,3	18,0	5,7	64,3	26,0	14,3	17,0	10,8
Zuschläge, bezogen auf Roherz:												
Sand %	40,0	—	7,5	—	—	3,8	—	—	—	10,0	—	—
Gebannter Kalk %	10,0	20,0	—	10,0	—	15,0	8,0	—	—	—	—	10,0
Umlaufschlacke %	5,0	—	10,0	25,2	20,0	—	—	—	—	—	—	—
Luppengehalte an:												
C %	0,9	2,1	1,1	0,8	0,3	1,7	1,6	0,5	1,4	0,8	1,1	1,6
P %	0,2	0,2	0,05	0,08	1,8	0,2	0,14	0,9	0,5	0,15	0,18	0,45
S %	0,09	0,06	0,35	0,65	0,7	0,5	0,12	0,3	0,4	0,50	0,75	0,85
Eisenausbringen in den Luppen: etwa %	96,0	97,0	97,0	97,5	97,0	94,0	96,0	92,5	96,0	92,0	93,0	91,0

einer eigenen Eisenerzeugung. Die Gesamtanlagekosten bei Errichtung einer Renmanlage einschliesslich der erforderlichen Stahlwerke werden dabei in der Regel wesentlich geringer sein als die einer gleich-grossen Hochofenanlage mit Nebenbetrieben und dazugehoerigen Stahlwerken.

Bei einem solchen Aufbau einer neuen Eisen-industrie faellt dem Rennverfahren die Aufgabe zu, Erze von meist guter Beschaffenheit mit den im Lande verfuegbaren feinen Brennstoffe zu verarbeiten.

Die Zahlentafel 1. zeigt die Ergebnisse von Versuchen mit verschiedenartigen reichen Erzen, die ihrer Zusammensetzung nach auch fuer den Hochofenbetrieb gut geeignet sind. Bei den Erzen der Versuche 1 und 4 handelt es sich um reiche Haematite, bei den Versuchen 2 und 3 um Magnetitkonzentrate, die aus dem auf 1 mm zerkleinerten Roherze durch einfache Magnetscheidung gewonnen werden konnten. Als Reduktionsstoff wurden Holzkohlenfein und Schwelkoks sowie Anthrazit und Koksgrus verwendet. Entsprechend dem zum Teil geringen Schwefelgehalt dieser Brennstoffe ergaben sich bei den Versuchen 1 und 2, wie aus der angegebenen Luppenanalyse hervorgeht, sehr schwefelarme Luppen mit 0,06-0,09% S, waehrend bei den Versuchen 3 und 4 in Uebereinstimmung mit dem Schwefelgehalt der Brennstoffe Luppen mit etwas hoeherem Schwefelgehalt anfielen.

Fuer eine gute mechanische Durcharbeitung der Chargen in der Luppzone des Rennofens ist eine Mindestschlackenmenge von etwa 600-800 kg Schlacke je Tonne Luppen erforderlich. Dementsprechend muss bei sehr reichen Erzen eine grossere Menge an Zuschlaegen zur Schlackenbildung aufgegeben werden, oder Endschlacke zurueckgegeben. Der im Versuchsbetrieb zugeschlagene gebrannte Kalk, der etwa 75% CaO enthielt, laesst sich im Grossbetrieb durch eine entsprechende Menge rohen Kalkstein ersetzen.

Anstatt der Neubildung von Schlacke durch gleichzeitigen Zusatz von Sand und Kalk kann auch mit Zurueckgabe von Endschlacke des Prozesses gearbeitet werden. Dabei wird dann nur soviel Sand oder Kalk zugeschlagen, wie zur Moellerung der Gangart des Erzes erforderlich ist.

Diese Arbeitsweise ist bei den Versuchen 3 und 4 ausgeuehrt worden. Beim Erz Nr. 3 wurden zum Ausgleich der Zusammensetzung der Gangart 7,5% Sand und beim Erz Nr. 4 andererseits 10% Kalk zugegeben und dann 10% bezw. 25% Endschlacke zur Erhoehung der Gesamtschlackenmenge zugeuehrt.

Die Zurueckgabe von Endschlacke setzt die Arbeitstemperatur des Prozesses in votreilhafter Weise berab, da der Erweichungspunkt der gebildeten Schlacke tiefer liegt als der Bildungspunkt der gleichen Schlacke bei Aufgabe der einzelnen Komponente.

ト及び其に必要な製鋼工場等の總建設費は熔鑛爐と其附帶設備並びに其に必要な製鋼工場等の總建設費よりは一般に著しく尠くてすむ事と考へられます。

以上の次第でありますから新たに製鐵事業を起さるる場合相當良質の鑛石があり、此れを國內にあり合せの微粉燃料にて處理すると云ふ事が此のレン法に課せられたる役目であります。

別掲第1表は各種の富鑛を用ひたるレン法試験の成績を示したものであります。此等の鑛石は其成分から見まして熔鑛爐で處理するに適して居る事は勿論であります。第1及第4試験の鑛石は赤鐵鑛で、第2及び第3の試験は磁精鑛であります、而して此の磁精鑛は原鑛を1 mmに粉碎したるものを簡単な磁氣選別によりて作られました。還元材としては木炭粉、コーライト並に無煙炭及コークス粉等が用ひられました。此等の燃料中に含まれて居た硫黄の量が尠きに相當して第1及び第2試験にあつてはルッペの分析表が示す如く硫黄含有量が0.06~0.09%と云ふ極めて低き硫黄含有量のルッペが出来ましたが反之第3及第4試験にては燃料の硫黄含有量と相當した硫黄含有量の幾分高きルッペが作られました次第であります。

