



Die Geschichte des Linz-Donawitz-Verfahrens

Eine Entwicklung, die die Welt verändert

Impressum

Eigentümer und Medieninhaber: voestalpine AG, voestalpine-Straße 1, 4020 Linz. **Herausgeber und Redaktion:** voestalpine AG, Corporate Communications, T. +43/50304/15-2090, F. +43/50304/55-8981, presse@voestalpine.com, www.voestalpine.com

Für den Inhalt verantwortlich: Michaela C. Schober. **Gestaltung, Realisierung:** Living Office* – part of gugler GmbH, St. Pölten.

Coverdesign: sub.communication design. **Stand:** November 2012

Inhalt

Einleitung	4
<hr/>	
1 Die Ausgangssituation nach 1945	5
<hr/>	
2 Die Entwicklung des LD-Verfahrens	9
<hr/>	
Der Name LD	16
Das Forscherteam	17
Die Sauerstoffanlage	17
Die Breitbandstraße	18
<hr/>	
3 Die Auswirkungen auf die österreichische Stahlindustrie	19
<hr/>	
4 Vom LD-Stahlwerk 1 zum LD-Stahlwerk 3	21
<hr/>	
Umweltschutz	24
<hr/>	
5 Die internationale Stahlindustrie	25
<hr/>	
LD-Stahl für Hochseeschiffe	27
<hr/>	
6 Patente	29
<hr/>	
Die Brassert Oxygen Technik AG	31
Patentstreit mit US-Unternehmen	32
<hr/>	
Zusammenfassung	34
<hr/>	
Anhang	35
Kurzporträts	35
Anmerkungen	36
Quellenverzeichnis	40
Literaturverzeichnis	41

Einleitung

Als nach dem Zweiten Weltkrieg noch völlig offen war, was mit der VÖEST AG, den ehemaligen Hermann Göring-Werken am Standort Linz, geschehen sollte, dachte niemand, dass es hier den Durchbruch zu einer Innovation geben würde, die die Stahlerzeugung revolutionieren würde.

Aber auch als österreichischen Ingenieuren der VÖEST in Linz am 25. Juni 1949 nach langen Vorarbeiten im In- und Ausland beim LD-Verfahren der Durchbruch gelang, war noch nicht absehbar, welcher Welterfolg in relativ kurzer Zeit daraus entstehen sollte.

„Kein Ereignis in der kurzen Geschichte der VOEST hat das Image dieses Unternehmens so sehr geprägt und den weiteren Werdegang so sehr bestimmt.“¹ Die ersten Jahre nach dem Krieg, aber auch jene bis zur Inbetriebnahme des ersten LD-Stahlwerks der Welt in Linz im Jahre 1952 waren schwierig, von Ungewissheiten, massiven Meinungsdivergenzen, aber auch von einer Aufbruchsstimmung und dem Mut zum Risiko, kurz einer „Es-muss-weitergehen-Stimmung“ geprägt. Nach der Inbetriebnahme der LD-Stahlwerke in Linz und Donawitz, der ersten zwei LD-Stahlwerke der Welt, begann das LD-Verfahren schon bald weltweit Fuß zu fassen. Die großen Erwartungen, die man durch ein neues Stahlerzeugungsverfahren nicht nur für die österreichische Stahlindustrie – und hier insbesondere natürlich für die Linzer Werke – hatte, sondern die man ebenso rasch begonnen hatte, in eine Vermarktung im Ausland zu setzen, wurden mehr als erfüllt. Natürlich hatte das zur Betriebsreife entwickelte Verfahren noch die eine oder andere Hürde zu nehmen, aber die weltweite Ausbreitung des Verfahrens war nicht mehr aufzuhalten.

1 Die Ausgangssituation nach 1945

2 Die Entwicklung des LD-Verfahrens

3 Die Auswirkungen auf die österreichische Stahlindustrie

4 Vom LD-Stahlwerk 1 zum LD-Stahlwerk 3

5 Die internationale Stahlindustrie

6 Patente¹⁰³

Am 5. Mai 1945 beschlagnahmten US-Truppen die Hermann Göring Werke am Standort Linz als „Deutsches Eigentum“, benannten sie um und trennten sie von der Alpine Montan. Am 16. Juli 1946 wurde die VÖEST AG von den Amerikanern zur treuhändigen Verwaltung an die Republik Österreich übergeben, die dieses und andere Unternehmen, darunter auch die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft (ÖAMG), am 26. Juli 1946 verstaatlichten.

Gleich nach Kriegsende wurde begonnen, die Schäden nach und nach zu beseitigen und einzelne Anlagen provisorisch in Betrieb zu nehmen.

„Der Übergang von der Rüstungsproduktion zur Friedensproduktion sowie überhaupt die Frage des Weiterbestehens erwies sich als sehr komplex. Das Schicksal der VÖEST sollte aber auf Grund divergierender Interessen – und auch der zumindest anfangs bestehenden Gefahr einer Demontage durch die Amerikaner – noch länger ungeklärt bleiben. ... Daran änderte auch der Umstand nichts, dass gleich nach Kriegsende begonnen wurde, die Schäden nach und nach zu beseitigen und einzelne

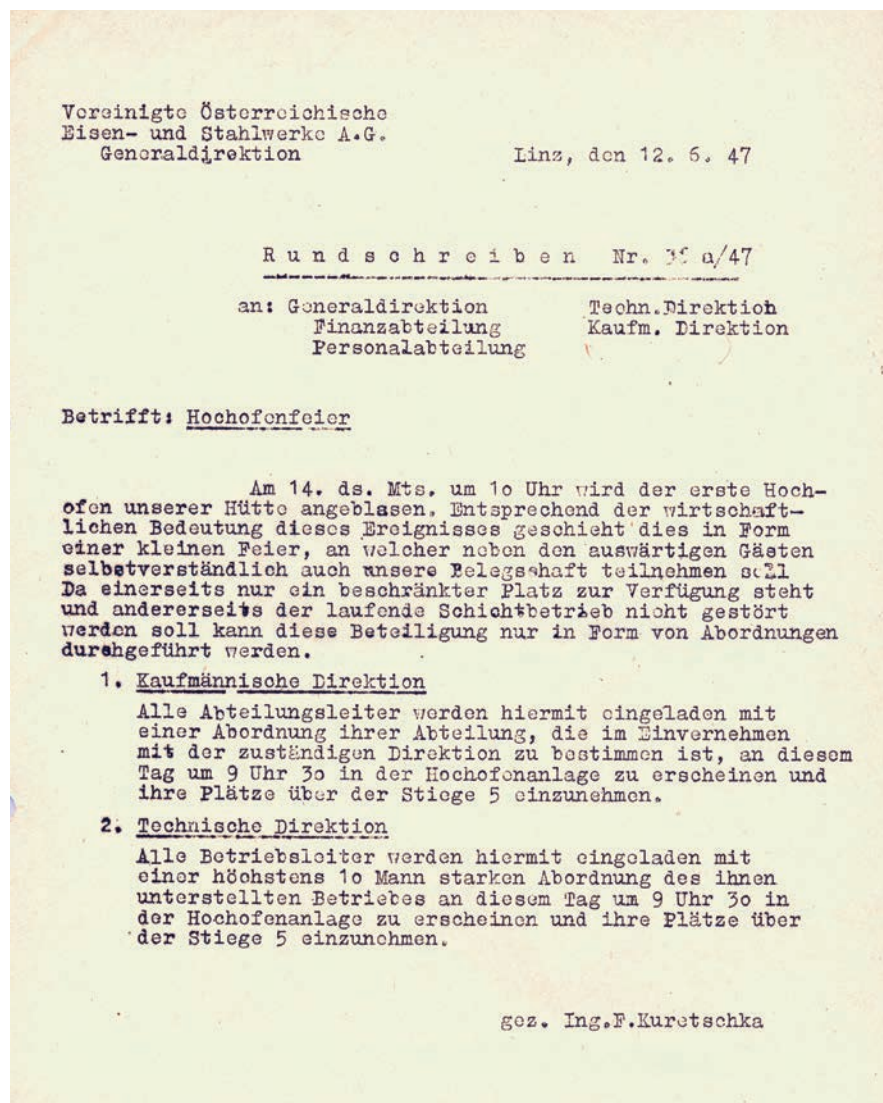
Anlagen provisorisch in Betrieb zu nehmen. Dazu kam, dass das Unternehmen nur ein Torso war, das zwar sechs Hochöfen hatte, die die Bombenangriffe der Amerikaner gut überstanden hatten, aber auch ein Stahlwerk und Walzwerksanlagen, die nur als Provisorien errichtet worden waren, ‚die auf eine der Kriegswirtschaft dienenden Produktion abgestellt waren.‘ ... Die Entscheidung, die Werke in Linz weiterzuführen, musste einen entscheidenden Investitionsschub nach sich ziehen, wobei es nicht nur um den Wiederaufbau, sondern auch um den Ausbau ging, um konkurrenzfähig zu sein.“²

Die US-Behörden beauftragten den US-Hüttenexperten William E. Brewster mit einem Gutachten. Dieses war schließlich ausschlaggebend für den VÖEST-Ausbau und die Investitionspläne mit Marshallplan-Mitteln.³

Die Situation nach dem Zweiten Weltkrieg verlangte von der österreichischen Eisen- und Stahlindustrie ein neues und besseres Verfahren zur Rohstahlerzeugung. „Das moderne Stahlwerk der Eisenwerke Oberdonau war für die Hütte Linz zu klein und auf die Erzeugung von Rüstungsgütern abgestimmt.“⁴

Einerseits kam vom steirischen Erzberg billiges Eisenerz, andererseits fehlte es an jeder Form von Energie bzw. Material zur Energieerzeugung und Stahlschrott. Aus diesem Grund und eben auch auf Grund unterschiedlicher Interessen wurde darüber nachgedacht, die Linzer Stahlproduktion einzustellen. Allerdings wurde ein hoher Bedarf an Stahl für den Wiederaufbau prognostiziert.⁵

Der österreichische Eisen- und Stahlplan von 1948⁶, „ein Rahmenplan für die mittelfristige Entwicklung der Schwerindustrie“,⁷ verlangte dann sowohl für Linz als auch Donawitz „die Einführung eines in Österreich in der eisenschaffenden Industrie noch nicht angewendeten ‚Blasstahlverfahrens‘ (...).“⁸ Warum kam es zu dieser Entscheidung? Das österreichische Schrottaufkommen war nicht ausreichend, um mit herkömmlichen Methoden wie Siemens-Martin-Verfahren oder Elektroverfahren eine Planziffer bei der Rohstahlerzeugung von 1,07 Mio. Tonnen pro Jahr zu erreichen.⁹ Außerdem sollte in Linz, wo es eine moderne Hochofenanlage¹⁰ gab, die Kommerzblecherzeugung konzentriert und eine halbkontinuierliche Breitbandstraße amerikanischer Bauart für Qualitätsbleche errichtet werden. Die ÖAMG sollte sich auf die Profilerzeugung konzentrieren. Nicht vergessen darf auch werden, dass für die österreichische Edelstahlindustrie im Elektrolichtbogenofen die Verwendung von Stahlschrott „unabdingbar“ war.¹¹



Rundschreiben Nr. 36a/47 der Generaldirektion der VÖEST vom 12. Juni 1947 betreffend Hochofenfeier.



Hochofenanlage der VÖEST.

Für die österreichische Edelstahlindustrie war die Verwendung von Stahlschrott „unabdingbar“.

Von einem neuen Stahlerzeugungsverfahren wünschte man sich Unabhängigkeit von Importschrott, die Einsatzmöglichkeit eines hohen Roheisenteils, hohe Qualität für die „Erzeugung von Blechen, Schienen und Draht“, niedrigere Investitionskosten und internationale Konkurrenzfähigkeit.

Das heißt, man musste verbilligen, um konkurrenzfähig zu bleiben. Diese Aufgabenstellung schloss von vornherein das Siemens-Martin- und Thomasverfahren aus; das betraf auch den Elektro-Lichtbogenofen auf Grund der damals schwierigen Energieversorgungslage.¹² Man musste nach neuen Wegen suchen. Außerdem erschien auf Grund einer europaweiten Energie- und Grundstoff-Knappheit ein weiterer Ausbau erstrebenswert.¹³ Als man 1948 beschloss, eine Breitbandstraße zu errichten, war zu deren Versorgung auch die Erhöhung der Stahlwerkskapazität notwendig.¹⁴

1 Die Ausgangssituation
nach 1945

2 Die Entwicklung
des LD-Verfahrens

3 Die Auswirkungen auf die
österreichische Stahlindustrie

4 Vom LD-Stahlwerk 1 zum
LD-Stahlwerk 3

5 Die internationale
Stahlindustrie

6 Patente¹⁰³

Am 3. Juni 1949 begann man auf dem Gelände der damaligen VÖEST eine Versuchsreihe in einem 2-Tonnen-Versuchskonverter. Aber bereits Mitte des 19. Jahrhunderts überlegte der Engländer Henry Bessemer, der damals das Windfrischverfahren erfand, die Verwendung von reinem Sauerstoff.¹⁵ Es gab allerdings noch kein Verfahren, mit dem es möglich gewesen wäre, ausreichend Sauerstoff zur Verfügung zu stellen. Ein solches stand erst ab 1928 zur Verfügung, als es der Firma Linde gelungen war, ein Verfahren (Linde-Fränkler-Verfahren) zur Aufbereitung von reinem Sauerstoff in großen Mengen zu entwickeln.¹⁶ Dazu kam die radikale Verbilligung des Sauerstoffs – beides Voraussetzungen für die Einführung des LD-Verfahrens.¹⁷

In Europa, aber auch in den USA wurden immer wieder Experimente mit Sauerstoff durchgeführt. Unter anderem beschäftigte sich Otto Lellep mit hochprozentigem Sauerstoff, allerdings blieb ihm die Idee, „Sauerstoff senkrecht auf ein Roheisenbad zu blasen“, versagt.¹⁸ Hubert Hauttmann, der von 1936 bis 1939 an den Versuchen Lelleps bei der Gutehoffnungshütte, wo er damals beschäftigt war, teilnahm, schrieb dazu:

Es sollte dabei Roheisen durch Einblasen von reinem Sauerstoff durch eine am Gefäßboden angeordnete Düse gefrischt werden. Der hergestellte Stahl war miserabel.¹⁹

Carl Valerian Schwarz, der damals bei der Firma Hermann A. Brassert beschäftigt war, meldete 1939 ein Patent für das Einblasen von Sauerstoff in das Bad mit Überschallgeschwindigkeit an. Mit diesem Verfahren war man aber „noch

nicht in der Lage, brauchbaren Stahl zu erzeugen“.²⁰ Punktuell wird das spätere LD-(Linz-Donawitz-)Verfahren zwar durch das Schwarz-Patent berührt, allerdings nicht deren typische Merkmale (z. B. „das zentrale und senkrechte Aufblasen“).²¹ Wohl auf Grund der Kriegereignisse blieb die im Schwarz-Patent beschriebene Technologie vorerst ohne praktische Auswirkungen.²² Ende der 1930er-Jahre hatte auch der Schweizer Professor Robert Durrer mit Versuchen begonnen.²³

1949 begann auf dem Gelände der damaligen VÖEST eine Versuchsreihe in einem 2-Tonnen-Versuchskonverter.



Aufnahmen des 15-Tonnen-LD-Versuchskonverters der VÖEST Linz.



