

**Zeitschrift:** Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG  
**Herausgeber:** Eisenbibliothek  
**Band:** 79 (2007)  
  
**Artikel:** Das Walzen nahtloser Stahlrohre nach Mannesmann, Ehrhardt und anderen  
**Autor:** Wessel, Horst A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-378428>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 04.05.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



## Das Walzen nahtloser Stahlrohre nach Mannesmann, Ehrhardt und anderen

### Prof. Dr. phil. Horst A. Wessel

Geboren 1943 in Bonn. Studium der Germanistik und Geschichte. Philologische Prüfung für das Lehramt an Gymnasien in den Fächern Geschichte und Deutsch, 1979 Promotion zum Dr. phil. an der Universität Bonn; 1995 Abschluss des Habilitationsverfahrens und Ernennung zum Privatdozenten, 2001 Ernennung zum apl. Professor der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. 1976–1983 Geschäftsführer der Gesellschaft für Unternehmensgeschichte (GUG). Seit 1983 Leiter des Mannesmann-Archivs und seit 1995 Priv.-Doz. bzw. Professor für Wirtschaftsgeschichte an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Zahlreiche Monografien zur Technik- und Unternehmensgeschichte sowie mehr als 150 Aufsätze und Beiträge.



Bild 1: Das deutsche Schrägwalzpatent wurde auf den Namen eines Vetters der Erfinder angemeldet.

**Der Beitrag behandelt die wichtigsten, teilweise vor mehr als 100 Jahren erfundenen und noch heute verwendeten Verfahren zur Herstellung nahtloser Stahlrohre. Der Schwerpunkt liegt auf der Erfindung und der technischen Entwicklung dieser Verfahren und ihrer Vorstufen: das Lochen nach Mannesmann, Stiefel und Ehrhardt, das Pilger-, Stopfen-, Assel- und Diescherwalzen, das Ziehen sowie das Kontiwalzen in der zweiten Fertigungsstufe. Berücksichtigung finden die Stärken und Schwächen der verschiedenen Verfahren und deren heutige Verwendung.**

**This article discusses the major processes used today to manufacture seamless steel pipes, some dating back 100 years or more. The focus lies on the invention and technical development of these processes as well as their preliminary stages: skew rolling by Mannesmann, Stiefel and Ehrhardt, the pilger, plug, Assel and Diescher rolling processes, drawing as well as conti rolling in the second production stage. The strengths and weaknesses of each of the various processes and their implementation today are paid particular consideration.**

«Vor Mannesmann hat noch niemand mittels des Schrägwalz-Verfahrens aus massiven Blöcken glatte oder profilierte Rohre mit oder ohne Dorn hergestellt bzw. mit einem einzigen Durchgang durch die Walzen auf einen beliebig geringen Querschnitt gebracht.» (Bild 1)

Durch diesen Urteilsspruch stellte das Reichsgericht<sup>1</sup> in unangreifbarer Weise die Patentfähigkeit des Schrägwalz-Verfahrens fest und erkannte ohne Abstriche die Priorität den Brüdern Reinhard und Max Mannesmann zu. (Bild 2)

Die Aufzeichnungen im Tagebuch von Max Mannesmann belegen, dass die Brüder spätestens im November 1882 davon überzeugt waren, mittels Schrägwalze nahtlose Rohre aus massiven Stahlblöcken allein durch Walzen herstellen zu können.<sup>2</sup> Anlass dazu dürften Fehler geboten haben, die beim Vormaterial für die Feilenfabrikation festgestellt wurden. Die massiven Stahlstäbe, deren Oberfläche auf dem Reeler, einer Glättwalze, poliert worden waren, zeigten manchmal Risse oder sogar Aufhöhungen.<sup>3</sup> Die Brüder Mannesmann stellten sich die Frage, ob durch die Bearbeitung mit dem Reeler diese Fehler hervorgerufen wurden. Sie liessen ein Walzwerk bauen, das wie der Reeler mit schräg zur Achse des Walzguts stehenden Walzen arbeitete. Aufgrund zuvor angestellter Überlegungen wurden systematisch intensive Versuche durchgeführt, die sich über viele Jahre hinzo- gen.<sup>4</sup> Es galt, nicht nur die optimale Schrägstellung und die richtige Umdrehungsgeschwindigkeit zu finden; auch die