キルンのルッペ帯に於て裝入物を機械的に完全に處理する爲には1 tのルッペに對して最少約600~800 kgのスラッグを必要と致します。ですから非常に品位の高き富鑛にありましてはスラッグを作る爲めに一層多量の熔劑を加へるか或は返しスラッグを加へてやらねばなりません。試験作業にて加へました焼石灰は約75%のライム CaO を含んで居りましたが大規模の工業プラントには此れに相當する量の石灰石を以て代へる事が出来ます。

砂と石灰を同時に加へてスラッグを新しく作る代りにレン法にて出来たスラッグを循環させる事も出来るのであります。此の場合には當該鑛石の脈石に適應した混合を作るに必要な量だけ砂或は石灰が加へらるべきであります。

此の作業方法は第3及第4試験に應用されました。第3鑛石にあつては脈石の成分をバランスする爲め7.5%の砂を、第4鑛石にては10%の石灰を加へ、且又前者には10%の最終スラッグを然して後者には25%の最終スラッグを加へてスラッグの總量を高めました次第であります。

此のスラッグを循環せしむる事によりてレン作業の作業溫度を低め得る利益があります。其の理由は斯して作られたスラッグの熔融點は他の個々の熔劑を裝入したる際に作らるゝ同一スラッグの形成點より低いからであります。

Die Rueckgabe von Schlacken bei Verarbeitung von reichen Erzen hat den weiteren Vorteil, dass nur die der Gangart entsprechende Menge an Schlacke abgesetzt wird und dementsprechend das Eisenausbringen, wie es sich auch aus dem Versuch mit 97,5% ergibt, besonders hoch liegt.

Zahlenfabel 1. zeigt unter 5 und 6 die Verarbeitung von Limoniten und Roestspat und unter 7 und 8 die Verarbeitung von titanhaltigen Materialien. Die Schlackenmenge des Limonits Nr. 5 betrug nur etwa 400 kg je Tonne Luppen. Da die Gangart ohne jeden Zuschlag eine fuer den Prozess sehr geeignete Schlacke ergab, wurde in diesem Fall nur mit Rueckgabe von Endschlacke zur Erhoehung der Schlackenmenge gearbeitet. Bei der Mischung von Roestspat und Limonit Nr. 6 wurde dagegen gleichzeitig eine geringe Menge Sand und Kalk aufgegeben. Da die zur Verfuegung stehenden Brennstoffe bei 5 und 6 groessere Mengen Schwefel enthielten, lag auch der Schwefelgehalt der Luppen bei 0,5-0,7% S.

Bei den verhaeltnismaessig niedrigen Temperaturen des Rennprozesses wird Titanoxyd nicht reduziert und verbleibt in der Schlacke, deren Eigenschaften durch einen Titangehalt in vorteilhafter Weise beeinflusst werden. Das Rennverfahren ermoeglicht daher die Verarbeitung von titanhaltigen Materialien, die im Hochofen bisher nur unter starker Verduennung mit anderen Erzen verarbeitet wurden. Der Titaneisensand Nr. 7 wurde unter Zusatz von 8% Kalk mit schwefelarmen Schwelkoks auf Luppen mit 0.12% S verarbeitet, wobei ein sehr gleichmaessiger Ofengang und ein hohes Ausbringen erzielt wurden. Der Versuch Nr. 8 betrifft einen Rotschlamm der Bauxitverarbeitung. Das Material, das ueber 50% Wasser enthielt, wurde unter Zusatz von Rohbraunkohle, die 60% Wasser hatte, direkt im Rennofen auf verhaeltnismaessig schwefelarme Luppen verarbeitet.

Fuer die direkte Weiterverarbeitung der Luppen auf Stahl kommt der Elektro-Ofen oder Siemens-Martin-Ofen infrage. Schwefelarme Luppen, wie sie in einem Teil der gezeigten Versuche erzeugt wurden, lassen sich ohne weiteres in diesen Oefen als Schrottersatz verarbeiten. Man hat dabei den Vorteil, dass die ueblichen Verunreinigungen des Schrottes an Legierungsmetallen in den Luppen nicht vorhanden sind und man daher einen Einsatz von gleichmaessiger Beschaffenheit hat.