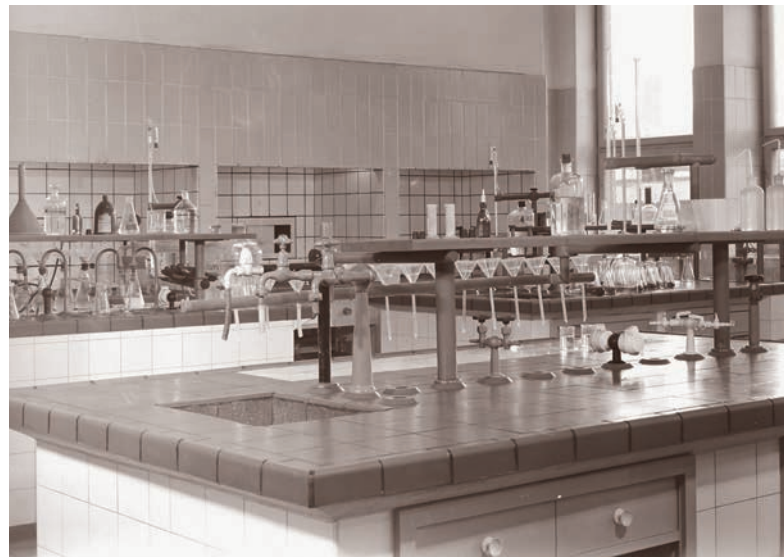
Der Deutsche Heinrich Hellbrügge und der Schweizer Robert Durrer führten nach dem Zweiten Weltkrieg weitere Experimente in Gerlafingen in der Schweiz (von Roll'schen Eisenwerke, Durrer war technischer Generaldirektor von 1946 bis 1959) durch. Durrer schuf dadurch die theoretischen Grundlagen und „riet der VÖEST, in einem eigenen Tiegel den Sauerstoff von oben aufzublasen“²⁴, nachdem die Kontakte zwischen Gerlafingen und der VÖEST bezüglich einer Kooperation auf großtechnischer Basis begonnen hatten.²⁵

Am 3. Juni 1949 begann auf dem Gelände der damaligen VÖEST eine derartige Versuchsreihe in einem 2-Tonnen-Versuchskonverter. Nach ersten Fehlschlägen des Linzer Teams gelang bereits am 25. Juni 1949 der Durchbruch durch Reduzieren des Sauerstoffdrucks und der weiteren Entfernung der Blasrohrspitze vom Bad, wodurch der Sauerstoffstrahl weniger tief eindrang.²⁶ – „Stahl, der sich problemlos zu Blech auswalzen ließ.“²⁷ Die Versuchsanstalt der VÖEST untersuchte diesen Stahl und beurteilte ihn durchwegs positiv.²⁸ Das war der Geburtstag des LD-Verfahrens. Die Versuche wurden fortgesetzt und nach einigen hundert 2-Tonnen-Schmelzen wurden diese ab Herbst in einem extra angefertigten 15-Tonnen-Versuchskonverter, der im Freien arbeitete und in dem am 2. Oktober 1949 die erste Charge geblasen wurde, weitergeführt.²⁹ Die Gebrauchseigenschaften des neuen Stahls wurden laufend Werkstoffuntersuchungen und -erprobungen unterzogen.

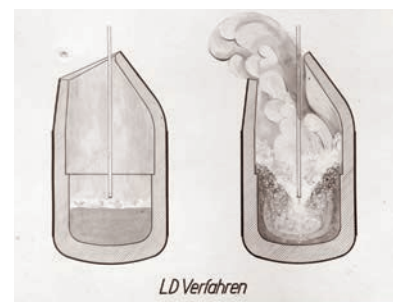
Der ehemalige Forschungs- und Entwicklungschef der voestalpine, Wilfried Krieger, schrieb dazu 2003:

Worin lag die eigentliche Innovation? Man hat es vorher nicht für möglich gehalten, dass ohne ein Tiefeinblasen des Sauerstoffs eine ausreichende Badbewegung erzielbar sei. Diese wurde jedoch durch die Kohlenmonoxidbildung in exzellenter Weise gewährleistet. Durch das „weiche Blasen“ wurde FeO-Bildung und damit Kalkauflösung begünstigt; die Schlacke nahm Begleitelemente wie P und S auf; ein exzellenter neuer Stahltyp war geboren.³⁰

Neben den von Roll'schen Eisenwerken in Gerlafingen und der VÖEST hatten im Mai 1949 auch die Mannesmann AG in Duisburg-Huckingen und die ÖAMG bzw. Donawitz ihr Interesse „am Sauerstoffaufblas-Verfahren oder zumindest an der Sauerstoffmetallurgie im Allgemeinen“ gezeigt. Während der Versuche in Linz und nach einer Vorführung derselben war dann am 17. Juni eine genaue Arbeitsteilung vereinbart worden. Die VÖEST setzte die Arbeiten mit Linzer Stahlroheisen in einem wesentlich größeren



Stahlwerkslaboratorium, 1950er-Jahre.



LD-Tiegel vor und während des Aufblasens von Sauerstoff auf das Roheisenbad.

Frischgefäß fort, Mannesmann versuchte, auch Thomas-Eisen mit Sauerstoff zu verblasen, von Roll beschäftigte sich mit Sauerstoff im Elektrolichtbogenofen und die ÖAMG sollte Versuche mit Sauerstoff im Roheisen-Nieder-schachtofen durchführen.³¹

In der Vereinbarung mussten sich alle mit der Sauerstoffmetallurgie befassten Personen verpflichten, „dass sie über die ihnen gemachten Mitteilungen bzw. über die selbst getroffenen Feststellungen auf dem Gebiet des Frischens mit Sauerstoff gelegentlich der Besprechung in Linz am 26. und 27. Juni 1949 außerhalb ihrer Werke nichts verlauten lassen und nichts weiterzugeben“.³²

Die Donawitzer nannten ihr Verfahren anfangs SK-Verfahren, was Sauerstoffkonverter-Verfahren bedeutete.

Aufgrund des Übereinkommens erkannte man bei den Versuchen in Donawitz bald, dass die Anwendung von Sauerstoff im Schachtofen nicht zielführend ist und beschritt daher eigene Wege. Das in Donawitz entwickelte Verfahren zur Gewinnung hochmanganhaltiger Schlacken aus dem manganreichen Roheisen durch Aufblasen von Sauerstoff hat zur Erkenntnis geführt, daß für die Erweiterungs- und Rationalisierungspläne der Stahlerzeugung in Donawitz nur die Anwendung von

V Ö E S T Forschung															
Schienenfuß-Biegeversuche an Eisenbahnschienen(S49) aus LD- u- SM-Stahl															
Juni 1952															
		LD - Stahl						SM - Stahl							
Chemische-Zusammensetzung:		C	Si	Mn	P	S	Al	N ₂	C	Si	Mn	P	S	Al	N ₂
		0,55	0,21	1,00	0,031	0,010	0,035	0,004	0,59	0,11	0,77	0,033	0,052	0,006	0,006
Festigkeits-Eigenschaften:		σ_{50} kg/mm ²	σ_B kg/mm ²	d_5 %	ψ %	σ_{50} kg/mm ²	σ_B kg/mm ²	d_5 %	ψ %						
Schienenkopf		45,4	85,5	15,7	33	41,6	81,8	14,9	27						
Schienenfuß		54,9	88,4	14,4	33	44,2	84,5	15,0	31						
Proben Nr.	Prüftemp. °C	Bruchlast in t				Durchbiegung in mm									
1	+20	68,7				19,5									
2		66,5				17,7									
3		69,5				12,5									
Mittel		68,2				16,6									
1	±0	71,0				15,0									
2		70,3				15,5									
Mittel		70,7				15,3									
1	-10	72,5				20,0									
2		72,6				18,5									
Mittel		72,6				19,3									
1	-20	71,8				17,0									
1	-30	71,8				17,0									

Prüfung der Schienen im Anlieferungszustand (gerichtet)
Schienenfußbiegeversuche auf festem Gesenk, Auflageentfernung 100mm, Probenlänge 100mm.

Schienenfuß-Biegeversuche an Eisenbahnschienen (S49) aus LD- und SM-Stahl, VÖEST-Forschung, Juni 1952.³⁵

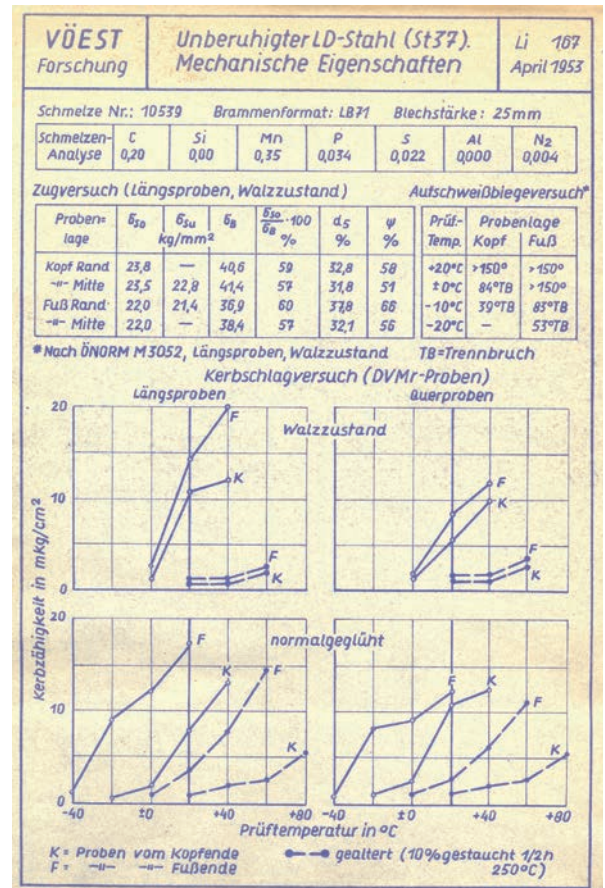
technisch reinem Sauerstoff im Aufblaseverfahren ins Auge zu fassen ist. Aufgrund umfangreicher Untersuchungen und erfolgreicher Entwicklungsarbeiten in einer 5-t- bzw. 10-t-Versuchsanlage ... mit Sauerstoffzufuhr bei den ersten Versuchen aus in Reihe geschalteten Sauerstoffflaschen ... entschloss sich die Leitung des Unternehmens zum Bau des neuen Stahlwerkes, das nach zweijähriger Bauzeit in Betrieb gehen sollte.³³

Die Donawitzer nannten ihr Verfahren anfangs SK-Verfahren, was Sauerstoffkonverter-Verfahren bedeutete. Diese Bezeichnung signalisiert eine gewisse Abgrenzung zwischen der VÖEST und der ÖAMG.³⁴

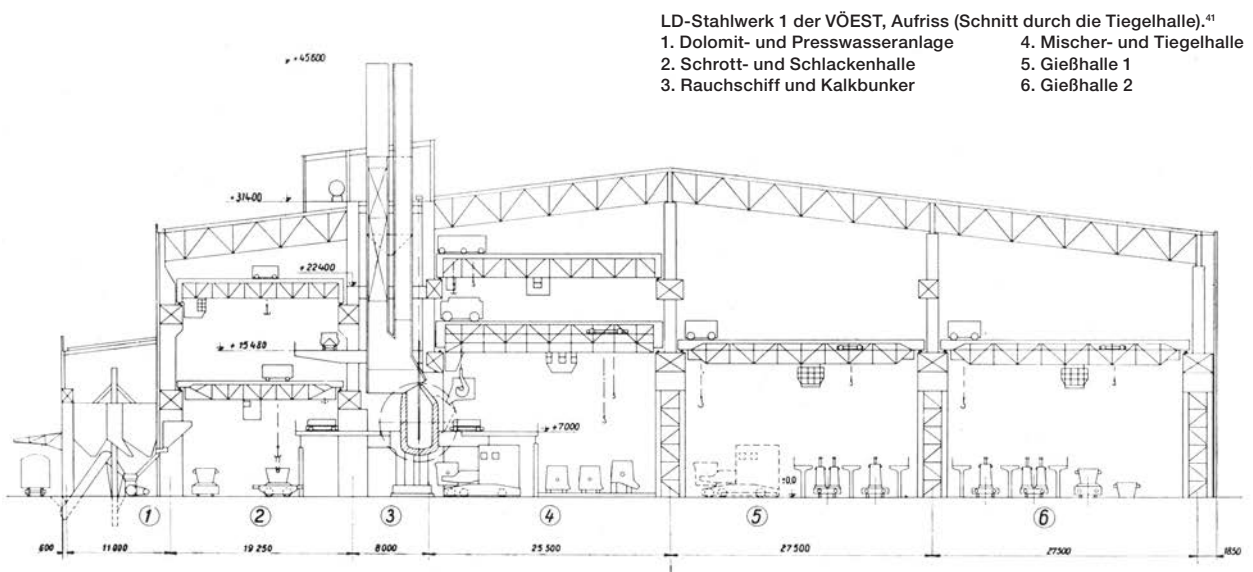
Der ehemalige Generaldirektor der damaligen VÖEST-ALPINE³⁷ Herbert Koller sagte 1977 anlässlich der 8. Internationalen LD-Arbeitstagung:

Es war eben der Erfolgszwang der – mit viel Glück gepaart – nach neuen Wegen oder, um es mit einem modernen Wort auszudrücken, nach Innovation suchen ließ.³⁸

Am 9. Dezember 1949 traf der damalige Generaldirektor (öffentlicher Verwalter 2. August 1947 bis 12. August 1950) Heinrich Richter-Brohm nicht ohne Risiko die Entscheidung zur Errichtung des ersten LD-Stahlwerks.³⁹ Und bald danach „– nach Klärung der Verfahrensfragen zur Erzeugung harter Stähle –“ wurde der Entschluss gefasst, auch in Donawitz ein LD-Stahlwerk zu errichten.⁴⁰ 1950 wurden die ersten Patente angemeldet.



Unberuhigter LD-Stahl (St37) – Mechanische Eigenschaften, VÖEST-Forschung, April 1953.³⁶

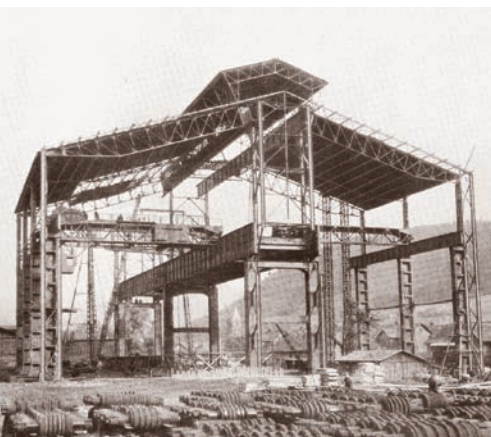




LD-Stahlwerk 1 der VÖEST in der Bauphase.

Im Jahresbericht 1951 der Forschung und Qualitätskontrolle heißt es bezüglich der Versuchsanstalt:

Einen größeren Umfang nahmen im Berichtsjahr die Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der LD-Stähle ein, die in einer Veröffentlichung ihren Niederschlag fanden. Von dieser Stahlart darf man große Möglichkeiten in qualitativer Hinsicht erwarten, vor allem wird es gelingen, Stähle mit besonderer Oberflächen-güte und gleichzeitig guter Kaltverformbarkeit herauszubringen. Dies ist besonders wichtig für die Feinblecherzeugung, wo bisher beste Kaltverformbarkeit nur unter Inkaufnahme gewisser Oberflächenmängel möglich war (beruhigte Stähle). Aber auch die Stähle mit erhöhter Streckgrenze lassen sich im Sauerstoff-Frischverfahren besonders vorteilhaft herstellen.⁴²



Stahlwerkshalle für das LD-Stahlwerk der Österreichisch-Alpine Montangesellschaft in Donawitz in der Bauphase.