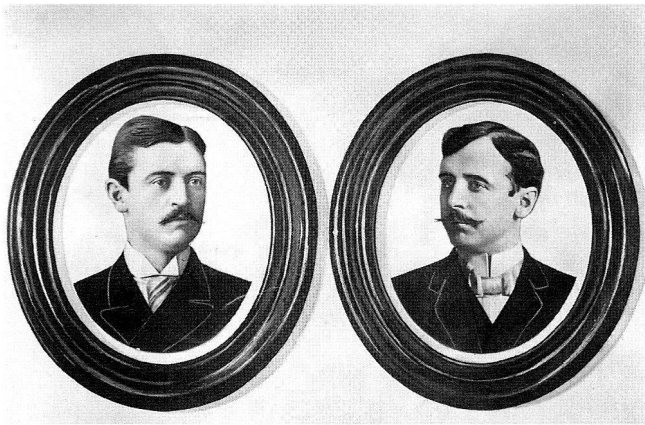


Bild 2: Die Erfinder des Schrägwalzverfahrens: Reinhard und Max Mannesmann.

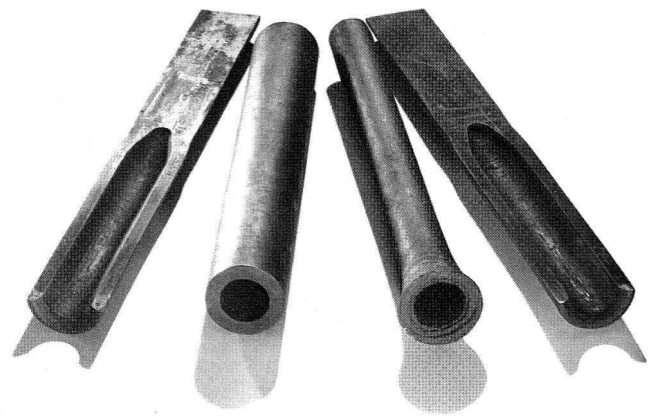


Bild 3: In der Nacht vom 21. auf den 22. August 1886 nahtlos gewalzte Stahlrohre (Deutsches Museum, München).

den Verformungsvorgang begünstigende Profilierung der Walzen, die Form und die Position der Dornstange sowie nicht zuletzt die richtige Walzhitze des Einsatzmaterials mussten bestimmt werden. In der Nacht vom 21. auf den 22. August 1886, vor genau 120 Jahren, ist es gelungen, auf der Versuchsschrägwalze aus einem massiven Stahlblock einen einwandfreien Hohlkörper herzustellen.<sup>5</sup> (Bild 3)

### Das Blocken oder Lochen

Alle nahtlosen Stahlrohre werden aus massiven, in Kokillen abgegossenen oder im Strang vergossenen Blöcken hergestellt. Diese werden in der ersten Stufe zu einem dickwandigen Hohlkörper verformt. Das geschieht nach dem von Mannesmann erfundenen Schrägwalz- oder nach dem von Heinrich Ehrhardt entwickelten Press-Verfahren.