Auch Schwefel- und phosphorreichere Luppen koennen mit Erfolg als Einsatz in Elektro-Oefen und Siemens-Martin-Oefen verwendet werden, wie anhand einiger Beispiele gezeigt werden soll. Zahlentafel 2 zeigt Versuchsschmelzen in Lichtbogenofen mit einem Fassungsvermoegen von 5-15 t. Bei den Versuchen 1 und 2 bestand der Einsatz aus Luppen und

富鑛を處理する際には他にもう一つの利益があります、それは此の場合には脈石の量に相當しただけのスラッグを捨てればよいのでありますから従て鐵の回收率は 97.5% と云ふ如き試験成績がある程に良いのであります。

第1表の第5及第6試験は褐鐵鑛及焙燒された菱鐵鑛の處理成績を示し第7及第8試験はチタンを含む鑛石の處理成績を表したものであります。第5試験 褐鐵鑛のスラッグは1tのルッペに對して僅か約400kgに過ぎませんでした。其の理由は脈石が何等の熔劑を必要とせず然もレン作業に頗る適當したスラッグとなつたからであります。依て此の場合には單に最終スラッグを循環させるのみで作業を致しました。焙燒菱鐵鑛と褐鐵鑛を混合した場合即ち第6試験にては前者と異り同時に少量の砂と石灰とを装入してやりました。第5及び第6試験に用ゐられました燃料は多量の硫黄を含んで居りましたのでルッペの硫黄含有量も亦0.5~0.7% でありました。

レン法の作業温度は比較的低いものですからチタンオキサイドは還元せられませんがスラッグの中に残留して居り其のスラッグの性質はチタンを含む事によりて却て作業に都合よき結果となりました。依てレン法ではチタンを含む鑛石を處理する事が出来るのであります。然して斯る鑛石は從來熔鑛爐にては他の鑛石を混合して其のチタン含有度を著しく稀薄にするに非ざれば處理不可能とされたものであります。第7試験はチタンを含む砂鐵に8%の石灰を加へ、硫黄含有量尠き乾溜コークス即ちコーライトを用ゐて硫黄の含有量0.12%のルッペを作り得ました。其の際のキルンの運行は頗る均一順調でありまして其の回收率も亦頗る上乘でありました。第8試験はボウキサイド處理の際に生ずる赤色スライムの處理でありました、此の材料は50%以上も水分がありまして此れに60%の水分を含む褐炭を加へ直接キルンに送入して比較的硫黄含有量尠きルッペを産出しました。

ルッペを直接スチールに精製致す方法としては電氣爐かシーメンス・マルチン・フアーネスを用ゆるのであります。ルッペの硫黄含有量尠きものは何等支障なくスクラップ代用品として電氣爐又は平爐に用ゆる事が出来ます。然も此の場合スクラップの如く品質が區々でありませんから常に均一の性質品位のチャージを爲し得る特色があります。

硫黄及び燐含有量高きルッペも亦電氣爐及平爐で處理して好結果を得たのでありまして、數多の實例が示されて居ります。第2表は5~15 噸の容量の電氣孤光爐にて熔解試験を致しまして成績を表はしたものであります。試験第1及第2にありましては其のチャージはルッペとスクラップとを以てし、第3及第4試験にてはルッペのみが處理さ

Schrott, während bei den Versuchen 3 und 4 nur Luppen verarbeitet wurden. Wie aus der Analyse des Einsatzes hervorgeht, wurden bei den Versuchen 1 und 2 phosphorreiche Luppen verarbeitet, während der Einsatz bei den Versuchen 3 und 4 geringere Phosphorgehalte aber hohe Schwefelgehalte von 0,75 bis 0,81% aufwies. Aus der angegebenen Zeitdauer und aus den Analysen des Fertigstahls geht hervor, dass die Entfernung des Phosphor- und Schwefelgehaltes der Luppen im Elektro-Ofen keine besonderen Schwierigkeiten macht.

Zahlentafel 2. Verschmelzen von Luppen im Lichtbogenofen.

Versuch Nr.	1	2	3	4
Gesamteinsatzgewicht der Schmelzung t	12	5,2	12,5	14,1
Einsatz in % vom Gesamtgewicht				
Luppen	45	80	100	100
Schrott	55	20	—	—
Analyse des Einsatzes (errechnet):				
C %	0,66	1,20	0,65	1,50
Mn %	0,30	0,10	0,32	0,48
Si %	0,10	0,04	0,09	0,10
P %	0,51	0,76	0,10	0,21
S %	0,31	0,29	0,81	0,75
Analyse des Fertigstahls:				
C %	0,38	0,12	0,18	0,98
Mn %	0,71	0,53	0,35	0,29
Si %	0,18	0,28	0,38	—
P %	0,021	0,019	0,011	0,026
S %	0,015	0,019	0,026	0,027
Zeitdauer der Schmelzung .	6 ^h 45 ^m	7 ^h 50 ^m	6 ^h 30 ^m	6 ^h 20 ^m

Die Verarbeitung von Luppen im Siemens-Martin-Ofen wird durch Zahlentafel 3 veranschaulicht. Bei den Versuchen 1-3 dieser Zusammenstellung wurde im feststehenden Siemens-Martin-Ofen mit einer Fassung von 15-20t, beim Versuch Nr. 4 mit einem kippbaren Ofen mit 85t Fassung gearbeitet. Die Versuche 1-3 zeigen die Verarbeitung von phosphor- und schwefelreichen Einsatzen. Dabei bestand die Charge beim Versuch Nr. 1 aus 50% Luppen und 50% Schrott, dagegen bei den Versuchen 2 und 3 aus 75% Luppen, 10% Schrott und 15% Gussbruch. Der Versuch 4 zeigt das Arbeiten unter Zusatz von flüssigem Roheisen, wobei die Luppen nur die Aufgabe haben, einen Teil des Schrottes zu ersetzen. Durch die weitgehende Verduennung des Schwefel- und Phosphorgehaltes unterscheidet sich diese Arbeitsweise nach Versuch 4 nicht wesentlich von der normaler Chargen. Dagegen zeigen die Versuche 2 und 3 das Arbeiten fuer Wirtschaftsgebiete, in denen kein Roheisen zur Verfuegung steht und Stahl nur aus Luppen unter Rueckgabe der in der Anlage selbst anfallenden Menge an Schrott und Kokillenbruch hergestellt wird.