Bis 1951 gelang es dann in Linz, das „Frischen von Stahlroheisen mit reinem Sauerstoff zu einem betriebsreifen, für die Herstellung von Massen-Qualitätsstählen geeigneten neuartigen Verfahren zu entwickeln“.⁴³ Im Dezember 1951 wurde in Leoben auf der Tagung der Eisenhütte Österreich („Stahlfrischen mit reinem Sauerstoff“) erstmals der Fachwelt über das neue Verfahren berichtet.⁴⁴ Anlässlich der Diskussion auf dieser Tagung erklärte Robert Durrer am Beginn seiner Stellungnahme: „Ich freue mich, dass die beiden Hüttenwerke (Linz und Donawitz) die Idee des Verblasens von einheimischem Roheisen mit hochhaltigem Sauerstoff zu einem betriebsfertigen Verfahren

Am 27. November 1952 wurde der erste Tiegel im LD-Stahlwerk 1 in Linz in Betrieb genommen – ein Meilenstein in der Geschichte der Stahlerzeugung.

entwickelt haben, und ich beglückwünsche sie zu diesem großen Erfolg. Österreich wird wohl als erstes Land industriell Roheisen mit hochhaltigem Sauerstoff zu Stahl verblasen.“⁴⁵

Am 27. November 1952 wurde der erste Tiegel im LD-Stahlwerk 1 in Linz in Betrieb genommen – ein Meilenstein in der Geschichte der Stahlerzeugung im Allgemeinen und der Blasstahlerzeugung im Besonderen. Am 5. Jänner 1953 wurde dieses LD-Stahlwerk – das erste der Welt – offiziell durch Bundespräsident Theodor Körner eröffnet. Im LD-Stahlwerk 1 in Linz waren am 17. Juni 1953 bereits 100.000 Tonnen LD-Stahl produziert worden, Anfang Dezember 1953 wurde schon die 250.000. Tonne abgestochen.⁴⁶ Das zweite LD-Stahlwerk wurde am 22. Mai 1953 bei der Österreichisch-Alpine Montangesellschaft (ÖAMG) in Donawitz in Betrieb genommen.⁴⁷ Das zur Betriebsreife entwickelte Verfahren übertraf alle Erwartungen – „sowohl hinsichtlich der Qualität des erzeugten Stahles als auch der Wirtschaftlichkeit“.⁴⁸ Damit war „auch ein positiver neuer Erfindermuthos für die Nachkriegszeit geboren worden“.⁴⁹

In einer Broschüre der VÖEST aus den 1950er-Jahren heißt es:

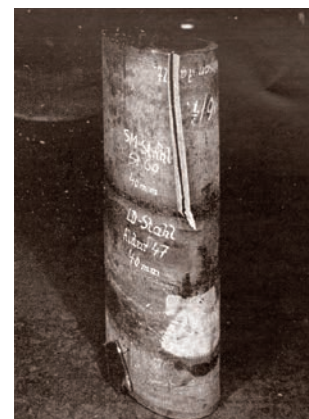
Die außerordentlich günstigen metallurgischen Verhältnisse dieses Verfahrens ergeben einen Rohstahl, der so sauerstofffrei ist, daß er keiner Desoxydation bedarf. Der Stahl ist gasarm, stickstoffarm und rein an Phosphor und Schwefel. Er ist auch frei von unerwünschten Begleitelementen. In seinen technologischen Eigenschaften, insbesondere was die Kaltverformbarkeit betrifft, ist der LD-Stahl dem SM-Stahl eindeutig überlegen. Das LD-Verfahren liefert aber auch Baustähle aller Art in hervorragender Qualität. Der LD-Stahl hat sich bei höchstbeanspruchten, geschweißten Bauwerken bestens bewährt. Breitbandringe aus LD-Stahl werden in großen Mengen an ausländische Kaltwalzwerke geliefert.⁵⁰



LD-Stahlwerk 1 der VÖEST.



Fertigung von Ölkannenschraubverschlüssen aus LD-Stahl.



Biegeversuch mit einem halben Rohrschuss, Durchmesser 1.200 mm, zusammengesetzt aus einem LD-Baustahlblech Aldur 47 von 40 mm Dicke (52 kg/mm² Zugfestigkeit) und einem sprödebruchempfindlichen SM-Stahlblech St 60. Der beim Biegeversuch eingetretene plötzliche Bruch wurde hart an der Schweißnaht vom LD-Stahlblech abgefangen.⁵¹

Der Name LD

Das Kurzzeichen „LD“ steht für „Linz-Donawitz“. Allerdings wurde ursprünglich „Linz-Durrer“ vorgeschlagen, wie aus einem Protokoll vom 9. Dezember 1949 hervorgeht.⁵² Herbert Trenkler schrieb 1954 in einem Beitrag, dass das neue Verfahren kurz „LD-Verfahren“ (Linzer Düsenverfahren) genannt wird.⁵³ In einer anderen Veröffentlichung heißt es wiederum „Linzer Düsen-Stahl“⁵⁴. Hauttmann war wiederum der Ansicht, dass die Buchstaben anfangs keine Bedeutung hatten oder nur Linz-Donau.⁵⁵ Schließlich wurde es das Linz-Donawitz-Verfahren. Diese Bezeichnung entstand erst 1958, da die Donawitzer, die „seit 1953 Blasstahl nach einem ähnlichen Aufblasverfahren wie in Linz“⁵⁶ herstellten, zunächst „ihren“ Stahl ALPINE Sauerstoff-Konverterstahl nannten,⁵⁷ kurz SK-Stahl. „Das heute gebräuchliche Kürzel LD für Linz-Donawitz wurde offiziell erst 1958 übernommen.“⁵⁸ In anderen Publikationen⁵⁹ heißt es, dass der Name LD für Linz-Donawitz gewählt wurde, weil die VÖEST in Linz und die ÖAMG in Donawitz das Verfahren zur Industriereife entwickelt hatten.⁶⁰ Noch heute ist die ursprüngliche Bedeutung des Kurzzeichens LD strittig.

VEREINIGTE ÖSTERR. EISEN- UND STAHLWERKE, LINZ-DONAU

VÖEST

Wir erzeugen in unseren Stahlwerken:

- LD-Stahl (Reinsauerstoff-Blasverfahren)
- SM-Stahl zur Erzeugung von Handels- und Qualitätsblechen
- Elektro-Stahl zur Herstellung von Sonderqualitäten

VÖEST-Werbung für die Erzeugnisse der Stahlwerke 1957, an erster Stelle angeführt „LD-Stahl (Reinsauerstoff-Blasverfahren)“.

ALPINE
SAUERSTOFF-KONVERTERSTAHL
(LD-STAHL)

ÖSTERREICHISCH-ALPINE MONTANGESELLSCHAFT
WIEN I, FRIEDRICHSTRASSE 4

ÖAMG-Werbung für ALPINE Sauerstoff-Konverterstahl.

Das Forscherteam

Das Linzer Forscherteam bestand aus Theodor E. Suess, dem technischen Direktor und Versuchskoordinator, Hubert Hauttmann, dem Leiter der Entwicklungsabteilung, Herbert Trenkler, dem Hüttdirektor, Rudolf Rinesch, dem Leiter der Versuchsreihe, und Fritz Klepp, dem Leiter des Stahlwerks.

Die LD-Erfinder erhielten unter vielen anderen hohen Auszeichnungen im Jahre 1972 den Wissenschaftspreis der UNESCO. Dieser wurde an jene Personen aus Linz und Donawitz (Otwin Cuscoleca, Wolfgang Kühnelt, Kurt Rösner und Felix Grohs) vergeben, die an der Entwicklung des LD-Verfahrens maßgeblich beteiligt waren.

Die Sauerstoffanlage

Da für die Einführung des LD-Verfahrens eine Industrie-Sauerstoffanlage erforderte, wurde eine solche rund 500 m vom LD-Stahlwerk entfernt errichtet. Bereits nach einem Jahr wurde es notwendig, sie durch die Inbetriebnahme einer weiteren, etwa gleich großen Sauerstoffanlage zu erweitern. Da der LD-Stahlwerksbetrieb um einen weiteren Tiegel erweitert werden sollte, wurde schon bald eine dritte Sauerstoffanlage errichtet, um in Zukunft bei zwei in Betrieb stehenden LD-Tiegeln das LD-Stahlwerk mit Sauerstoff zu versorgen.⁶¹ Bei Neueinrichtungen wurde auf einen steigenden Reinheitsgrad des Sauerstoffs großer Wert gelegt, da nicht zuletzt von der Reinheit des Sauerstoffs die Qualität des Stahls abhängt.

„Während die erste Anlage noch Sauerstoff mit 98,5 Prozent Reinheit erzeugte, konnte das Ergebnis bei der zweiten Anlage auf 99,5 Prozent und bei der dritten und größten auf 99,6 gesteigert werden.“⁶²



VÖEST Linz – Expertentreffen.

Von links nach rechts: DI Karl Zemsauer, Dr. Hubert Hauttmann, Dr. Theodor E. Suess, Prof. Robert Durrer, DI Heinrich Hellbrügge.

Die Breitbandstraße

Obwohl die Aussicht auf eine Breitbandstraße, die mit dem Stahl des auch neu zu bauenden Stahlwerks versorgt werden sollte, anfangs trotz vielfältiger Kritik gut war, ergaben sich immer wieder Probleme, so z. B. mit der Bewilligung durch das ECA-Stahlkomitee in Paris. Die Errichtung einer Breitbandstraße wurde aber auch von US-Militärs noch lange verhindert, „da im Falle einer militärischen Konfrontation unklar war, ob nicht die VÖEST von den Sowjets übernommen werden könnte.“⁶³

Der damalige kaufmännische Direktor der VÖEST Manfred Wirth erhielt von Peter Krauland, dem damaligen Bundesminister für verstaatlichte Industrie, das Angebot, eine Studienreise für einige österreichische Stahlexperten in die USA zu organisieren. Dieser musste allerdings allein reisen, da die von ihm ausgewählten Experten keine Einreiseerlaubnis für die USA trotz intensiver Interventionen der österreichischen Regierung und des US-Hochkommissars General Mark W. Clark erhielten.⁶⁴ Wirth besuchte dort und in Kanada 18 Breitbandstraßen.

In Paris fand im August 1949 eine außerordentliche Sitzung des ECA-Stahlkomitees⁶⁵ statt, um über die europäischen ERP-Breitbandstraßenprojekte eine endgültige Entscheidung zu treffen. Manfred Wirth, der sich auf einer Roheisenverkaufsreise in Italien befand, reiste sofort nach Paris, wo er aber verspätet ankam. Er erfuhr, dass das österreichische Breitbandstraßenprojekt mangels stichhaltiger Begründungen und begrenzter ERP-Finanzierungsmöglichkeiten einstimmig vom ERP-Programm gestrichen wurde. Das österreichische Projekt war allerdings bereits ein rechtsgültiger Auftrag bei der US-amerikanischen Firma MESTA. Laut Wirth war dafür schon „eine Anzahlung aus eigenen Mitteln geleistet worden ... Ein Storno war nicht mehr möglich bzw. würde er ungeheure Kosten und den Bankrott der VÖEST herbeiführen, was sicher nicht im Sinne des Marshallplanes sei.“ Wirth gelang es jedoch, das Projekt noch einmal zur Sprache zu bringen. Durch geschickte Argumentation konnte die Mehrheit der Delegierten umgestimmt werden, die schließlich für das österreichische Projekt votierten. Allerdings wurde auch danach diese große Investition noch in Frage gestellt, da die Auslastung als nicht gesichert angesehen wurde.⁶⁶ Das seit Dezember 1949 projektierte Stahlwerk nach dem neuen Sauerstoff-Aufblasverfahren bedingte jedoch eine moderne Breitbandstraße und zur Versorgung dieser wiederum musste die Stahlwerkskapazität erhöht werden. Die Breitbandstraße ging schließlich gemeinsam mit dem LD-Stahlwerk 1 am 5. Jänner 1953 offiziell in Betrieb.



Die neue Breitbandstraße.

1 Die Ausgangssituation
nach 1945

2 Die Entwicklung
des LD-Verfahrens

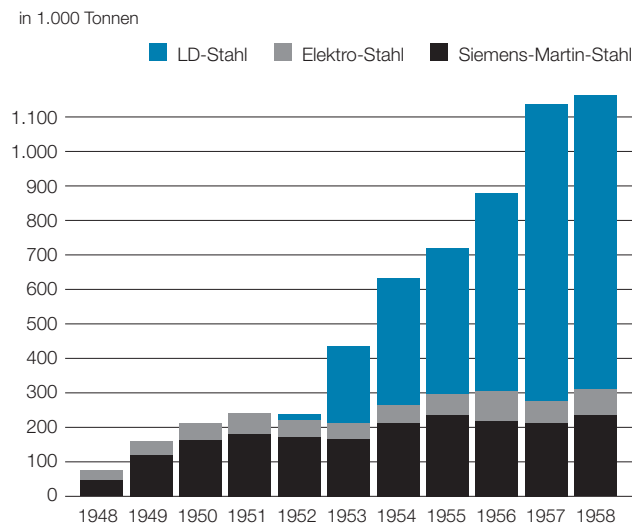
3 Die Auswirkungen auf die
österreichische Stahlindustrie

4 Vom LD-Stahlwerk 1 zum
LD-Stahlwerk 3

5 Die internationale
Stahlindustrie

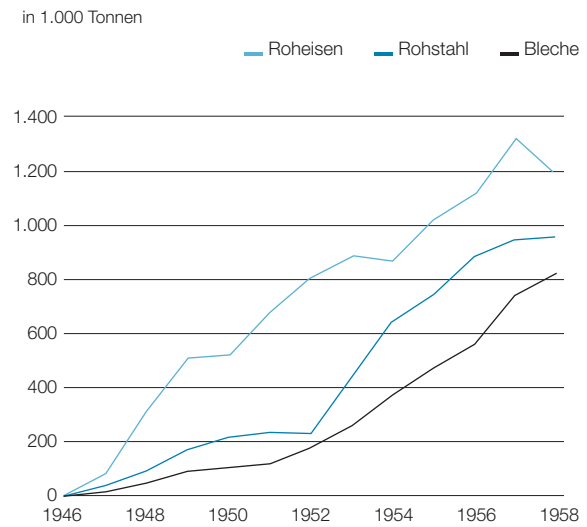
6 Patente¹⁰³

Stahlerzeugung der VÖEST



Stahlerzeugung der VÖEST 1948–1958.⁶⁸

Erzeugung von Roheisen, Rohstahl und Blechen



Erzeugung von Roheisen, Rohstahl und Blechen 1946–1958.⁶⁹

In einem Beitrag über LD-Stahl sahen die beiden Autoren Helmut P. Weitzer und Hubert Hauttmann mehr als eine Vervielfachung der Rohstahlmenge gegenüber der Zwischenkriegszeit voraus.

Während in der Zeit zwischen den beiden Weltkriegen in Österreich jährlich rund 700.000 Tonnen Rohstahl erschmolzen wurden, wird die Erzeugung des Jahres 1958 über 3 Millionen Tonnen liegen.⁶⁷

Der LD-Stahl wurde in Österreich bald von der Normenkommission als neue Verfahrensweise generell zugelassen.

Der Österreichische Normenausschuß hat sich schon im Dezember 1955 entschlossen, für sämtliche genormte Stähle (Maschinenbau-, Bau-, Kessel-, Einsatz- und Vergütungsstähle sowie Stahlguß) das LD-Verfahren dem SM- und Elektroverfahren gleichzusetzen und dem Hüttenwerk die Wahl des Stahlherstellungsverfahrens zu überlassen. Gleiches gilt auch für die Vorschriften der Österreichischen Bundesbahnen, so z. B. für geschweißte Eisenbahnbrücken und Schienen. Auch der Österreichische Technische Überwachungsverein und die Österreichische Wasserrechtsbehörde unterscheiden bei den Werkstoffen für Dampfkessel, Druckgefäße, Druckleitungen, Flußkraftwerkbauten u. dgl. nicht mehr zwischen SM-Elektro- und LD-Stahl.⁷⁰

Die österreichische Stahlindustrie wuchs auf Grund eines erfolgreichen Innovationsmanagements schneller als die im übrigen Westeuropa. Dadurch verdoppelte sich fast der österreichische Anteil an der westeuropäischen Stahlproduktion.