### Das Schrägwalzen

Zunächst muss das Einsatzmaterial auf Walztemperatur gebracht werden. Die richtig gewählte Anwärmtemperatur ist die Voraussetzung für ein einwandfreies Walzerzeugnis. Daneben spielt die Anwärmzeit eine wesentliche Rolle; der Wärmeunterschied zwischen Oberfläche und Kern darf 30°C nicht überschreiten. Zu lange Anwärmzeiten und unnötiger Abbrand wirken sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit aus. Die Temperatur wird im Ofen langsam gesteigert, um Spannungsrisse zu vermeiden. Ofen und Walzanlage müssen aufeinander abgestimmt sein, damit es nicht zu Walzpausen kommt oder nur unzureichend bzw. zu stark oder zu lange erhitzte Blöcke verwalzt werden.<sup>6</sup>

Das wissen wir aufgrund einer mehr als 100-jährigen Praxis und vermögen es, mittels besserer Anlagen sowie Steuer- und Kontrollinstrumenten die optimalen Voraussetzungen zu schaffen. Die Erfinder waren gezwungen, sich derartige Erfahrungen erst anzueignen.

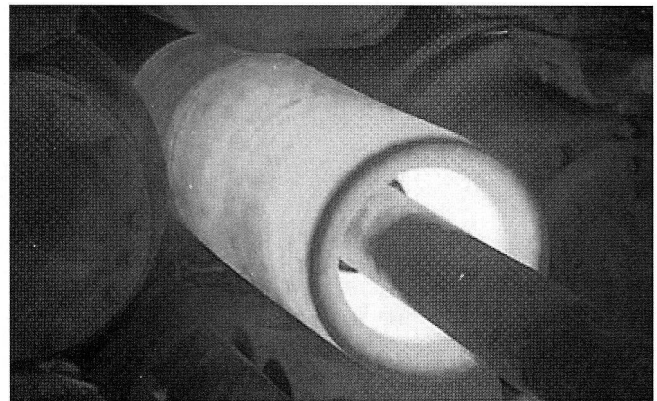


Bild 4: Der massive Stahlblock wird in der Schrägwalze zum dickwandigen Hohlkörper umgeformt.

Nach dem Anwärmen wird der Block entzündert und zentriert. Anschliessend gehen die Blöcke ins Schrägwalzwerk. (Bild 4) Dieses hat zwei etwas geneigt zueinander stehende kalibrierte Walzen, deren Achsen zur Werkstückachse geneigt sind. Eine dritte Walze oder ein Führungslinéal bewirkt, dass das Walzgut nicht nach oben ausweichen kann. Bei der Kalibrierung unterscheiden wir drei Abschnitte: erstens den Lochungskonus (mit einem allmählich sich verjüngenden Walzspalt; zweitens den Querwalzteil und drittens den Glättwalzteil. (Bild 5)

Die Schräglage der Walzen schafft die Voraussetzungen dafür, dass das Walzgut neben einer Drehung gleichzeitig eine fortschreitende Bewegung ausführt. Es durchläuft schraubenlinienförmig den sich verengenden Walzspalt des Lochungskonus, in dem es einem ständig wachsenden Walzdruck ausgesetzt wird. Die Berührung zwischen Blockoberfläche und den Walzen und damit die Verformung erfolgt entlang des Lochungskonusses und damit nur auf einer langen,

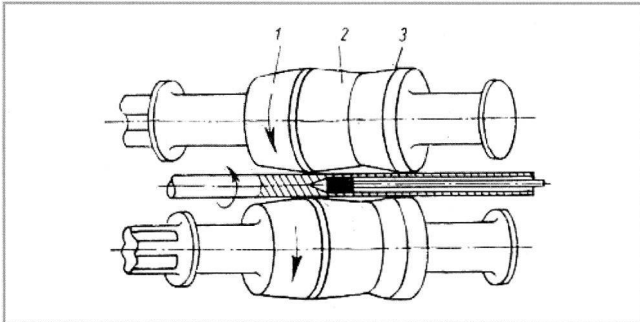


Bild 5: Schematische Darstellung der Arbeitsweise im Schrägwalzwerk (1: Lochungsteil; 2: Querwalzteil; 3: Glättteil).