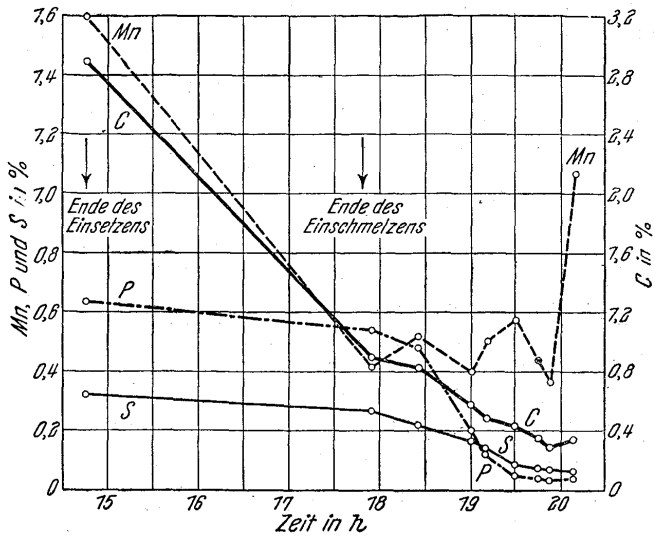
れました. 其のチャーヂの分析表が示す如く第 1 及第 2 試験にては燐の含有量の高きルッペが處理せられ, 他方第 3 及第 4 試験にては燐含有量の低いもの, 然し硫黄の含有量は 0.75 乃至 0.81% を示したるルッペが處理されました. 表に現はされた所要時間及製造せられたるスチールの分析から明かなる如く電気爐にてルッペ中の燐及硫黄分を除去する事は別段困難でない事が實證されました.

Zahlentafel 3. Verschmelzen von Luppen im Siemens-Martin-Ofen.

Versuch Nr.	1	2	3	4
Siemens-Martin-Ofen: Bauart .	feststehend	feststehend	feststehend	kippbar
Gesamteinsatzgewicht der Schmelzung t	15	20	20	85,2
Einsatz in % vom Gesamtgewicht				
Luppen	50	75	75	33,0
Schrott	50	10	10	24,6
Gußbruch	—	15	15	—
Roheisen	—	—	—	42,4 (flüssig)
Analyse des Einsatzes (errechnet)				
C %	2,00	2,70	2,80	1,80
Mn %	1,60	1,50	1,50	1,60
Si %	0,67	0,50	0,50	0,57
P %	0,67	0,64	0,64	0,19
S %	0,40	0,32	0,32	0,11
Analyse des Fertigstahls:				
C %	0,18	0,34	0,28	0,80
Mn %	0,60	0,87	0,50	0,56
Si %	0,26	0,34	0,37	0,18
P %	0,053	0,035	0,016	0,015
S %	0,055	0,057	0,036	0,036
Zeitdauer der Schmelzung . .	6 ^h 35 ^m	6 ^h 40 ^m	7 ^h 40 ^m	6 ^h 45 ^m

ルッペを平爐にて處理精製せる成績は第 3 表に現はされて居ります. 本表の第 1 より第 3 までの試験は容量 15~20 吨の固定式平爐を以て行はれ, 第 4 試験は容量 85 吨の回轉式平爐にて行はれました. 第 1 より第 3 の試験は燐及硫黄の含有量多きチャーヂを處理した結果を示して居ります. 此の際第 1 試験にては其のチャーヂはルッペ 50% とスクラップ 50% とを以てし, 第 2 及第 3 試験にては反之ルッペ 75%, スクラップ 10% と鑄物屑 15% の割合のチャーヂにて作業しました. 第 4 試験は熔銑を加へて作業致した場合で, ルッペはスクラップの一部を代用する役目をなしたのであります. 第 4 試験に於ける作業方法は硫黄及燐の含有量が著しく稀薄になつて居りますので普通の熔解ヒートと何等異なる所がありませんでした. 第 2 及第 3 の試験は銑鐵の持合せなくスチールはルッペと當該工場にて生ずるスクラップ及鑄型屑等を以てのみ生産せられざるべからざるが如き場合の作業方法の實例であります.

Bild 3. Siemens-Martin-Schmelze mit 75% Luppeneinsatz.