Das LD-Verfahren ist dem SM-Verfahren wirtschaftlich aus folgenden Gründen überlegen: die Schnelligkeit des Vorgangs, der Entfall von Brennmaterial sowie geringe Anlagekosten. Im Hüttenwerk wird der in großen Mengen notwendige Sauerstoff selbst erzeugt.⁷¹

1 Die Ausgangssituation
nach 1945

2 Die Entwicklung
des LD-Verfahrens

3 Die Auswirkungen auf die
österreichische Stahlindustrie

4 Vom LD-Stahlwerk 1 zum
LD-Stahlwerk 3

5 Die internationale
Stahlindustrie

6 Patente¹⁰³



LD-Stahlwerk 2 der VÖEST.

1959 wurde in Linz das zweite LD-Stahlwerk mit zwei 50-Tonnen-Tiegeln in Betrieb genommen und erhielt 1968 einen dritten Tiegel.



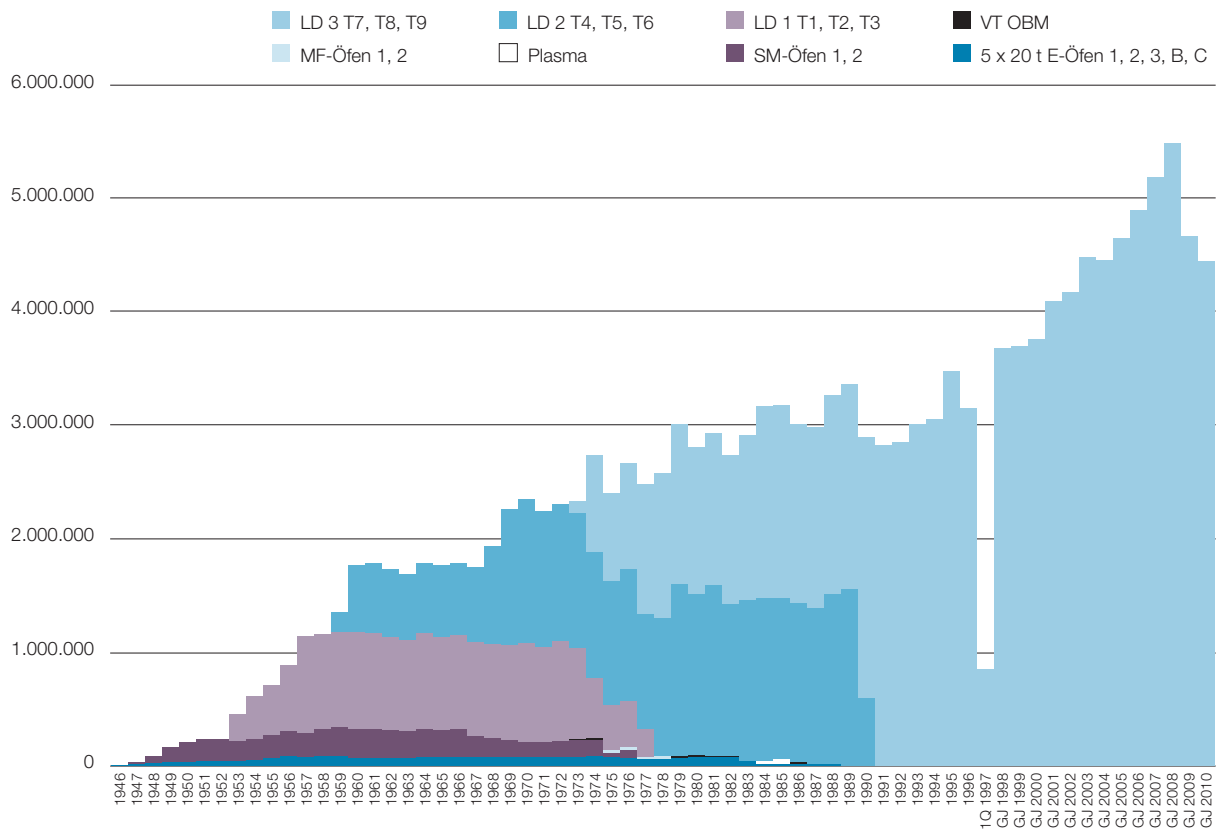
Einfüllen von Roheisen in einen 50-Tonnen-LD-Tiegel im LD-Stahlwerk 2 am Standort Linz.

Das LD-Stahlwerk 1 war seit 1952/53 mit zwei Tiegeln in Betrieb und erhielt 1956 einen dritten Tiegel. Diese LD-Tiegel waren für je 30 Tonnen ausgelegt. Das LD-Stahlwerk 1 hatte mit diesen drei 30-Tonnen-Tiegeln eine Jahreskapazität von 800.000 Tonnen Rohstahl. Es gab laufend technischen Verbesserungen.

Die Stahlwerke haben die Aufgabe, die Walzwerke, die Schmiede und die Gießerei mit Stahl zu versorgen. „Für die technische Abwicklung der ... Aufgabe der Stahlwerke ist als Betriebschef Hr. Dr. Rinesch eingesetzt: Ihm unterstehen 2 Betriebsleiter, von denen der eine den Siemens-Martin- und E-Ofenbetrieb und der andere den LD-Betrieb verantwortlich leitet. Zur Durchführung des Aufgabengebietes dieser beiden Herren stehen ihnen je 1 Betriebsingenieur und 3 Schichtingenieure für das gesamte Stahlwerk zur Verfügung. Weiters sind für den SM-E-Ofenbetrieb 1 Obermeister, 3 Schichtmeister, 1 Gießgrubenmeister und 1 Meister für den 5 t E-Ofenbetrieb (die 5 t E-Öfen sind in der Gießerei untergebracht) eingesetzt. Für den LD-Betrieb sind 1 Tagschichtmeister, 3 Schichtmeister und 1 Gießgrubenmeister eingesetzt.“⁷²

1959 wurde in Linz das zweite LD-Stahlwerk mit zwei 50-Tonnen-Tiegeln in Betrieb genommen und erhielt 1968 einen dritten Tiegel. Die Prozesssteuerung mit Computer wurde an diesem Tiegel zum ersten Mal eingesetzt. (Bis 1990 produzierte das LD-Stahlwerk 2 rund 34,1 Mio. Tonnen Rohstahl.)⁷³

Stahl-Statistik Linz



In einem 1970 erstellten Sonderausbauprogramm war auch die Erhöhung der Rohstahlkapazität vorgesehen, wodurch die Errichtung eines neuen LD-Stahlwerks nötig wurde. 1973 nahm der erste Tiegel des LD-Stahlwerks 3 den Betrieb auf. Nachdem in diesem Stahlwerk die Vierschichtfahrweise eingeführt worden war, wurde 1977 das LD-Stahlwerk 1 abgestellt. Umweltauflagen und Rationalisierungsbestrebungen führten schließlich zum Projekt „Konzentration der Rohstahlerzeugung im LD-Stahlwerk 3“. Dieses Projekt wurde zwischen 1987 und 1990 verwirklicht, danach wurde auch das LD-Stahlwerk 2 abgestellt.⁷⁴ Im LD-Stahlwerk 3 wurden 100.000.000 Tonnen Rohstahl bis Jänner 2010 erzeugt.⁷⁵ Durch die Einführung von „Modernisierungspaketen“ wurde das ursprüngliche LD-Verfahren entscheidend verbessert. Im Prinzip blieb das Verfahren aber gleich. Allerdings veränderte sich die Größe der Tiegel signifikant. Hatte die ersten Tiegel in Linz und Donawitz eine Kapazität von 30 Tonnen, so war die Kostenreduktion schließlich die treibende Kraft für die Erzeugung immer größerer Stahlmengen in immer größeren Konvertern mit bis zu 400 Tonnen Kapazität.⁷⁶



LD-Stahlwerk 3 am Standort Linz 1990.

Die Qualität von LD-Stählen für die verschiedenen Verwendungsgebiete wurde laufend gesteigert und führte in den 1970er-Jahren zu einer weltweiten Anerkennung des LD-Prozesses.⁷⁷ Die weltweite Bedeutung des LD-Verfahrens: 1960 wurden 4 % der gesamten Weltrohstahlerzeugung nach dem LD-Verfahren hergestellt, 1970 bereits 40 %⁷⁸, 1971 stieg der Anteil auf 42 %⁷⁹, 1974 auf fast 50 %.⁸⁰ 1992 lag der Wert bei 60 % und heute bei rund zwei Dritteln.



Tiegel 9 des LD-Stahlwerk 3 am Standort Linz.

An der Grafik⁸¹ oben kann man sehr gut sehen, welchen besonderen Stellenwert das LD-Verfahren von Anfang an hatte und welche mengenmäßige Entwicklung LD-Stahl am Standort Linz nahm. Ab der 2. Hälfte der 1980er-Jahre wird nur mehr in LD-Stahlwerken produziert, und nachdem das LD-Stahlwerk 2 1990 stillgelegt wurde, wird nur mehr im LD-Stahlwerk 3 produziert.



LD-Stahlwerk 3 – Umweltschutzinvestitionen.

Umweltschutz

Ein großes Problem stellte der rotbraune Rauch über dem VÖEST-Gelände dar, der bei den Versuchen zum neuen LD-Verfahren entstand. Schon bei den ersten Schmelzversuchen war man sich darüber im Klaren, dass man dagegen etwas unternehmen musste. Dieser Rauch bildete sich aus den Eisenoxidteilchen, die dabei mitgerissen wurden. Problematisch für eine Abgasreinigung waren die extrem kleinen Partikel des anfallenden Staubs. Eine Untersuchung war nur mit dem Elektronenmikroskop möglich. Die Notwendigkeit einer Abgasreinigung und Wärmerückgewinnung war offensichtlich. Schon der Tiegel 1 war u. a. mit einer Nasszyklonanlage ausgestattet. Um die Entstaubung zu steigern, wollte man Umbauten. Nach mehrjähriger intensiver Forschungsarbeit sowie der Erprobung an zwei Tiegeln und Verbesserungen konnte dann 1958 am gesamten LD-Stahlwerk 1 eine Entstaubungsanlage fertiggestellt werden (Bauart Waagner-Biro-VÖEST).⁸² Beim LD-Stahlwerk 2, das sich in der Bauphase befand, wurden diese Erfahrungen gleich eingebracht.

Trotz Produktionssteigerung in den folgenden Jahren und Jahrzehnten konnten die Emissionen auf Grund moderner Technologie immer weiter reduziert werden. Das 1973 in Betrieb genommene LD-Stahlwerk 3 war moderner und damit auch umweltfreundlicher. Zu weiteren entscheidenden Verbesserungen führte das Umweltpaket von 1987.⁸³ Die Kapazität des LD-Stahlwerks 3 wurde vergrößert und dort die Rohstahlerzeugung konzentriert. Diese Kapazitätserweiterung wurde 1990 abgeschlossen. Danach wurde das LD-Stahlwerk 2 stillgelegt. Schon 1977 war aus Kosten- und Umweltschutzgründen das LD-Stahlwerk 1 außer Betrieb genommen worden. Das LD-Stahlwerk 3 wurde zu einem der modernsten und umweltfreundlichsten Stahlwerke Europas.

Auch am Standort Donawitz wurde dem hohen Stellenwert des Umweltschutzes Rechnung getragen, indem das im Mai 1953 in Betrieb genommene LD-Stahlwerk Ende der 1990er-Jahre zu einem modernsten Kompakt LD-Stahlwerk umgebaut und im Jahr 2000 in Betrieb genommen wurde.

1 Die Ausgangssituation
nach 1945

2 Die Entwicklung
des LD-Verfahrens

3 Die Auswirkungen auf die
österreichische Stahlindustrie

4 Vom LD-Stahlwerk 1 zum
LD-Stahlwerk 3

5 Die internationale
Stahlindustrie

6 Patente¹⁰³

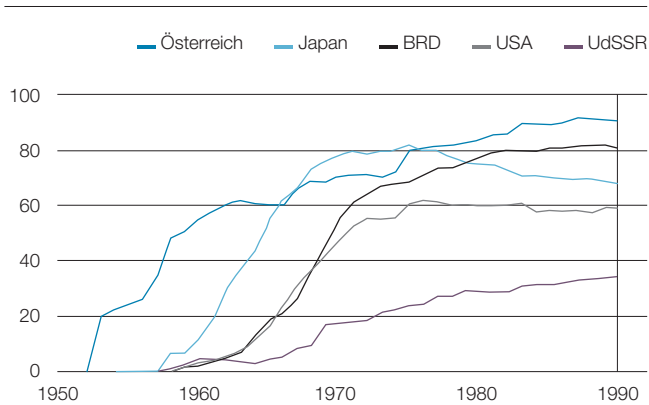


VÖEST-Baubüro in Rourkela, Indien.



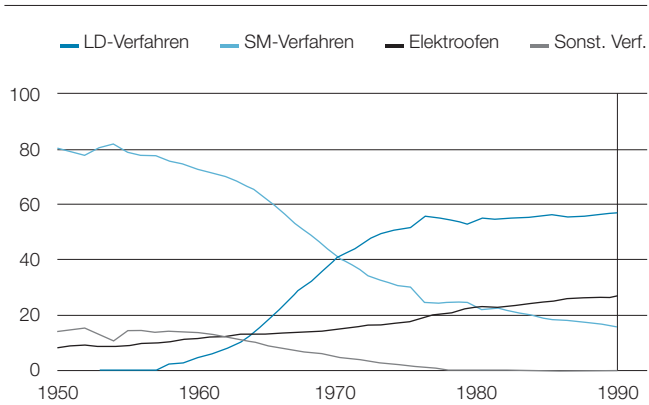
LD-Tiegelmontage Rourkela, Indien.

Anteile des LD-Verfahrens in %



Vordringen des LD-Verfahrens in verschiedenen Ländern 1950-1990.⁸⁹

Anteile des Herstellungsverfahrens in %



Anteile der Herstellungsverfahren an der Welt-Rohstahlerzeugung 1950-1990.⁹⁰

Keineswegs war aber die Fachwelt von Anfang an einer Meinung bezüglich des LD-Verfahrens. Es gab auch aus unterschiedlichen Gründen Skeptiker. Trotzdem verbreitete sich das LD-Verfahren rasch in der ganzen Welt. Vor allem japanische Metallurgen studierten bereits in der Versuchsphase das neue Verfahren in Linz und Donawitz. Die Japaner waren dann auch unter den Ersten, die eine Lizenz nahmen.⁸⁴ Um Skeptiker zu überzeugen, rüstete die VÖEST für Indien auf eigene Verantwortung 350 Lokomotiven mit Rahmen aus LD-Stahlblechen aus.⁸⁵

Da das neue Verfahren großes internationales Interesse hervorrief, sah die VÖEST die Chance, dieses auch weltweit zu verkaufen. 1957/58 begann die VÖEST dann selbst gemeinsam mit der Firma Fried. Krupp⁸⁶, Essen, in Rourkela, 460 km südwestlich von Kalkutta, mit der Errichtung des ersten LD-Stahlwerkes außerhalb Österreichs. Das war auch der Einstieg der VÖEST in den internationalen Industrieanlagenbau, der sich innerhalb der VÖEST bzw. VOEST-ALPINE zu einem bedeutenden Standbein entwickelte.⁸⁷

Erst 1966 erfolgte eine generelle Gleichstellung des LD-Verfahrens mit dem Siemens-Martin- und dem Elektrostahlerzeugungsverfahren, da bei der „Einführung der LD-Stähle in nationale Normen große Hindernisse überwunden werden“ mussten. Der LD-Stahl hatte zu diesem Zeitpunkt bereits einen Anteil von 25 % an der Welt-Rohstahlerzeugung.⁸⁸



Bauphase LD-Stahlwerk Rourkela, Indien (Foto: Geschichteclub Stahl).