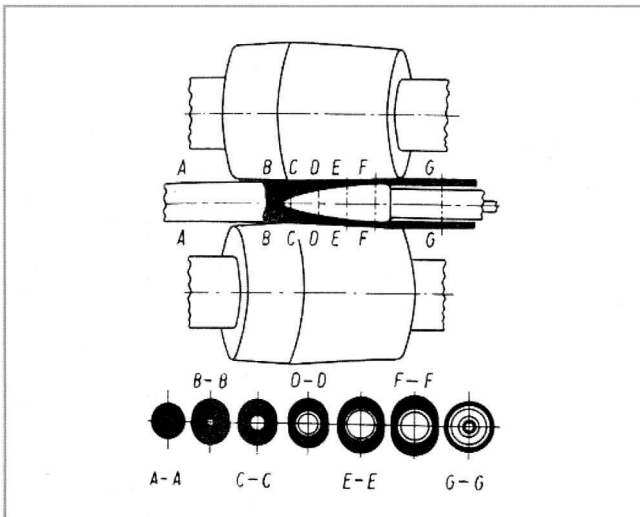


Bild 6: Die Lochbildung während des Schrägwalzens.

schmalen, gekrümmten Arbeitsfläche. Während sich die Walzen im Uhrzeigersinn drehen, bewegt sich das Walzgut in entgegengesetzter Richtung. Dadurch wird es axial gestreckt. Gleichzeitig drücken es die beiden Walzen oval. Durch die wechselnde Druck- und Zugbeanspruchung reißt der Kern auf. Da die Walzen zueinander geneigt sind, liegt eine kontinuierliche Lochbildung vor. Durch Einsetzen eines Dorns, der zwischen den Walzen entgegen der Vorschubrichtung des zu walzenden Rohres angeordnet ist, wird die Lochbildung unterstützt, sodass ein dickwandiger Hohlkörper, eine Rohrlupe, entsteht. Etwa 80 % der axialen Streckung des Walzguts erfolgt in diesem ersten Abschnitt des Walzens. (Bild 6)

Im zweiten Walzabschnitt, dem Querwalzteil, wirkt der Dorn als Innenwalze: Zwischen Dorn und Walzen beginnt ein Walzvorgang quer zur Fortbewegungsrichtung des entstehenden Hohlkörpers. Da zwischen den beiden Walzen das Kaliber Freiraum lässt, hebt sich die Innenwand ausserhalb der Druckstelle. Eine Verformung ist hier also nur zwischen