Schmelzverlauf	Zusätze in kg							Analyse in %					
	CaO	CaF ₂	Sand	Erz	Koks	Elektrodenabfälle	FeMn	FeSi	Al	C	Mn	P	S
13.40 Beginn des Einsetzens	400				150	400	330						
14.45 Ende des Einsetzens													
17.50 Charge eingeschmolzen													
17.50 Schlackegezogen													
17.55 1. Probe	300									0,88	0,41	0,54	0,27
18.25 2. Probe	500			240						0,81	0,51	0,48	0,22
18.40	250												
19.00 3. Probe										0,58	0,40	0,20	0,17
19.10 Schlackegezogen													
19.10 4. Probe										0,49	0,50	0,12	0,14
19.20	350	80		100									
19.25							60						
19.30 5. Probe										0,42	0,57	0,051	0,096
19.35 Schlackegezogen													
19.45 6. Probe	500	50								0,35	0,43	0,029	0,071
19.55 7. Probe										0,29	0,36	0,031	0,061
20.00							160						
20.10 8. Probe										0,37	1,07	0,034	0,059
20.20 Abstich								95	3				

Einsatz:	kg	Einsatz:	kg	Einsatz:	kg
Gußeisen	3 000	Luppen	15 000	Koks	150
Schrott	2 000	FeMn (80%)	330	Elektrodenabfälle	400

Analyse der Luppen: ~1,0% C; 0% Mn; ~0,50% Si; ~0,80% P; ~0,40% S
 Analyse des Einsatzes (errechnet) 2,7 % C; 1,52% Mn; 0,5 % Si; 0,64 % P; 0,32% S
 Analyse des Fertigstahls: 0,34% C; 0,87% Mn; 0,34% Si; 0,035% P; 0,057% S
 Schmelzdauer: 6 h 40 min.

Bild 3 zeigt die Einzelheiten des Chargenverlaufs der in Zahlentafel 3 unter 2 angeführten Versuchsschmelze im Siemens-Martin-Ofen. Der Einsatz bestand dabei aus 15 t Luppen, 2 t Schrott und 3 t Gussbruch und entspricht damit der Verarbeitung von Luppen ohne Zusatz betriebsfremder Rohstoffe. Wie aus der Aufstellung zu ersehen ist, wurde insgesamt mit vier Schlacken gearbeitet. Die Kurven lassen erkennen, dass während der Frischperiode, in der Phosphorgehalt von 0,54 auf 0,039% gesenkt wurde, der Schwefelgehalt gleichzeitig von 0,27% auf 0,071% herabging, so dass mit der letzten Raffinierschlacke nur eine verhältnismässig geringe Menge Schwefel entfernt werden musste. Es ist selbstverstaendlich, dass die in den Aufstellungen enthaltenen Einzelversuche im Siemens-Martin-Ofen noch in Bezug auf Betriebsführung, Arbeitszeit und Analyse des Fertigstahls weiter verbessert werden koennen, wenn, wie es naechstens der Fall ist, im Dauerbetrieb mit Luppen gearbeitet wird. Die vorstehenden Ergebnisse sind aber schon ein Beweis dafuer, dass eine direkte Verarbeitung von Luppen im Siemens-Martin-Ofen, auch wenn hoehere Schwefel- und Phosphorgehalte vorhanden sind und ohne Kaufschrott und Roheisen gearbeitet werden muss, in durchaus befriedigender Weise moeglich ist.

Das zweite Anwendungsgebiet des Rennverfahrens betrifft die Herstellung eines Hochofenzkonzentrates. Diese Aufgabe wird nur in Laendern gestellt, in denen zwar eine ausgebaute Hochofen-Industrie zur Verfuegung steht, aber eisenaermere Erze, insbesondere solche mit hohem Kieselsaeuregehalt, verarbeitet werden sollen. Selbstverstaendlich kann es auch in

第3圖は第3表に掲げたる第2試験に於けるチャーヂの平爐中の熔解経過の明細を示したものであります。此の場合のチャーヂはルッペ 15 t スクラップ 2 t と鑄型屑 3 t とを以てせられました。故に材料を他所より求むる事なく自家にて間に合ふ原料を以てルッペを加工處理したのであります。該圖にて明かなる如く前後4つの異なるスラッグを以て作業し、其のカーブが示す如く酸化期間にありては燐の含有量は 0.54% より 0.039% に低減し硫黄の含有量も亦 0.27% より 0.071% に低下しましたので最後の精煉スラッグにては單に比較的少量の脱硫をするのみでありました。圖に示されたる平爐に於ける個々の試験は其の作業方法、作業時間及製品たる鋼の分析等に關して尙一層改善を期し得べきは勿論にして將來ルッペを以て連續作業が爲さるるに當りては以上の諸點に關し一層良好なる成績を擧げ得べき事を確信して居る次第であります。然し既に以上に示す實驗成績はルッペを直接平爐にて處理し得る事を實證したるのみならず尙又硫黄及び燐の含有量多きものにおいても直接處理可能を示し、更にスクラップや銑鐵の持合せなき場合に於てもルッペを直接平爐にて處理しスチール製造の可能な事を如實に示し、然も其作業が概して満足なる狀況にて行はれ得る事が實證されたのであります。

レン法の第2の利用方途は熔鑛爐に送入するコンセントレート製造であります。此の利用方法は次ぎの如き場合に最も有意義なものであります。即ち相當設備の熔鑛爐はありますが鑛石は貧鑛であり殊に珪酸の含有量が特に高い鑛石が處理せられねばならぬと云ふ如き際には最も利用價

solchen Faellen zweckmaessig sein, die im Rennverfahren aus aermere Erzen hergestellten Luppen nicht dem Hochofen sondern direkt dem Stahlwerk zuzufuehren.