LD-Stahl für Hochseeschiffe

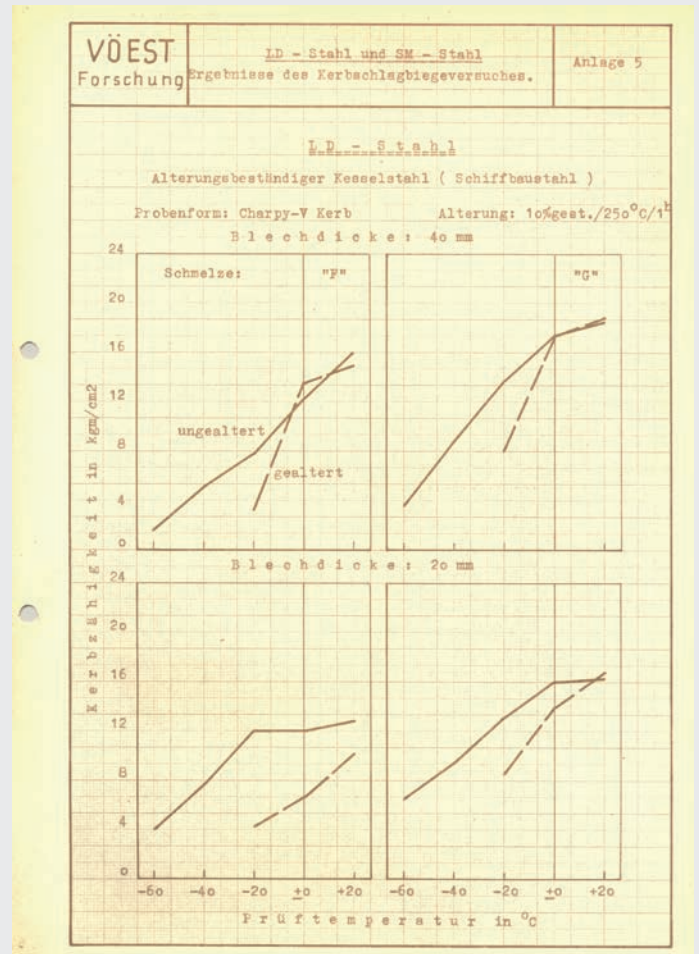
Es wurde auch in allen dafür in Frage kommenden Schiffsblechgütern die Zulassung beantragt.⁹² Die Schiffswerften standen einer Zulassung aber skeptisch gegenüber, sie wollten kein Risiko eingehen, vor allem auch deren Versicherungsgesellschaften. Die Gesellschaften zählten das LD-Verfahren einfach zu den „Windfrischstählen“. Äußerst zurückhaltend bei der Anerkennung des LD-Stahls zeigten sich die britische und die deutsche Lloyds-Versicherung.⁹³ Der LD-Stahl wurde von den Schiffsklassifikationsgesellschaften aber sehr bald anerkannt und zugelassen.

1957 begann die VÖEST – nachdem sie 1956 gemeinsam mit der Reederei D. Oltmann & Co., Bremen, eine eigene Reederei, die Ister Reederei Gesellschaft mbH, Bremen, gegründet hatte – mit der Konstruktion von Hochseeschiffen zum praktischen Beweis der vollen Eignung von Blechen aus LD-Stahl für Schiffsbauzwecke. Das erste Hochseefrachtschiff war die „Linzertor“.⁹⁴ Allerdings spielte auch der Wunsch nach einer gewissen Stabilisierung der Frachtkosten für die umfangreichen Rohstoffbezüge der VÖEST eine Rolle.

„Um auch die volle Zulassung durch den Germanischen Lloyd, der anfänglich zurückhaltend war, zu erlangen, wurde in Flensburg die ‚Linzertor‘ in Auftrag gegeben. Für den Bau, der unter schärfster Kontrolle durchgeführt wurde, sind rund 4.000 Tonnen LD-Stahlbleche, Stahlguß und Schmiedestücke geliefert worden. Das angestrebte Ziel, die volle Anerkennung des LD-Stahles für alle Güten und Dicken durch den Germanischen Lloyd zu erlangen, ist erreicht worden.“⁹⁵



Hochseefrachtschiff „Linzertor“.



LD-Stahl – alterungsbeständiger Kesselstahl (Schiffbaustahl).⁹¹

Noch während des Baus der „Linzertor“ erteilte der Germanische Lloyd die Zulassung.

Die M. S. „Linzertor“ war ein Frachtmotorschiff mit einer Tragfähigkeit von 14.000 Tonnen. Es hatte eine Gesamtlänge von über 157 m, eine Breite von 19,3 m und die Seitenhöhe vom Kiel bis zum obersten durchlaufenden Deck betrug 12,0 m.⁹⁶ Man verwendete für den Bau ausschließlich LD-Stahl.

Ende der 1950er-Jahre hatte die VÖEST für den Schiffsbau „rund 50.000 Tonnen LD-Stahl zur vollsten Zufriedenheit der Reeder und Werften geliefert“.⁹⁷

LD-Stahlwerke außerhalb Österreichs bis 1959

Die kanadische Dominion Foundries & Steel, Ltd., war das erste ausländische Unternehmen, wo im August 1954 ein mit zwei 60-Tonnen-Tiegeln ausgestattetes LD-Stahlwerk seinen Betrieb aufnahm. Im selben Jahr folgte die McLouth Steel Corp. in den USA, die ihr LD-Stahlwerk unter Assistenz des Hüttdirektors der VÖEST Rudolf Rinesch in Betrieb nahm.⁹⁸ Im September 1956 nahm als drittes Unternehmen die Société des Aciéries de Pompey ein LD-Stahlwerk mit einem 15-Tonnen-Tiegel in Betrieb.⁹⁹

1957 gingen in der Deutschen Bundesrepublik, in Japan, in Brasilien und in den USA fünf LD-Stahlwerke in Betrieb. 1958 wurden fünf LD-Stahlwerke, 1959 zwei und 1960 acht in Betrieb genommen.¹⁰⁰

LD-Stahlwerke in Betrieb außerhalb Österreichs im Jahre 1959¹⁰¹

- Dominion Foundries and Steel Ltd. (DOFASCO), Hamilton/Ontario (August 1954), Generallizenznehmer für Kanada
- Société des Aciéries de Pompey, Frankreich (September 1956)
- Gußstahlwerk Witten AG, Witten/Ruhr, Westdeutschland (April 1957)
- Yawata Iron & Steel Co. Ltd., Japan (September 1957)
- Companhia Siderurgica Belgo Mineira, Brasilien (Oktober 1957)
- Gußstahlwerk Bochumer Verein AG, Bochum, Westdeutschland (November 1957)
- Jones & Laughlin Steel Corp., Pittsburgh, Pa., USA (November 1957)
- Nippon Kokan Kabushiki Kaisha, Tokio (Januar 1958), Generallizenznehmer in Japan
- Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken N.V., IJmuiden, Holland (Januar 1958)
- Siderurgia Industrial Compania Iberica S.A. (SICI), Barcelona, Spanien (November 1958)
- Kaiser Steel Corp., Nevada, USA (Dezember 1958)
- Algoma Steel Corp., Sault St. Marie, Kanada (Dezember 1958)
- Aciéries Reunies de Burbach-Eich-Dudelange, ARBED, Luxemburg (1958)
- ACME Steel Corp., Chicago, USA (Juni 1959)
- Eisenwerks-Gesellschaft Maximilianshütte AG., Sulzbach-Rosenberg, Westdeutschland (Dezember 1959)

1960 befanden sich mehr LD-Stahlwerke in Bau, als bereits in Betrieb waren – USA, Japan, Spanien, Portugal, Italien (Ausbau), Westdeutschland, Brasilien, England, Schottland, Norwegen, Argentinien, Australien (1961), Frankreich.¹⁰²

1 Die Ausgangssituation
nach 1945

2 Die Entwicklung
des LD-Verfahrens

3 Die Auswirkungen auf die
österreichische Stahlindustrie

4 Vom LD-Stahlwerk 1 zum
LD-Stahlwerk 3

5 Die internationale
Stahlindustrie

6 Patente¹⁰³

Das LD-Verfahren wurde von Ingenieuren der VÖEST und der damaligen ÖAMG zur Betriebsreife weiterentwickelt.

Sowohl Linz als auch Donawitz meldeten nach den erfolgreichen Versuchen und der technischen Umsetzung des LD-Verfahrens beim österreichischen Patentamt mehrere Patente an.¹⁰⁴

1950 wurden die ersten Patente angemeldet. Am Standort Linz meldete Theodor Suess, der damalige technische Direktor, das neue Verfahren auf seinen eigenen Namen über seinen privaten Patentanwalt an, da es massive Meinungsdivergenzen zwischen ihm und der VÖEST AG gab. De facto handelte es sich aber um eine Dienstleistung und Suess war an einer direkten Entwicklungsarbeit nicht beteiligt. Suess verbot seinen Mitarbeitern auch, „gegenüber der eigenen Patentabteilung irgendwelche Angaben über die Erkenntnisse des neuen Verfahrens zu machen“.¹⁰⁵ Die VÖEST empfahl den anderen Mitgliedern des Teams, sich als „Miterfinder“ nachzumelden. Schließlich lenkte Suess ein und erklärte, dass Hauttmann 40 %, Trenkler 40 % und Rinesch 20 % Anteil hätten.¹⁰⁶ Auf Grund dieser Streitigkeiten konnte die VÖEST diese Patente erst einige Jahre später als ihr Eigentum sichern.¹⁰⁷ Die Differenzen um die Frage, wer nun der eigentliche Erfinder sei, dauerten allerdings weiter an. Zumindest auf wissenschaftlicher Ebene ist die Frage noch strittig.¹⁰⁸ Das LD-Verfahren wurde von Ingenieuren der VÖEST und der damaligen ÖAMG zur Betriebsreife weiterentwickelt. Außerdem wurden „die Einstellung der Lanze zur Badoberfläche, die Ausführung der Frischdüse und der Temperaturführung und viele andere Details patentiert“.¹⁰⁹



Bestätigung der Erfindung durch das österreichische Patentamt für die Einreichung „Verfahren zur Herstellung von Stahl“.

Die Brassert Oxygen Technik AG

Die VÖEST und die ÖAMG übertrugen 1952, der im selben Jahr gegründeten Brassert Oxygen Technik AG, Zürich, per Vertrag die Weltverwertungsrechte des LD-Verfahrens.

Dem vorausgegangen war die Kontaktaufnahme von William E. Brassert mit der VÖEST. W. E. Brassert, ein Sohn des deutschstämmigen amerikanischen Staatsbürgers und Anlagenbauers Hermann A. Brassert,¹¹¹ wurde auf das neue Verfahren aufmerksam und teilte dem Generaldirektor der VÖEST Walter Falkenbach – dem Nachfolger von Heinrich Richter-Brohm – mit, dass er das Schwarz-Patent besitzt und dieses von VÖEST und ÖAMG verletzt wird. Brassert gründete in der Schweiz die Brassert Oxygen Technik AG, in den er das Schwarz-Patent und ein anderes Patent von John Miles, einem ehemaligen Mitarbeiter seines Vaters, einbrachte. Die beiden Linzer Werke wiederum brachten in dieses Unternehmen ihre österreichischen Patentanmeldungen ein.¹¹²

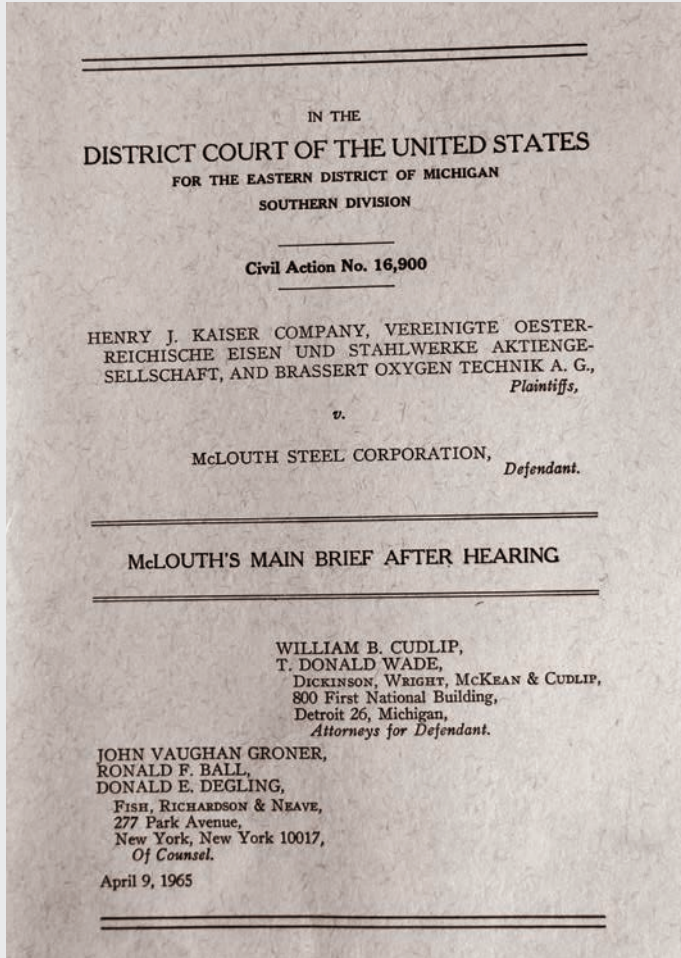
Die BOT hatte rasch Auslandserfolge aufzuweisen, doch es zeigten sich Schwachstellen im gesamten Vertragskonzept. Dazu gehörten unterschiedliche Interessen, denn die VÖEST begann die Werke auch selbst zu bauen, ebenso die Stahlwerkseinrichtungen. Das barg hohes Konfliktpotenzial mit der BOT, die das Verfahren

Werbung der BOT.

1. Internationale LD-Tagung 1958 Linz – Donawitz – Wien, Vortrag Hubert Hauttmann über Bleche aus LD-Stahl.¹¹⁰

ihren Kunden nicht mehr vorführen konnte. Der damalige Generaldirektor der VÖEST Walter Hitzinger ließ die BOT nicht mehr ins Werk. Bei der ÖAMG in Donawitz war es nicht anders.¹¹³ 1956 erwarb die VÖEST die gesamten Kapitalanteile der BOT. Im darauffolgenden Jahr trat die VÖEST die Hälfte der Kapitalanteile der BOT auf „Wunsch“ der damaligen Bundesregierung an die ÖAMG, die an der Entwicklung des Verfahrens beteiligt war, ab, um die Dividendenzahlungen aufzuteilen.¹¹⁴ Die erste LD-Tagung der BOT mit 54 Teilnehmern fand 1958 in Wien, Linz und Donawitz statt.¹¹⁵

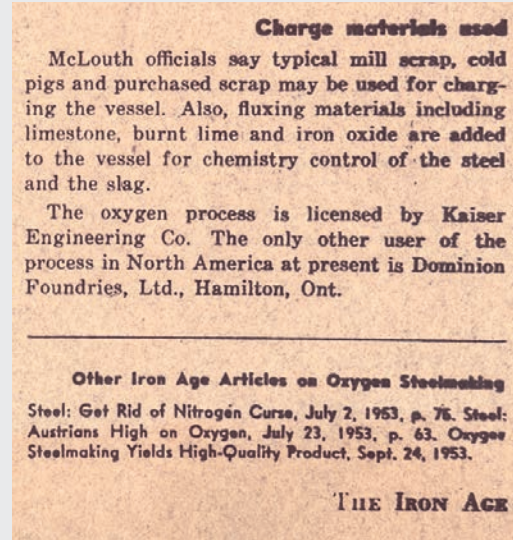
Die BOT hatte seit 1954 einen Generallizenzvertrag mit der US-amerikanischen Firma Kaiser-Engineers, Division of Kaiser Industries Corporation, Oakland, Kalifornien. Dieser gab der Firma Kaiser das Recht und legte ihr die Pflicht auf, Sublicenzverträge in ihrem Vertragsgebiet zu schließen; außerdem beanspruchte die Firma Kaiser für sich das Recht, jene US-Gesellschaften zu klagen, die das LD-Verfahren ohne Abschluss eines Sublicenzvertrages anwendeten.¹¹⁶ Der Sublicenznehmer musste sich vertraglich verpflichten, pro Tonne erzeugten LD-Stahls 0,15 USD zu zahlen, „und zwar so lange, bis in irgendeinem Rechtsstreit ein ‚endgültiges Urteil‘ erlassen ist.“¹¹⁷ In der 2. Hälfte der 1950er-Jahre kam es zu einem Patentstreit mit US-Unternehmen, der bis Mitte der 1970er-Jahre andauerte.