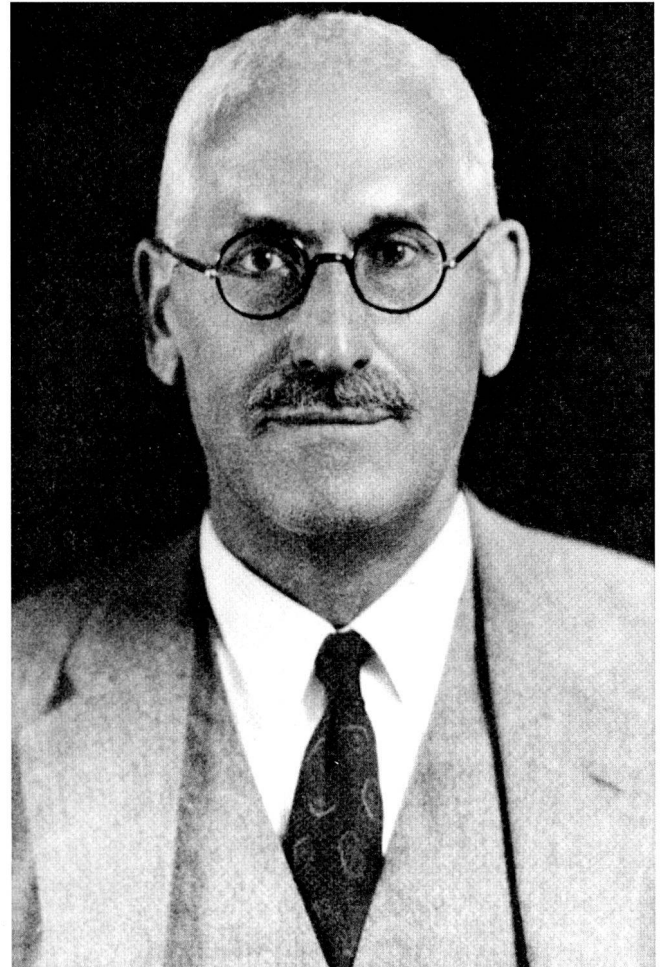


Bild 7: Karl (Charles) Stiefel.

Walzen und Dorn möglich; eine Streckung kann nur in geringem Masse, etwa im Umfang von 20 %, erfolgen. Ausserdem werden Innen- und Aussenwand geglättet, die Wanddicke weitgehend gleichmässig ausgebildet und der Hohlkörper gerundet. Im dritten und letzten Walzabschnitt, dem Glättwalzteil, sind die Walzen zylindrisch; sie setzen den Glättprozess fort. Inzwischen ist der Prozess so optimiert worden, dass Walzen und Dorn in einem Masse zusammenwirken, dass es vor der Dornspitze gar nicht erst zur Hohlraumbildung kommt. Zum Einsatz kommen Gussblöcke mit einem Gewicht von bis zu 5 t.

#### Scheiben- und Kegelwalzen nach Stiefel

Mit Scheiben und mit kegelförmigen Walzen hatten bereits die Brüder Mannesmann experimentiert.<sup>7</sup> Der Vorteil besteht darin, dass sich geblockte Rohre gut aufweiten lassen; deshalb sind bei den Mannesmannröhren-Werken, von einer Ausnahme abgesehen, alle Scheibenwalzwerke zum Aufweiten eingesetzt worden. Der ehemalige Mannes-



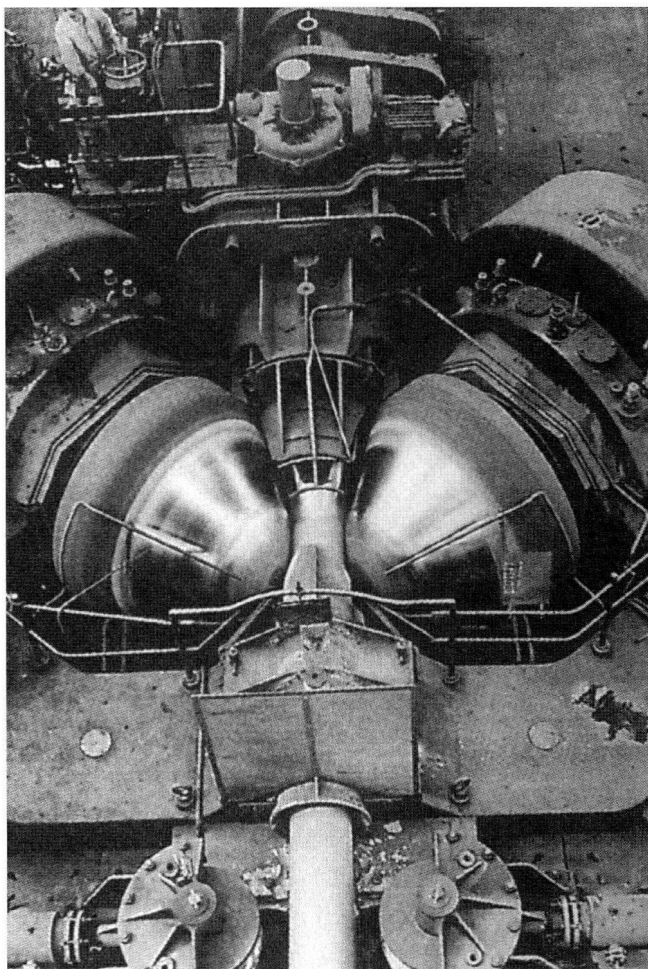


Bild 8: Aufweitewalzwerk.