Fuer die Verarbeitung eisenarmer Erze kommt neben dem Rennverfahren das saure Schmelzverfahren im Hochofen und die Anreicherung durch eine Aufbereitung, z.B. nach vorhergehender magnetischer Roestung, in Frage. Welches dieser genannten Verfahren im einzelnen Fall das richtige ist, haengt von der Zusammensetzung der Erze und von verschiedenen wirtschaftlichen Momenten ab. Beim saueren Schmelzverfahren kann mit einem Basizitaetsgrad der Schlacke von 0,6 bis 0,8 gearbeitet werden, waehrend des Krupp-Rennverfahren auch noch das Arbeiten mit einer Schlacke mit einem Basizitaetsgrad von etwa 0,10 bis 0,2 ohne Zuschlaege ermoeeglicht. Daher ist das Rennverfahren bei Erzen, deren Zusammensetzung auch beim saueren Schmelzverfahren noch erhebliche Kalkzuschlaege erforderlich machen wuerde, im allgemeinen die wirtschaftlichste Methode der Aufbereitung und weist fuer solche Erze neben Ersparnissen an Anlage- und Betriebskosten auch den geringsten Brennstoffverbrauch auf.

Die Spalten 9 bis 12 der Zahlentafel 1 zeigen die Ergebnisse von Rennversuchen bei Verarbeitung verschiedenartiger eisenarmer Erze. Bei dem Erz Nr. 10, das einen hohen MgO-Gehalt aufwies, wurde ein Sandzuschlag, beim Erz Nr. 12, das 58,8% SiO₂ enthielt, ein Kalkzuschlag gegeben, waehrend die Erze 9 und 11 ohne Zuschlag zur Verarbeitung kamen. Als Reduktionsmaterial wurde beim Versuch 9 ein Schwelkoks mit 0,7% S, bei den Versuchen 10-12 Koksklein mit 1,1% S verwendet, so dass sich in allen Faellen schwefelreichere Luppen mit 0,4-0,85% S ergaben. Das Eisenausbringen der Versuche liegt

wertig und hat einen hohen Nickelgehalt. In diesem Falle ist es zweckmaessig, die Luppe nicht dem Hochofen sondern direkt dem Stahlwerk zuzufuehren. In diesem Falle ist es zweckmaessig, die Luppe nicht dem Hochofen sondern direkt dem Stahlwerk zuzufuehren.

貧鐵處理の方法としては我社のレン法以外にも熔鐵爐にて行ふ酸性熔解法があり、又選鐵に依り、例へば磁化焙焼を施す事によりて品位を高むる方法等もあります、然して此等の諸法の何れが個々の場合に最も適當したものであるかを定める事は鐵石の分析及び各種の經濟條項に依て定まるものであります。酸性熔解法にありましてはスラッグの鹽基度に 0.6~0.8 で作業し得られ、他方レン法にあつてはスラッグの鹽基度が 0.1~0.2 のものを以てしても何等の熔劑を加へる事なくして作業する事が出來ます。以上の次第でありますから其の成分からして酸性操作をやりましては尙相當量の石灰を加へる事が必要である如き鐵石の處理法としては我がレン法が最も經濟的選鐵方法と云ひ得るのであります。斯る鐵石の處理に當りましては建設費及作業費の節約の外燃料消費が僅少で済むのであります。

第1表の第9より第12試驗は各種の貧鐵處理の成績を示したものであります。鐵石第10はマグネシア含有量高きものであります。此れに砂を加へ、又鐵石第12は58.8%の珪酸を含んで居りましたので石灰を加へました。一方第9及第11鐵石は何等熔劑を加へずして處理致しました。還元劑としては第9試驗にありましては硫黃0.7%を含む乾溜コークスを用ひ第10より第12の試驗にては硫黃1.1%を含むコークス粉を使用しました。其の結果總ての場合に於て硫黃含有量が0.4~0.85%と云ふルッペが出來たのであります。此等の試験におきまして鐵の回收率は

Zahlentafel 4. Ergebnisse von Rennversuchen bei Verarbeitung von Erzen der Nichteisenmetalle.

Versuch Nr.	1	2	3
Erz : Analyse im Trockenem	Garnierit 0,93 % Ni 10,5 % Fe 55,0 % SiO ₂ 2,9 % Al ₂ O ₃ 1,8 % CaO 15,8 % MgO	Garnierit 2,07 % Ni 18,5 % Fe 33,05 % SiO ₂ 1,3 % Al ₂ O ₃ 0,2 % CaO 21,0 % MgO	Röstkonzentrat 7,8 % Cu 37,5 % Zn 1,0 % Pb 24,1 % Fe 5,5 % S 453,0 g/t Ag 3,7 g/t Au
Feuchtigkeit	19,4 %	34,2 %	—
Reduktionsmittel	Koksklein	Koksklein	Koksklein
Verarbeitet auf	Luppen mit 8,8 % Ni	Luppen mit 9,2 % Ni	1. Zinkoxyd mit 74,7 % Zn und 2,6 % Pb 2. Luppenkonzentrat mit höherem Schwefelgehalt
Metallausbringen	etwa 83 % Ni in den Luppen	etwa 92 % Ni in den Luppen	etwa 95—97 % Zn und Pb im Oxyd etwa 96 % Cu 97 % Ag 99 % Au im Luppenkonzentrat

bei 92-96% und erreicht auch beim Versuch 12, bei dem eine Erzmischung mit nur 18,2% Fe verarbeitet wurde, noch 91%.