McLouth's Main Brief Hearing, 1965.

Patentstreit mit US-Unternehmen

Am Ende des jahrelang dauernden Patentstreits (1957 bis 1975), in dem es darum ging „wie die Badbewegung verläuft“,¹¹⁸ hatte die damalige VÖEST-ALPINE das Nachsehen – die Patente wurden nicht anerkannt – „was indirekt einer Subventionierung der US-Stahlindustrie gleichkam“.¹¹⁹ Schon 1956 weigerte sich die McLouth Steel Corporation in Trenton, Michigan, einen Lizenzvertrag abzuschließen, obwohl sie 1954 einen Options- und Know-how-Vertrag geschlossen hatte, und zwar noch vor Erteilung eines der dort beantragten Patente. In der Folge kam es 1957 zur Klage durch Kaiser mit den beigetretenen Klagsparteien BOT und VÖEST. Letztere war die Eigentümerin des eingeklagten VÖEST-(Suess-)Patents. McLouth behauptete, dass sie „es frei benützen könne und eine Lizenzzahlung für dieses Patent nicht in Frage komme“.¹²⁰ Sowohl Kaiser als auch BOT gingen anfangs



Ausschnitt aus einem Artikel der Fachzeitschrift „The Iron Age“.¹²³

davon aus, dass es nur eine Musterklage wäre, um das Patent mittels Rechtsprechung durchsetzen zu können. Dieser Prozess ließ sich allerdings nicht rasch abschließen, sodass auch nachfolgende Stahlunternehmen geklagt werden mussten.¹²¹ Das Problem war die Formulierung der Patentansprüche, da sie nicht dem amerikanischen Patentgesetz entsprachen, da der Schutzzumfang sehr formalistisch ausgelegt ist. Hingegen äußerte sich der Präsident einer großen amerikanischen Stahlwerksgesellschaft anlässlich der Generalversammlung seiner Firma wie folgt: „Das LD-Verfahren ist der einzige wirkliche Schritt vorwärts auf der Flüssigseite des Stahlwerkes seit Henry Bessemer (1856!)“.¹²²

Auf Grund des McLouth-Prozesses verminderte sich aber auch die Chance erheblich, Lizenzverträge abschließen zu können, denn ein Großteil der eisenproduzierenden Industrie wollte den Abschluss des Prozesses abwarten. Erst dann wollte man einen Lizenzvertrag abschließen. Schließlich wurde die Situation noch dadurch verschärft, dass die Firma Jones & Laughlin, Pittsburgh in Pennsylvania, die einen Sublizenzvertrag mit der Firma Kaiser abgeschlossen hatte, sich entschloss, diesen Vertrag nicht mehr zu erfüllen, außerdem „die Vertragsnichtigkeit wegen Vergehens gegen das Antitrust Law einzuwenden und für ihr zweites in Cleveland in Betrieb gegangenes LD-Stahlwerk keinen Vertrag abzuschließen.“¹²⁴

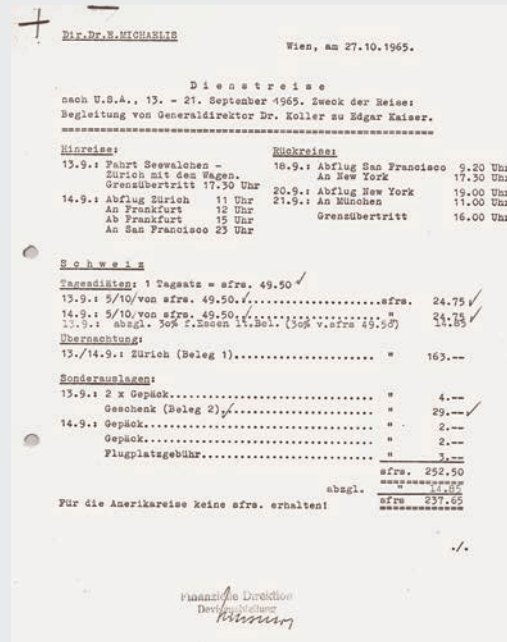
Im Urteil des McLouth-Prozesses vom 6. Juli 1966 heißt es: „Nicht nur, weil ein erteiltes Patent im Zweifel gültig ist, sondern wegen der revolutionie-

renden Natur der Erfindung kommt das Gericht widerstrebend zu der Schlußfolgerung, daß das Patent ungültig ist.¹²⁵

Als Begründung für die Ungültigkeit wurde angegeben, dass das Patent bezüglich der Formulierung der Patentansprüche nicht den Formalbedingungen des § 112 US-Patentgesetz entspricht.¹²⁶

Während die Klage gegen Jones & Laughlin anhängig war, „vollzog sich in der Patentjurisdiktion der USA ein grundlegender, weittragender Wandel. Mit Urteil des Supreme Court of the United States vom 3. Mai 1971 wurde erstmals die Einrede der res iudica in Patentstreitigkeiten möglich ...

Zu diesem Zeitpunkt hatten wir praktisch alle großen amerikanischen Stahlgesellschaften, beginnend mit United States Steel, Bethlehem Steel, National Steel, Republic Steel usw., an ihren Firmensitzen geklagt, weil sie unser Patent schon mehr als sechs Jahre verletztten. Nach sechs Jahren verjähren Ansprüche dieser Art dem Umfange nach, nicht dem Grunde nach. Nach Justiz-Verwaltungsakt war für alle diese Klagen das Gericht in Pittsburgh für zuständig erklärt worden. Nach Erfließen des erwähnten Urteils am 3. Mai 1971 brachten alle von uns geklagten Stahlwerksgesellschaften die Einrede der res iudica vor, unter Bezugnahme auf dieses Urteil. Nun heißt es allerdings in diesem berühmten Urteil, daß es in jedem Fall Obliegenheit des erkennenden

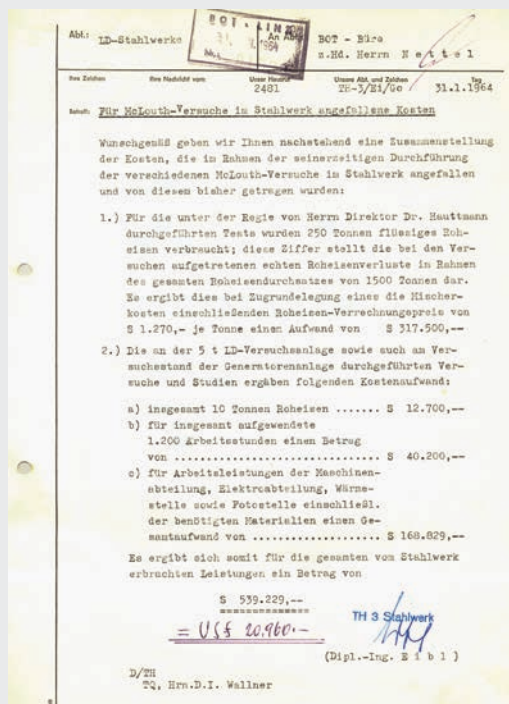


Dienstreise von Generaldirektor Dr. Herbert Koller zu Edgar Kaiser in die USA in Begleitung von Dr. Eduard Michaelis vom 13. bis 21. September 1965.¹²⁸

Gerichtes sei, festzustellen, ob die Einrede der res iudica zum Zuge kommt oder nicht. Am 29. Jänner 1974 erließ das Urteil des Pittsburgher Gerichtes ... In eingehenden Untersuchungen kommt es zu dem Ergebnis, dass die Einrede der res iudica nicht zum Zuge kommt, daß unser Patent gültig, durchsetzbar und von Jones & Laughlin verletzt sei. Zu diesem Urteil kam das Gericht aufgrund der Zeugenaussage des seinerzeitigen Chefprüfers im amerikanischen Patentamt und des Vertreters der Anmeldung. Durch beide Aussagen wurde erhärtet, daß wir die ursprüngliche erfinderische Idee, wie im Urteil von Detroit festgestellt, nicht fallengelassen und sie durch eine andere Idee ersetzt haben, womit die Michigan-Gerichte die Formalmängel nach § 112 U. S. Patentgesetz geltend gemacht hatten. Gegen dieses Urteil hat Jones & Laughlin beim dritten Berufungssenat in Philadelphia Berufung eingelegt.

Am 4. April 1975 entschied das Berufungsgericht, daß das Urteil erster Instanz vom 19. Februar 1974 ungültig sei und dass das Erstgericht unter Würdigung der Einrede des res iudica zugunsten der Beklagten zu entscheiden habe. Auf diese Weise konnte sich das Obergericht ersparen, auf die materiellrechtlichen Fragen wie Gültigkeit, Durchsetzbarkeit und Verletzung einzugehen.¹²⁷

Schließlich verlor also die VÖEST – bzw. dann schon die VÖEST-ALPINE – in letzter Instanz, obwohl die Gerichte die grundlegende Innovation des LD-Verfahrens anerkannten.



Für McLaughlin-Versuche im Stahlwerk angefallene Kosten, 1964.¹²⁹

Zusammenfassung

Auf Basis der damals bekannten Technologien wäre ein Wiederaufbau und Ausbau der österreichischen Hüttenindustrie in nur geringem Maße möglich gewesen. Außerdem wäre auch die heutige hohe Weltstahlproduktion ohne das äußerst produktive LD-Verfahren nicht möglich gewesen.

Die Stahlerzeugung wurde durch das LD-Verfahren (Aufblasverfahren mit reinem Sauerstoff) revolutioniert und damit war auch die Grundlage für eine moderne Stahlmetallurgie gelegt worden. Schon 1953 war die VÖEST ein ausgesprochener Exportbetrieb (Roheisen, Rohstahl und Blechprodukte). „Maßgebend für diese kraftvolle Entwicklung waren der durchlaufende Dreihochofenbetrieb, der Vollbetrieb des neuen Blasstahlwerkes und die Auswirkungen der umfangreichen Investitionstätigkeit in den Walzwerken. Allgemein erwies sich die von der österreichischen Regierung bereits vor Einsetzen des Marshallplans gefällte Grundentscheidung, der Grundstoffindustrie Priorität zu erteilen, als zwar risikoreich, aber richtig.“¹³⁰

Das LD-Verfahren führte nicht nur dazu, dass sich die Stahlproduktion seit damals weltweit von 200 Mio. auf derzeit rund 1,5 Mrd. Tonnen erhöhte; es machte bestimmte Stahlqualitäten und -anwendungen – beispielsweise im Automobil oder dem Energiebereich – überhaupt erst möglich.

Das LD-Verfahren wurde naturgemäß in den vergangenen 60 Jahren zwar ständig weiterentwickelt und verfeinert, ist jedoch vom Prinzip her unverändert geblieben. LD-Stahl kann übrigens zu 100 % wiederverwertet werden, und zwar als einziger Werkstoff „artgleich“ ohne Qualitätsverlust. Das bedeutet, dass aus Schrott wieder höchstwertiger Stahl hergestellt werden kann.¹³¹

Anhang

Kurzporträts



Theodor E. SUESS

Theodor E. Suess wurde am 1. Juli 1894 in Weissenbach an der Triesting in Niederösterreich geboren. Maschinenbaustudium an der Technischen Hochschule in Wien (heute TU Wien). Vor seiner Tätigkeit als Technischer Direktor bei der VÖEST (Dezember 1947 bis Ende Juni 1951) war Suess Vorstandsmitglied der Gutehoffnungshütte AG in Oberhausen, Deutschland. Nach seiner Tätigkeit bei der VÖEST nahm er eine Position bei der Hohen Behörde/Montanunion in Luxemburg ein. Anlässlich einer Dienstreise kam er in Düsseldorf am 6. März 1956 auf tragische Weise ums Leben.¹³²



Hubert HAUTTMANN

Hubert Hauttmann wurde am 11. Dezember 1895 in Kammer am Attersee geboren. Nach der Matura in Graz studierte er an der Technischen Hochschule in Wien (heute TU Wien) und an der Montanistischen Hochschule in Leoben (heute Montanuniversität Leoben). Ab 1921 war er Mitarbeiter der Gutehoffnungshütte in Oberhausen und ab 1933 hatte er dort die Position eines Leiters der Forschungsabteilung inne. 1942 promovierte er an der Montanistischen Hochschule in Leoben, wo er 1950 Hochschuldozent wurde. 1948 trat er in die damalige VÖEST ein. Hauttmann erhielt zahlreiche Auszeichnungen. Am 19. September 1982 starb Hauttmann in Linz.¹³³



Herbert TRENKLER

Herbert Trenkler wurde am 28. Dezember 1907 in Königsdorf in Böhmen (heute Tschechische Republik) geboren und studierte Physik an der TU München (2 Semester) und Metallurgie an der Montanistischen Hochschule Leoben. Er promovierte 1933. Danach war er bis 1940 Stahlwerksassistent an der Gutehoffnungshütte in Oberhausen, Stahlwerkschef in Hagedingen (Hagondange in Lothringen) von 1940–1944 und von 1944–1945 bei den Reichswerken in Salzgitter-Watenstedt. Ab 1946 war er Stahlwerkschef bei der VÖEST AG in Linz und ab 1948 Hüttendirektor. Trenkler wurde 1958 an der Montanistischen Hochschule in Leoben berufen (Professor für Eisenhüttenkunde und Vorstand des Eisenhütteninstituts). Von 1962–1964 war er Rektor. 1972 wurde Trenkler korrespondierendes Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. 1977 erfolgte die Emeritierung. Zahlreiche Auszeichnungen. Am 20. Juni 1992 starb Trenkler in Leoben.¹³⁴



Rudolf RINESCH

Rudolf Rinesch wurde am 15. Juni 1911 in Bismarckhütte, Oberschlesien geboren. Nach der Matura 1930 in Knittelfel studierte Rinesch an der Montanistischen Hochschule Leoben (Hüttenwesen). Vom 1. Mai 1938 bis 1. Juni 1941 war er Stahlwerksassistent bei der Firma Steirische Gussstahlwerke Judenburg. Danach war er Stahlwerksbetriebsleiter 1. Klasse im Edelstahlwerk Kladno (damals Protektorat Böhmen und Mähren). Nach dem Zweiten Weltkrieg Ausweisung der Deutschen aus der damaligen ČSR. Rinesch arbeitete vom 8. April 1947 bis 12. September 1947 bei der Köflacher Eisenbahn und Bergbau (Füller). 1948 wurde Rinesch als Schmelzer im Stahlwerk der VÖEST eingestellt und ab 1949 als Versuchsingenieur im Stahlwerk beschäftigt. Der Bewerber musste „besondere Kenntnisse in metallurgischen- und betriebsorganisatorischen Fragen des Stahlwerks haben“. Diese Position wurde mit der „Erweiterung des Stahlwerks und die dafür durchzuführenden Entwicklungsarbeiten“ begründet. 1954 promovierte er an der Montanistischen Hochschule in Leoben über das LD-Verfahren. Bestellung zum Betriebsdirektor des Stahlwerks und am 1. Mai 1958 zum Hüttendirektor. Rudolf Rinesch starb völlig unerwartet am 4. November 1976.¹³⁵