mann-Mitarbeiter Karl Stiefel (Bild 7), der erst in Remscheid Konstruktionsaufgaben wahrgenommen und später in Landore als Cheftechniker gearbeitet hatte, hatte in Nordamerika ein Röhrenwerk gebaut. Sein Block- oder Lochapparat arbeitet nach dem Schrägwalz-Prinzip. Er nutzt Scheiben und Kegelwalzen. (Bild 8) Die Kaliber der Scheiben und Kegel haben – wie beim Mannesmann-Schrägwalzwerk – zwei Teile, nämlich Lochkonus und Querwalzteil. Deshalb ist auch die Verformung weitgehend gleich. Der Unterschied besteht in der geschlossenen Führung des Einsatzmaterials: Stiefel schliesst das Walzkaliber durch eng gestellte obere und untere Führungen. Auf diese Weise verwehrt er – im Unterschied zu Mannesmann – dem Walzgut in der zweiten Arbeitsebene die freie Ausdehnungsmöglichkeit senkrecht zur Walzgutachse; es wird gezwungen, sich axial zu strecken. Die Scheiben, die die grösstmögliche Arbeitsfläche bieten, ermöglichen die zur Überwindung des wesentlich höheren Reibungswiderstandes hohe axiale Durchzugskraft. Die Art der Verformung entspricht der, die beim Mannesmann-Ver-

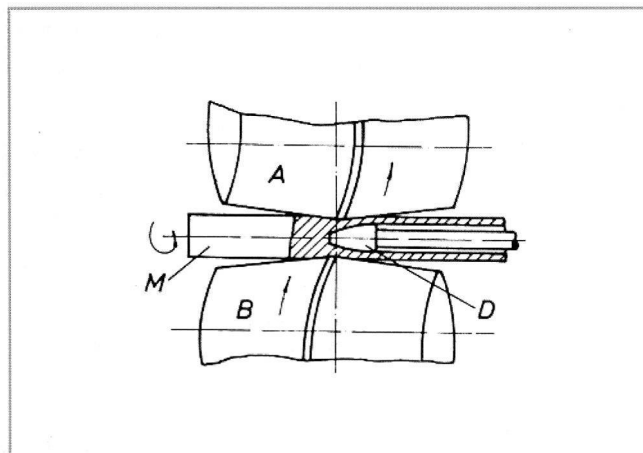


Bild 9: Schema des Schrägwalzwerks von K. Stiefel.

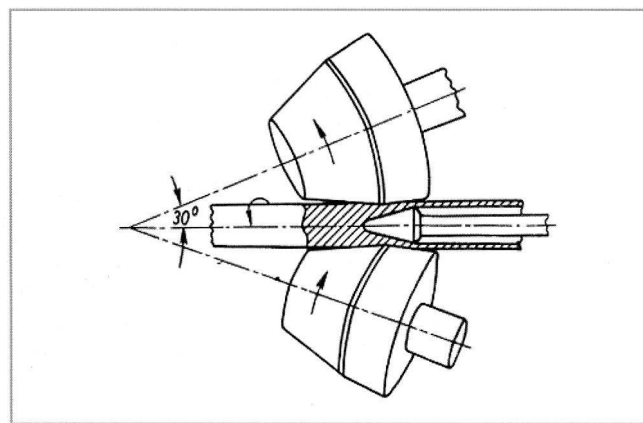


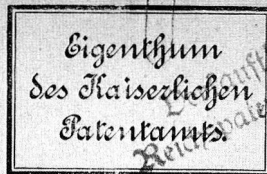
Bild 10: Verformung im Kegellochapparat nach Stiefel.