Als drittes Anwendungsgebiet des Rennverfahrens war die Gewinnung von Nichteisenmetallen, wie Nickel, Kobalt, Kupfer und Edelmetallen genannt. Als Beispiel dieser Arbeitsweise sind in Zahlentafel 4 die Verarbeitung von Garnieriten und die eines kupfer- und zinkhaltigen Roestkonzentrates angegeben. Bei den Garnieriten 1 und 2 handelt es sich um niedrigprozentige Nickelerze mit 0,93 bzw. 2,07% Ni. Neben einem verhaeltnismaessig geringen Eisengehalt von 10,5% bzw. 18,5% enthalten die Erze groessere Mengen SiO_2 und MgO . Waehrend das Verhaeltnis $\text{MgO}:\text{SiO}_2$ beim Erz Nr. 1 noch 0,29:1 betrug, liegt es beim Erz Nr. 2 bei 0,64:1. Beide Erze wuerden im Schachtofen beim Verschmelzen auf Nickelstein groessere Zuschlagmengen erfordern, um eine fuer das Absetzen von Nickelstein geeignete und genuegend duennflussige Schlacke zu ergeben. Beim Rennverfahren ist bei diesen Erzen nur ein Kalkzuschlag von etwa 5% erforderlich. Das Nickel bildet im Rennverfahren mit dem Eisen Legierungen, die bei den vorliegenden Erzen etwa 9% Ni enthielten. Bei einem anderen Nickel-Eisenverhaeltnis der Erze lassen sich auch nickelreichere Luppen mit etwa 15-20% Ni herstellen.

Die Arbeitsweise des Rennprozesses bei der Verarbeitung von Garnieriten unterscheidet sich nur unwesentlich von der bei der Aufgabe von Eisenerzen. Die Betriebsfuehrung muss natuerlich dem geringeren Gesamt-Metallgehalt der Erze und dem hohen MgO -Gehalt der Schlacke angepasst werden. Das Ni-Ausbringen in den Luppen betrug bei dem 2 prozentigen Erz 92% und lag auch bei dem 0,9%igen Erz noch bei 83%. Die bei dem Prozess gewonnenen nickelhaltigen Eisenluppen werden zweckmaessigerweise nicht auf Reinnickel verarbeitet, sondern nach Entsprechender Raffination direkt fuer die Herstellung von nickellegierten Staehlen verwendet.

Der Versuch Nr. 3 veranschaulicht die Verbindung des Rennverfahrens mit dem Waelzverfahren zur Gewinnung von Zink und Blei. Aus dem kupfer- und zinkhaltigen Roestkonzentrat wurden Zink und Blei durch Verfluechtigung in einem reichen Oxyd gewonnen und gleichzeitig Kupfer, Silber und Gold in einem Luppenkonzentrat angereichert. Die Arbeitsweise des Prozesses unterscheidet sich auch in diesem Fall nicht wesentlich von derjenigen bei der Verarbeitung von Eisenerzen, da die Zink- und Bleiverfluechtigung unter den Bedingungen der Luppzone ohne weitere Massnahmen sehr vollstaendig verlaeuft. Die Weiterverarbeitung des Luppenkonzentrates, das bei dem

91-96%でありました。尚又第12試験は僅かに鐵分18.2%を含む混合物を處理したるにも係はず其回收率は尙91%を示しました。

此のレン法の利用方途の第3と致しましては非鐵金屬例へばニッケル、コバルト、銅及其他の貴金屬の回收であります。此の作業方面の實例と致しまして第4表に蛇紋岩及銅と亞鉛を含む焙燒コンセントレートの處理を示してあります。第1及第2試験はニッケル貧鑛でありまして其のニッケル含有量は夫々0.93及2.07%でありました。尙、此の鑛石には鐵分は比較的少量で夫々10.5及び18.5%であります。珪酸及びマグネシアが多量に含まれて居りました。第1の鑛石にあつてはマグネシアと珪酸の割合は0.29對1でありましたが第2例の鑛石にては其の比は0.64對1でありました。此の鑛石は2つながら此等がもしシヤフトファーネースにてニッケル銑に製鍊せらるゝ際には多量の熔劑を必要とするでありませふ。其の理由はニッケル銑を分離するに適した流れのよいスラグを作る必要がある爲めであります。然るにレン法にては此等の鑛石を處理するに僅か5%程度の石灰を加へたのみでありました。ニッケルはレン法にては鐵と結合してニッケル合金を作りますので上記の鑛石にては約9%のニッケルを含んだルッペが作られました。鑛石の或るものでニッケルと鐵の含有割合が上記と異なるものにありましては約15-20%のニッケルを含むルッペを作られ得るのであります。