Fritz KLEPP

Fritz Klepp wurde am 12. April 1909 in Leitendorf bei Leoben geboren. Er studierte an der Montanistischen Hochschule Leoben (Hüttenwesen). Bis Ende Dezember 1935 war er in der Zellulosefabrik in Hinterberg bei Leoben tätig. Danach war Klepp bis Ende Dezember 1940 Betriebsassistent/Betriebsingenieur im Stahlwerk der Österreichisch-Alpine Montangesellschaft bzw. der Alpine Montan AG Hermann Göring am Standort Donawitz. Klepp schied „über eigenes Ersuchen“ aus dem Unternehmen aus. Am 1. Jänner 1941 wurde er bei den Klöckner-Werke AG, Düsseldorf, als Stahlwerksassistent eingestellt. Am 1. November 1941 wurde ihm die selbstständige Leitung des Siemens-Martin-Stahlwerks übertragen – er schied dort auf eigenen Wunsch aus. Ab 1. April 1943 war er Stahlwerksassistent im Stahlwerk Linz, vom 1. April 1945 bis 30. April 1955 Stahlwerksassistent und Stahlwerkschef, ab 1. Mai 1955 Werksdirektor des Werkes Liezen und von 1. Juli 1968 technischer Sachverständiger der VÖEST bei der BOT (deren Übernahme in die fusionierte VÖEST-ALPINE AG mit 1. Jänner 1973 erfolgte). Am 1. Juli 1974 trat Fritz Klepp in den dauernden Ruhestand. Er starb 1992.¹³⁶

Anmerkungen

- 1 André Pfoertner, VOEST, Flaggschiff der verstaatlichten Industrie. In: Emil Brix/Ernst Bruckmüller/Hannes Stekl (Hgg.), *Memoria Austriae III, Unternehmen, Firmen, Produkte* (Wien 2005), 261–309, hier 274.
- 2 Michaela C. Schober, Von der Österreichisch-Alpine Montangesellschaft und den Vereinigten Österreichischen Eisen- und Stahlwerken zur heutigen voestalpine (1881–2011). In: *1300 Jahre Erzabbau am Steirischen Erzberg, 712–2012. Der Steirische Erzberg – Seine wirtschaftliche, soziale und kulturelle Bedeutung, Sonderband der Schriftenreihe res montanarum* (Leoben 2012), 83–94, hier 86.
- 3 Oliver Rathkolb, Mythos VÖEST. In: Fritz Mayrhofer/Walter Schuster (Hgg.), *Linz im 20. Jahrhundert. Beiträge 2* (Historisches Jahrbuch der Stadt Linz 2007/2008/2009) (Linz 2010), 885–926, hier 901.
- 4 Helmut Fiereder, Der Weg zu LD und Breitband. Die Hütte Linz im Kontext der österreichischen Eisen- und Stahlplanung nach dem Zweiten Weltkrieg. In: *Historisches Jahrbuch der Stadt Linz 1991* (Linz 1992), 261–309, hier 294.
- 5 Vgl. Norbert Regitnig-Tillian/Walter Heini, Eine Innovation wird 50. In: *MM 03/2002* (Konzern), 13–21, hier 13.
- 6 Der Eisen- und Stahlplan wurde vom Ministerium für Vermögenssicherung und Wirtschaftsplanung und dem Ministerium für Handel und Wiederaufbau erstellt und „sollte das Wachstum der Eisen- und Stahlindustrie koordinieren und diente als Grundlage für die Vergabe von ERP-Mitteln“. [European Recovery Program (Marshallplan)]. Rosemarie Stein-Versen, *Tagungsbericht – 40 Jahre LD-Verfahren*. In: *Stahl u. Eisen 112* (1992) Nr. 9 (14. September 1992), 73–79, hier 74.
- 7 Fiereder (wie Anm. 4), 282.
- 8 voestalpine AG, Konzernkommunikation, Dokumentationszentrum (weiter Dokumentationszentrum), Bestand 10, Herbert Koller, Die Bedeutung des LD-Verfahrens für die österreichische Eisen- und Stahlindustrie (den VÖEST-ALPINE Konzern). 8. Internationaler LD Arbeitstagung v. 28.–29. Juni 1977 in Linz, Österreich (geheftetes, gebundenes maschinengeschriebenes Manuskript) (Linz 1977), 6.
- 9 Diese Produktionsmenge entsprach den Vorstellungen der Alliierten Kommission in Paris. Koller (wie Anm. 8), 6–7.
- 10 Sechs Hochöfen, wovon einer 1948 nach Schweden verkauft wurde.
- 11 Fiereder (wie Anm. 4), 295.
- 12 Koller (wie Anm. 8), 8. In Linz waren damals zwei Siemens-Martin-Öfen und vier Lichtbogenöfen vorhanden. Herbert Schaden, *Planung und Errichtung des LD-Stahlwerkes*. In: *Ein Jahr LD-Stahl VÖEST – 1953* (Linz 1954), 37–47, hier 37.
- 13 Vgl. Hans Seidel, *Österreichs Wirtschaft und Wirtschaftspolitik nach dem Zweiten Weltkrieg* (Wien 2005), 326.
- 14 Vgl. voestalpine Stahl GmbH (Hg.), Georg Grimm (Text), *Fotobuch 100.000.000 Tonnen LD 3* (Linz, Juni 2010).
- 15 Gerhard Glöckler, *Ein Hüttenwerk an der Donau. Von den Gründungsmotiven der Reichswerke „Hermann Göring“ bis zum LD-Stahl der „Vereinigten Österreichischen Eisen- und Stahlwerke AG“*. Dipl.-Arb. Salzburg 1999, 95.
- 16 Roman Sandgruber, *Das LD-Verfahren erobert die Welt*. In: *Oberösterreichische Nachrichten* (Wir Oberöreicher), 26. März 2008.
- 17 Die erste große Sauerstoffanlage baute Linde 1930 in Hannover und seit 1932 in großem Stil. Hans-Liudger Diemel, *Die Linde AG. Geschichte eines Technologie-Konzerns 1879–2004* (München 2004), 115 und 125f.
- 18 voestalpine Bahnsysteme GmbH (Hg.), *Werk Donawitz – Entwicklung und Umfeld. 50 Jahre LD-Verfahren. Federführung bei der Herausgabe: Montanhistorischer Verein für Österreich. Eigenverlag des Herausgebers* (Donawitz 2002), 243–244.
- 19 Dokumentationszentrum, Bestand 26, *Berichte Dr. Hauttmann, Hefter C1/1, Berichte Dr. Hauttmann* (Deutsch), Interview Hauttmann 1960 (handschriftlicher Vermerk Seite 1, rechts oben, schlecht lesbar), maschinengeschriebenes Manuskript (ohne Jahr), 5.
- 20 E. Hohegger/Karl Kafka, *Patentsituation auf dem Gebiete des LD-Verfahrens*. In: *Ein Jahr LD-Sauerstoff-Frischverfahren* (Linz 1954), 54–56, hier 54.
- 21 voestalpine Bahnsysteme GmbH (wie Anm. 18), 246.
- 22 Ebd.
- 23 Sandgruber (wie Anm. 16).
- 24 Glöckler (wie Anm. 15), 95.

- 25 Sandgruber (wie Anm. 16).
- 26 Wilfried Krieger, 50 Jahre LD-Prozess – 50 Jahre Innovation. Teil 1. In: Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM), 148. Jg. (2003), Heft 7, 247–253, hier 247.
- 27 voestalpine Bahnsysteme GmbH (wie Anm. 18), 249.
- 28 Glöckler (wie Anm. 15), 95.
- 29 Glöckler (wie Anm. 15), 96, und Herbert Trenkler, Die vierjährige Bewährung des LD-Prozesses/Four Years of successful LD-Operation. Vortrag am 16. Oktober 1956 in São Paulo anlässlich der Lateinamerikanischen Metallurgentagung, herausgegeben von der Vereinigten Österreichischen Eisen- und Stahlwerke AG (2. Auflage, Linz 1957), 25.
- 30 Krieger (wie Anm. 26), 248 FeO-Bildung/Eisenoxidbildung, P/Phosphor, S/Schwefel.
- 31 voestalpine Bahnsysteme GmbH (wie Anm. 18), 250 und 253.
- 32 Ebd., 253.
- 33 Ebd., 254.
- 34 Ebd., 251.
- 35 Dokumentationszentrum, Bestand 26, LD-Stahl 15-Tonnen-Konverter, Schmelzberichte 15-Tonnen-Konverter.
- 36 Ebd.
- 37 Die Vereinigte Österreichische Eisen- und Stahlwerke AG (VÖEST) und die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft (ÖAMG) wurden 1973 zur Vereinigte Österreichische Eisen- und Stahlwerke – Alpine Montan AG (VÖEST-ALPINE AG) fusioniert.
- 38 Koller (wie anm. 8), 9–10.
- 39 Das erste LD-Stahlwerk wurde an das damals bestehende Siemens-Martin-Werk angebaut. Schaden (wie Anm. 12), 37. Das Gebäude für die notwendige Industriesauerstoffanlage wurde rund 500 m entfernt errichtet, da es aus verkehrstechnischen Gründen keinen näher am Stahlwerk gelegenen Platz gab. 1954 wurde das Gebäude erweitert, ebenso 1956. Vgl. Schaden (wie Anm. 12), 40 und 46, sowie Schaden, Erweiterung des LD-Stahlwerkes. Sonderdruck aus drei Jahre LD-Stahl VÖEST 1953–1956 (Linz 1956), 13.
- 40 Koller (wie Anm. 8), 10.
- 41 Abbildung aus:Trenkler (wie Anm. 29),16.
- 42 Dokumentationszentrum, Bestand Monatsberichte, Hefter Jahresbericht 1951, Forschung und Qualitätskontrolle, 1–2.
- 43 Helmut P. Weitzer/Hubert Hauttmann, LD-Stahl für den Schiffbau. In: HANSA – Schifffahrt, Schiffbau – Hafen, 93. Jg. (1956), 1006–1011, hier 1006.
- 44 voestalpine Bahnsysteme GmbH (wie Anm. 18), 251.
- 45 Ebd.
- 46 Dokumentationszentrum, 50 Jahre LD, keine Seitenangabe, Abschnitt „Chronik einer Innovation 1953–1954“.
- 47 Das „SK-Stahlwerk mit Sauerstoffanlage“ hatte „2 Konverter zum Erblasen von Stahl mit reinem Sauerstoff, welcher von einer Sauerstoffanlage mit 2.000 Nm³ (Normkubikmeter) stündlicher Leistung geliefert wird. Die monatliche Erzeugung beträgt ca. 22.000 t beim Betrieb jeweils eines Konverters.“ Dokumentationszentrum, Technische Erläuterungen über das Hüttenwerk Donawitz und den steirischen Erzberg (ohne Jahr, 1950er-Jahre), 3.
- 48 Hubert Hauttmann, Die Eigenschaften der LD-Stähle. In: Ein Jahr LD-Sauerstoff-Frischverfahren (Linz 1954) 17–35, hier 17.
- 49 Rathkolb (wie Anm. 3), 903.
- 50 Vereinigte Österreichische Eisen- und Stahlwerke, Linz-Donau (Hg.), VÖEST (Linz ohne Jahr, 1950er-Jahre), Stahlwerke, ohne Seitenangaben.
- 51 Abbildung und Bildbeschreibung aus: Hubert Hauttmann, Baustähle aus dem LD-Tiegel für den Stahlbau. In: Stahlbau Rundschau, 3. Jg., Heft 2/1957, 23–28, hier 25.
- 52 Sandgruber (wie Anm. 16).
- 53 Hubert Trenkler, Die metallurgischen Grundlagen des Stahlfrischens mit reinem Sauerstoff nach dem Aufblaseverfahren. In: Ein Jahr LD-Stahl VÖEST – 1953, 11–16, hier 11.
- 54 Oskar Derrndorfer, Anmerkungen zur Geschichte des LD-Verfahrens. In: EuroJournal Heft 3 (2002), 17.
- 55 Sandgruber (wie Anm. 16).
- 56 H. Presslinger/Peter Reisinger, Hochreine Massenstähle – eine Herausforderung an die metallurgischen Anlagen und an die Feuerfesttechnik, 5.
- 57 Oliver Rathkolb (wie Anm. 3), 903, Anm. 55.
- 58 Presslinger/Reisinger (wie Anm. 56).

- 59 voestalpine Bahnsysteme GmbH (wie Anm. 18), 263.
- 60 Vgl. ebd. und Sandgruber (wie Anm. 16).
- 61 Schaden (wie Anm. 39), 6–7.
- 62 Wolf-Rüdiger Streck, Die eisenschaffende Industrie Österreichs. Untersuchungen über Grundlagen, Entwicklung und Probleme. Inaugural-Diss. Ludwig Maximilians Universität München (München 1962), 108.
- 63 Rathkolb (wie Anm. 3), hier 900.
- 64 Gregor Wimmer, Bau der Warmbreitbandstraße in der VÖEST, Diplomarbeit (Linz 1998), 53–55 und 59–68.
- 65 European Cooperation Administration.
- 66 Wimmer (wie Anm. 64), 59–68.
- 67 Dokumentationszentrum, Bestand 26, Berichte Dr. Hauttmann, Hefter C1/1, Berichte Dr. Hauttmann (Deutsch), Helmut P. Weitzer/Hubert Hauttmann, LD-Stahl, maschinengeschriebenes Manuskript (1957), 1.
- 68 Grafik entnommen aus: Walter Hitzinger, Die Entwicklung der VÖEST zum großindustriellen Unternehmen. Vortrag anlässlich des Österreichischen Eisenhüttenfestes 1959 in Leoben. Hgg. von den Vereinigten Österreichischen Eisen- und Stahlwerken Linz-Donau (Linz 1959), 12.
- 69 Ebd., 5.
- 70 Berichte Hauttmann, Weitzer/Hauttmann (wie Anm. 67), 5.
- 71 Dokumentationszentrum, Bestand 26, blaue Mappe, Vogel-Verlag, Diverses; Forschung, Entwicklung und Qualitätswesen Bereich Linz EA-1/Assistenz, Wilfried Krieger betreffend „Lehrbuch: Fachkunde für Metallberufe Teil II – Kapitel über das LD-Verfahren –“, Linz, 12. Dezember 1974, Anlage 1, Seite 4.
- 72 Dokumentationszentrum, Bestand 26, LD-Stahl 15-Tonnen-Konverter, Berichte, „Organisationsplan und Aufgabengebiet der Stahlwerke (Kurze Darstellung)“, 17. Juli 1956, 1.
- 73 voestalpine Stahl GmbH, Grimm (wie Anm. 14).
- 74 Vgl. K. Primas/G. Pofel, Vom ersten LD-Stahlwerk der Welt zum heutigen LD-Stahlwerk 3 in Linz. In: BHM, 137. Jg. (1992), Heft 5, 179–186, hier 179–180.
- 75 voestalpine Stahl GmbH, Grimm (wie Anm. 14).
- 76 Vgl. Stein-Versen (wie Anm. 6), 75, und Krieger (wie Anm. 26), 249–250.
- 77 Vgl. Krieger (wie Anm. 26), 249.
- 78 Regitnig-Tillian/Heinl (wie Anm. 5), 18.
- 79 Dokumentationszentrum, Bestand 26 (wie Anm. 67).
- 80 Erwin Plöckinger, Die industrielle Forschung in der österreichischen Stahlindustrie. In: BHM 119. Jg., Heft 5 (1974), 189–192, hier 189.
- 81 Grafik aus voestalpine Stahl GmbH, Grimm (wie Anm. 14).
- 82 Die VÖEST 2/1958, 2.
- 83 Unsere Umwelt 1991, Unternehmensgruppe VOEST-ALPINE STAHL, 14.
- 84 Stein-Versen (wie Anm. 6), 74.
- 85 Hauttmann (wie Anm. 48), 24.
- 86 Die Firma Krupp errichtete den Siemens-Martin-Teil und Teile der Walzwerke. Andere namhafte deutsche Werke bauten die Kokerei, die Hochofenanlage und die Walzenstraßen. Hitzinger (wie Anm. 68), 6.
- 87 Pfoertner (wie Anm. 1), 279.
- 88 Stein-Versen (wie Anm. 6), 74.
- 89 Dokumentationszentrum, Bestand 26, 40 Jahre LD.
- 90 Ebd.
- 91 Dokumentationszentrum, Bestand 26, Veröffentlichungen und Schriftverkehr, LD- und SM-Baustähle, April 1957.
- 92 Hauttmann (wie Anm. 48), 19.
- 93 Regitnig-Tillian/Heinl (wie Anm. 5), 17.
- 94 Bis 1967 laufen noch drei weitere Hochseefrachtschiffe vom Stapel („Wienertor“, „Kremsertor“ und „Buntentor“).
- 95 Dokumentationszentrum, Bestand 26, Berichte Dr. Hauttmann, Hefter C1/1, Berichte Dr. Hauttmann (Deutsch), „Interview Probefahrt ‚Linzertor‘“, maschinengeschriebenes Manuskript (handschriftliche Anmerkung), 1959.
- 96 Dokumentationszentrum, Bestand 26, Berichte Dr. Hauttmann, Hefter C1/1, Berichte Dr. Hauttmann (Deutsch), R. Büttner/Hubert Hauttmann, Praktische Erfahrungen mit LD-Stahl beim Bau des Schiffes „Linzertor“, maschinengeschriebenes Manuskript (ohne Jahr, 1958/1959?).
- 97 Ebd.