fahren erzielt wird. Allerdings ist die Streckung, besonders im Querwalzteil, grösser. (Bild 9)

Das zweite von Stiefel entwickelte Lochwalzwerk nutzt konische Walzen in der Form von Kegeln. Diese sind im Unterschied zu Mannesmann fliegend gelagert. Die Achsen der Walzen sind zu der des Walzgutes unter einem Winkel von  $30^\circ$  geneigt. Das Walzgut durchläuft die Walzen in Richtung der Winkelhalbierenden. Das Walzkaliber ist wie beim Stiefel'schen Scheibenwalzwerk geschlossen. Die Lochapparate stellten keine Ideallösung dar. Dagegen sind später die Mannesmann-Schrägwalzwerke nach Stiefel'schem Vorbild mit straffer oberer und unterer Führung und zur Erzielung der erforderlichen Durchzugskraft mit grossen Arbeitswalzen ausgerüstet worden. (Bild 10)

#### Das Lochpressen nach Ehrhardt

Wenige Jahre nach der Erfindung des Schrägwalzens gelang es Heinrich Ehrhardt, massive Stahlknüppel mit quadratischem Querschnitt im topfförmigen Gesenk (Matrize)



KAISERLICHES



PATENTAMT.

79 5/10

AUSGEGEBEN DEN 14. APRIL 1893.

## PATENTSCHRIFT

— № 67921 —

Kl.: 79

Gr.: 5/10

HEINRICH EHRHARDT IN DÜSSELDORF.

**Verfahren zum Lochen und gleichzeitigen Formgeben von Eisen- und Stahlblöcken in erhitztem Zustande.**

Patentirt im Deutschen Reiche vom 28. Januar 1891 ab.

Zur Herstellung eines schmiedeiserne Hohlcyinders nimmt man ein Stück Quadrateisen *a*, Fig. 2, dessen Querschnitt, diagonal gemessen, gleich dem Durchmesser des zu erzeugenden Hohlcyinders ist. Das Stück Quadrateisen wird im roth- oder weißwarmen Zustande in die Matrize *b*, Fig. 1 und 2, gebracht, deren Hohlform der Form des zu erzeugenden Hohlcyinders entspricht, und ein spitzer Dorn *c*, Fig. 1, mittelst eines Hammers oder einer Presse in dasselbe eingetrieben, wobei der Deckel *d*, Fig. 1, als Führung dient. Der Durchmesser des Dornes ist so gewählt, daß das durch ihn verdrängte Material die vier segmentförmigen Zwischenräume *e*, Fig. 2, ausfüllt; dabei ist berücksichtigt, daß eine gewisse geringe Stauchung des Werkstückes stattfindet. Dadurch, daß das vom Dorn verdrängte Material seitlich ausweichen kann, dringt der spitze Dorn sehr leicht in dasselbe ein. Der so hergestellte Hohlcyinder mit geschlossenem Boden ist in Fig. 3 und 4 dargestellt. Das Durchlochen desselben, sofern der Hohlcyinder nicht mit geschlossenem Boden Verwendung finden soll, findet mit einem stumpfen Dorn *f*, Fig. 3, in der gewöhnlichen Weise statt. Die nach dem beschriebenen Verfahren hergestellten Hohlcyinder können unter anderem dünnwandigen Röhren oder Ringen ausgezogen bezw. ausgewalzt werden.

Zur Herstellung eines prismatischen Hohlkörpers erhält die Matrize die entsprechende prismatische Hohlform und zur Verwendung gelangt ein Stück Rundeisen bezw. Stahl, dessen

Durchmesser gleich demjenigen des eingeschriebenen Kreises der Prismengrundfläche ist.

Im übrigen ist das Verfahren genau wie oben beschrieben. Das Werkstück wird von der Matrize centrirt und der vorhandene Spielraum durch das vom Dorn verdrängte Material ausgefüllt.