ニッケル貧鑛をレン法にて處理する作業工程は鐵鑛石を處理する方法と餘り著しき相違はありませんでした。只作業に際しては鑛石中の金屬の總含有量が低く且又スラグ中のマグネシア含有量が高き點に適應してキルン作業の調整をせねばなりません。2%のニッケル鑛を處理した場合ルッペ中に回收せられたニッケルの回收率は92%で、0.9%のニッケル鑛にあつても其回收率は尙83%を示して居ります。斯くして回收せられたニッケルを含むアイアンルッペは純ニッケルに精製するは利益でなく、寧ろ適當なる精鍊方法を施してニッケル合金鋼製造に直接利用する方が寧ろ得策と存じます。

第3試験はレン法とヴェルツ法との併用を表して居ります。銅及亞鉛を含む焙燒コンセントレートより亞鉛と鉛が揮發により豊富なる酸化物として回收せられ、又同時に銅や銀及金等も一のルッペコンセントレートとして回收せらるるのであります。此の場合のレン法の作業方法は鐵鑛を處理する際の作業方法と著しき相違はないのであります。何故かと申しますと亞鉛及鉛の蒸發はルッペ帯に於て他の何等の方法を講ずる事なく頗る完全に行はるるが爲であります。焙燒コンセントレートの硫黃含有量高きものは出來たルッペコンセントレートが細き粒で出て參りま

hohen Schwefelgehalt des Roestkonzentrates in feinkoerniger Form anfaellt, als Zuschlag bei den ueblichen Huettenmethoden, z. B. durch Versintern und Verschmelzen im Schachtofen, bietet keine Schwierigkeiten.

Von groesserer Bedeutung duerfte die Verbindung des Rennverfahrens mit dem Waelzverfahren u. a. auch fuer die Verarbeitung von zinkhaltigem Eisenerzen und Huettenprodukten, z. B. blei- und zinkhaltigem Gichtstaub, sein, da sie die Moeglichkeit bietet, im gleichen Arbeitsgang Zinkoxyd und Eisenluppen zu gewinnen und damit eine besonders wirtschaftliche Methode der Aufarbeitung solcher Materialien darstellt.

Meine Herren.

Ich bin am Schluss meiner Ausfuehrungen angelangt. Ich habe versucht, Ihnen einen Ueberblick ueber den heutigen Stand der Entwicklung des Kruppe-Rennverfahrens zu geben, das, wie Ihnen bekannt sein duerfte, auch in groesserem Mass von Japanischen Firmen angewandt werden soll und fuer die Eisenversorgung Ihres Landes aus einheimischen Rohstoffen eine besonders wichtige Rolle spielen duerfte.

すが此の細粒のものを他の冶金方法例へばシンタリングするとか又はシャフトファーネスにて製錬するとかの際に附加物として利用することは何等困難がないのであります。

レン法とヴェルツ法とを併用して最も利益のあるは亜鉛を含む鐵礦石及冶金副産物, 例へば鉛や亜鉛を含むフリューダスト等の處理にあると存じます. 其の理由は同一作業工程に於て酸化亜鉛と鐵ルuppとを同時に回収し得るからでありまして, 斯る種類の原料の製錬方法としては最も經濟的處理法と言ひ得るのであります。

諸君

以上をもちましてクルupp式レン法の歐洲に於ける現況を言ひつくした事と存じ諸君もレン法に就て概念を會得せられたる事と信じて居ります. 尙又日本に於ても有力なる大會社が此の特許を取得せられ, レンプラントの建設をなされ, 既に其の一部は作業を開始して居らるる現狀でありますから, 此等のプラントが成功を收められ日本にやがて鐵鋼の自給自足の日の近く來らん事を衷心よりお祈りして此の講演を終る事と致します。

御清聽の程厚く御禮申上ます。(終)

鐵と鋼 第 25 年 第 10 號 鐵の滲炭並に鋼の脱炭現象の定量的研究 (I)

志村清次郎

正 誤 表

會誌號	號頁	箇 所	誤	正
1	10	22 右列, 上より7行目	C	C
2	"	23 右列, 上より14行目	P	P ₃
3	"	" 右列, 下より18行目	N ₂	N ₃
4	"	" 右列, 下より9行目	C	C
5	"	25	第4圖	第5圖
6	"	"	第5圖	第4圖
7	"	29 右列, 上より3行目	結果	結果
8	"	33 第6表, 右より8列目, 下より6行目	132.05	232.05
9	"	" 同表, 右より1列目, 下より6行目	21.10	21.08
10	"	34 第7表, 左より3列目, 上より2行目	BaCO ₃ (重量%)	BaCO ₃
11	"	35 下部顯微鏡寫眞の説明中	硝酸腐蝕	硝酸腐蝕
12	"	37 第18圖, 縦軸		Percent residual CO ₂ after reaction
13	"	38 左列, 上より5~6行目	膨脹に従て	膨脹, 従て
14	"	39 第22圖, 右縦軸	per hr at	by cementation
15	"	41 左列, 下より7~6行目	第24圖	第23圖
16	10及11	各顯微鏡組織は原圖に於ては寫眞第1, 2, 10, 80, 81は其外枠の圓の直徑は60mm 其他は全部50mmであつたが, 本誌に於ては夫々種々の大きさに縮少せられたので, 倍率は適當せず今後も同斷。		