- 98 Siehe Abschnitt „Patente“, „Patentstreit mit den USA“. In der nachfolgenden Auflistung aus dem Jahre 1959 fehlt dieses Unternehmen. McLouth weigerte sich, einen Lizenzvertrag abzuschließen, und ein Verfahren war deswegen anhängig.
- 99 Dokumentationszentrum, Bestand 27, LD-Geschichte, 2. Internationale LD-Tagung in Wien 1961, Eröffnungsrede des Präsidenten der Brassert Oxygen Technik AG, Generaldirektor Herbert Koller, 2–3.
- 100 Ebd., 3.
- 101 Herbert Trenkler, Ein Jahrzehnt LD-Verfahren. Ten Years LD-Process. Schriftenreihe des Bundeskanzleramtes, Verstaatlichte Unternehmungen (IV), Heft 2 (Wien 1960), 4.
- 102 Ebd.
- 103 „Die maximale Laufzeit von Patenten beträgt 20 Jahre vom Anmeldedatum. Die maximale Laufzeit dieser Schutzrechte war bis 1970 bzw. 1971.“ Mail-Auskunft von Peter Atzmüller, Leiter der Abteilung Patente-Normen-Literatur im Bereich Forschung und Entwicklung, vom 17. Jänner 2012.
- 104 voestalpine Stahl GmbH, Grimm (wie Anm. 14).
- 105 Kurt Wicht, Die Entwicklung des LD-Verfahrens und dessen Auswirkungen auf die Vereinigten Österreichische Eisen- und Stahlwerke AG von 1959 bis 1972. Diss. Hochschule für Welthandel (Wien 1975), 135–137.
- 106 Sandgruber (wie Anm. 16).
- 107 Wicht (wie Anm. 105), 135–137.
- 108 Sandgruber (wie Anm. 16).
- 109 voestalpine Stahl GmbH, Grimm (wie Anm. 14).
- 110 Dokumentationszentrum, Bestand 27, Veröffentlichungen der BOT.
- 111 Die Firma Hermann A. Brasserts hatte den Aufbau der Werksanlagen der ehemaligen Hermann Göring-Werke am Standort Linz bis Kriegsbeginn 1939 durchgeführt.
- 112 Vgl. Eduard Michaelis, Geschichtliche Entwicklung und weltweite Einführung des LD-Verfahrens. In: BHM, 137. Jg. (1992), Heft 5, 162–169, hier 166, und voestalpine Bahnsysteme (wie Anm. 18), 262.
- 113 Michaelis (wie Anm. 112), 167, und Wicht (wie Anm. 105), 142.
- 114 Wicht (wie Anm. 105), hier 142, Fußnote 281.
- 115 Dokumentationszentrum (wie Anm. 99), 3.
- 116 Dokumentationszentrum, Bestand 27, BOT, USA, Kaiser – Sublizenzen und Allgemeines, Text ohne Titel („Die BOT Brassert Oxygen Technik AG, Zürich, besitzt ...“), 1.
- 117 Ebd., 2.
- 118 Krieger (wie Anm. 26), 248.
- 119 Hermann Rafetseder, Von der „Verstaatlichung“ zur „Entstaatlichung“ am Beispiel der Linzer Industrie. In: Fritz Mayrhofer/Walter Schuster (Hgg.), Linz im 20. Jahrhundert. Beiträge 2 (Historisches Jahrbuch der Stadt Linz 2007/2008/2009) (Linz 2010), 927–1008, hier 989, Anm. 263.
- 120 Michaelis (wie Anm. 112), 167.
- 121 Bestand 27 (wie Anm. 116), 2.
- 122 Eduard Michaelis, Eröffnungsrede zur 8. Internationalen LD-Arbeitstagung – „25 Jahre LD“, 28. bis 29. Juni 1977 Linz, Österreich, 3–4.
- 123 Dokumentationszentrum, Bestand 27, Literatur – LD-Stahl, W. G. PATTON, U.S. Company reports on Oxygen Steel Process. In: The Iron Age, 31. März 1955, 79–80, hier 80.
- 124 BOT, Geschäftsberichte 1959–1961.
- 125 BOT, Geschäftsbericht 1975.
- 126 Ebd.
- 127 Vgl. Michaelis (wie Anm. 112), 167–168, und auch BOT, Geschäftsberichte 1959–1975.
- 128 Dokumentationszentrum, Bestand 27, McLouth-Prozess, Reisekosten.
- 129 Dokumentationszentrum, Bestand 27, McLouth-Prozess, Versuchskosten.
- 130 Kurt Tweraser, US-Militärregierung Oberösterreich 1945–1950, Band 2. Amerikanische Industriepolitik in Oberösterreich am Beispiel VOEST und Steyr-Daimler-Puch. Herausgegeben vom Oberösterreichischen Landesarchiv (Linz 2009), 495.
- 131 voestalpine.
- 132 Vgl. VÖEST 1/1961; Stein-Versen (wie Anm. 6), 74 und Michaelis (wie Anm. 112), 162 f.
- 133 http://www.linz.at/archiv/bestand/archiv_uebersicht_details.asp?b_id=36;65;486.
- 134 Vgl. <http://www.metallurgy.ac.at/en/index.php?menu=history&sub=trenkler>; o. Professor Dipl.-Ing. Dr. mont. Herbert Trenkler – 65 Jahre. In: BHM, 118. Jg. (1973), Heft 1, 32 (Hochschul- und Personalnachricht), und http://www.de.wikipedia.org/wiki/Herbert_Trenkler.
- 135 Dokumentationszentrum, Kopie aus dem Alten Archiv, voestalpine Personalberatung GmbH, Altes Archiv, Personalakte Rudolf Rinesch.
- 136 Dokumentationszentrum, Kopie voestalpine AG, Personalakte Fritz Klepp.

Quellenverzeichnis

voestalpine AG, Konzernkommunikation, Dokumentationszentrum

Ungedruckte Quellen

Bestand 10

Forschung

Bestand 26

Berichte Dr. Hauttmann

20 Jahre LD-Verfahren Prof. Trenkler

40 Jahre LD

Veröffentlichungen und Schriftverkehr

LD-Stahl – 15-Tonnen-Konverter, Berichte

Blaue Mappe – Vogel-Verlag

Bestand 27

BOT – USA, Kaiser – Sublizenzen und Allgemeines

BOT – Geschäftsberichte 1959–1975

BOT – LD-Geschichte

Veröffentlichungen der BOT

McLouth-Prozess

Bestand Personalakten

Gedruckte Quellen

Bestand 27

Literatur – LD-Stahl

Internet

http://www.linz.at/archiv/bestand/archiv_uebersicht_details.asp?b_id=36;65;486

<http://www.metallurgy.ac.at/en/index-php?menu=history&sub=trenkler>

http://www.de.wikipedia.org/wiki/Herbert_Trenkler

Literaturverzeichnis

Berg- und Hüttenmännische Monatshefte (BHM), 118. Jg. (1973), Heft 1, 32 (Hochschul- und Personalnachricht): o. Professor Dipl.-Ing. Dr. mont. Herbert Trenkler – 65 Jahre.

Oskar Derndorfer, Anmerkungen zur Geschichte des LD-Verfahrens. In: EuroJournal Heft 3 (2002), 17.

Hans-Liudger Dienel, Die Linde AG. Geschichte eines Technologie-Konzerns 1879–2004 (München 2004).

Helmut Fiereder, Der Weg zu LD und Breitband. Die Hütte Linz im Kontext der österreichischen Eisen- und Stahlplanung nach dem Zweiten Weltkrieg. In: Historisches Jahrbuch der Stadt Linz 1991 (Linz 1992), 261–309.

Gerhard Glöckler, Ein Hüttenwerk an der Donau. Von den Gründungsmotiven der Reichswerke „Hermann Göring“ bis zum LD-Stahl der „Vereinigten Österreichischen Eisen- und Stahlwerke AG“. Dipl.-Arb. Salzburg 1999.

Walter Hitzinger, Die Entwicklung der VÖEST zum großindustriellen Unternehmen. Vortrag anlässlich des Österreichischen Eisenhüttenfestes 1959 in Leoben. Hgg. von den Vereinigten Österreichischen Eisen- und Stahlwerken Linz-Donau (Linz 1959).

Hubert Hauttmann, Baustähle aus dem LD-Tiegel für den Stahlbau. In: Stahlbau Rundschau, 3. Jg., Heft 2/1957, 23–28.

Hubert Hauttmann, Die Eigenschaften der LD-Stähle. In: Ein Jahr LD-Sauerstoff-Frischverfahren (Linz 1954), 17–35.

E. Hohegger/Karl Kafka, Patentsituation auf dem Gebiete des LD-Verfahrens. In: Ein Jahr LD-Sauerstoff-Frischverfahren (Linz 1954), 54–56.

Wilfried Krieger, 50 Jahre LD-Prozess – 50 Jahre Innovation (Teil 1). In: BHM, 148. Jg. (2003), Heft 7, 247–253.

Eduard Michaelis, Eröffnungsrede zur 8. Internationalen LD-Arbeitstagung – „25 Jahre LD“, 28. bis 29. Juni 1977 Linz, Österreich, 3–4.

Eduard Michaelis, Geschichtliche Entwicklung und weltweite Einführung des LD-Verfahrens. In: BHM, 137. Jg. (1992), Heft 5, 162–169.

André Pfoertner, VOEST. Flaggschiff der verstaatlichten Industrie. In: Emil Brix/Ernst Bruckmüller/Hannes Stekl (Hgg.), Memoria Austriae III. Unternehmen, Firmen, Produkte (Wien 2005), 261–309.

Erwin Plöckinger, Die industrielle Forschung in der österreichischen Stahlindustrie. In: BHM 119. Jg., Heft 5 (1974), 189–192.

H. Presslinger/Peter Reisinger, Hochreine Massenstähle – eine Herausforderung an die metallurgischen Anlagen und an die Feuerfesttechnik, 5.

K. Primas/G. Poferl, Vom ersten LD-Stahlwerk der Welt zum heutigen LD-Stahlwerk 3 in Linz. In: BHM, 137. Jg. (1992), Heft 5, 179–186.

Hermann Rafetseder, von der „Verstaatlichung“ zur „Entstaatlichung“ am Beispiel der Linzer Industrie. In: Fritz Mayrhofer/Walter Schuster (Hgg.), Linz im 20. Jahrhundert. Beiträge 2 (Historisches Jahrbuch der Stadt Linz 2007/2008/2009) (Linz 2010), 927–1.008.

Oliver Rathkolb, Mythos VÖEST: In: Fritz Mayrhofer/Walter Schuster (Hgg.), Linz im 20. Jahrhundert. Beiträge 2 (Historisches Jahrbuch der Stadt Linz 2007/2008/2009) (Linz 2010), 885–926.

Norbert Regitnig-Tillian/Walter Heigl, Eine Innovation wird 50. In: MM 03/2002 (Konzern), 13–21.

Roman Sandgruber, Das LD-Verfahren erobert die Welt. In: Oberösterreichische Nachrichten (Wir Oberösterreicher), 26. März 2008.

Herbert Schaden, Planung und Errichtung des LD-Stahlwerkes. In: Ein Jahr LD-Stahl VÖEST – 1953 (Linz 1954), 37–47.

Herbert Schaden, Erweiterung des LD-Stahlwerkes. Sonderdruck aus drei Jahre LD-Stahl VÖEST 1953–1956 (Linz 1956).

Michaela C. Schober, Von der Österreichisch-Alpine Montangesellschaft und den Vereinigten Österreichischen Eisen- und Stahlwerken zur heutigen voestalpine (1881–2011). In: 1300 Jahre Erzabbau am Steirischen Erzberg 712–2012. Der Steirische Erzberg – Seine wirtschaftliche, soziale und kulturelle Bedeutung, Sonderband der Schriftenreihe res montanarum (Leoben 2012), 83–94.

Hans Seidel, Österreichs Wirtschaft und Wirtschaftspolitik nach dem Zweiten Weltkrieg (Wien 2005).

Rosemarie Stein-Versen, Tagungsbericht – 40 Jahre LD-Verfahren. In: Stahl und Eisen 112 (1992), Nr. 9 (14. September 1992), 73–79.

Wolf-Rüdiger Streck, Die eisenschaffende Industrie Österreichs. Untersuchungen über Grundlagen, Entwicklung und Probleme. Inaugural-Diss. Ludwig Maximilians Universität München (München 1962).

Hubert Trenkler, Die metallurgischen Grundlagen des Stahlfrischens mit reinem Sauerstoff nach dem Aufblaseverfahren. In: Ein Jahr LD-Stahl VÖEST – 1953, 11–16.

Herbert Trenkler, Die vierjährige Bewährung des LD-Prozesses/Four years of successful LD-Operation. Vortrag am 16. Oktober 1956 in São Paulo anlässlich der Lateinamerikanischen Metallurgentagung, herausgegeben von der Österreichischen Eisen- und Stahlwerke AG (2. Auflage, Linz 1957).

Herbert Trenkler, Ein Jahrzehnt LD-Verfahren. Ten Years LD-Process. Schriftenreihe des Bundeskanzleramtes, Verstaatlichte Unternehmungen (IV), Heft 2 (Wien 1960).

Kurt Tweraser, US-Militärregierung Oberösterreich 1945–1950, Band 2. Amerikanische Industriepolitik in Oberösterreich am Beispiel VOEST und Steyr-Daimler-Puch. Herausgegeben vom Oberösterreichischen Landesarchiv (Linz 2009).

Vereinigte Österreichische Eisen- und Stahlwerke, Linz-Donau (Hg.), VÖEST (Linz o. J., 1950er-Jahre).

voestalpine Bahnsysteme GmbH (Hg.), Werk Donawitz – Entwicklung und Umfeld. 50 Jahre LD-Verfahren. Federführung bei der Herausgabe: Montanhistorischer Verein für Österreich. Eigenverlag des Herausgebers (Donawitz 2002).

voestalpine Stahl GmbH (Hg.), Georg Grimm (Text), Fotobuch 100.000.000 Tonnen LD 3 (Linz, Juni 2010).

Helmut P. Weitzer/Hubert Hauttmann, LD-Stahl für den Schiffbau. In: HANSA – Schifffahrt, Schiffbau – Hafen, 93. Jg. (1956), 1.006–1.011.

Kurt Wicht, Die Entwicklung des LD-Verfahrens und dessen Auswirkungen auf die Vereinigte Österreichische Eisen- und Stahlwerke AG von 1959 bis 1972. Diss. Hochschule für Welt-handel (Wien 1957).

Gregor Wimmer, Bau der Warmbreitbandstraße in der VÖEST, Diplomarbeit (Linz 1998).

voestalpine AG
voestalpine-Straße 1
4020 Linz, Austria
T. +43/50304/15-0
F. +43/50304/55-DW
www.voestalpine.com

voestalpine
EINEN SCHRITT VORAUSS.