Bei Herstellung längerer Hohlkörper kann man nöthigenfalls von beiden Seiten einen spitzen Dorn eintreiben, wie in Fig. 5 angedeutet.

In gleicher Weise lassen sich auch Blöcke von unregelmäßigem Querschnitt lochen und gleichzeitig in eine bestimmte Form pressen. Bedingung ist nur, daß das Werkstück von der Matrize centrirt und ein entsprechender Spielraum für das vom Dorn verdrängte Material vorhanden ist.

In Fig. 6, 7, 8 und 9 ist beispielsweise der Dorn *g* von ovalem Querschnitt angenommen. Der Querschnitt des zu lochenden Werkstückes ist aus Fig. 7 und derjenige des gelochten Werkstückes aus Fig. 9 zu ersehen.

Um den ovalen Querschnitt zu einem runden, aus Fig. 10 punktirt ersichtlichem umzugestalten, kann man beispielsweise einen runden Dorn von entsprechend großem Querschnitt eintreiben.

Die Matrize besteht aus dem einen Theil *i*, welcher oben durch das Verbindungsstück *k* und unten durch die Platte *l* abgeschlossen wird. Der Deckel *k* dient gleichzeitig als Führung für den Dorn. Die Führung des letzteren kann übrigens auch bei Dampfhammern oder

Bild 11: Patenturkunde  
für das Pressverfahren  
von Heinrich Ehrhardt.

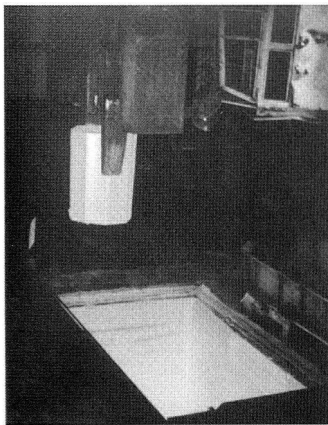


Bild 12: Ein auf Walztemperatur gebrachter massiver Stahlblock wird dem Tiefofen entnommen.

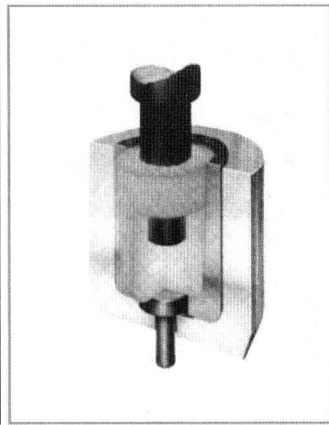


Bild 13a + b: Die Presse drückt den Lochdorn in den Stahlblock. Das Material wird an die Wand der Matrice gepresst und steigt danach in die Höhe.

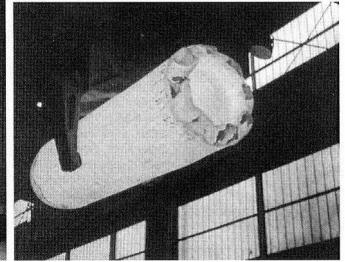
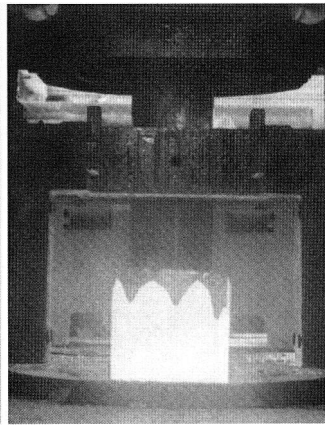


Bild 14: Der gelochte Block wird zur Ziehpresse transportiert.



Bild 15: Patent für das Pilgerschrittverfahren.

durch Eintreiben eines runden Stempels als Lochdorn zu blocken. (Bild 11) Bei diesem 1891 erfundenen «Verfahren zum Lochen und gleichzeitigen Formgeben von Eisen- und Stahlblöcken in erhitztem Zustande»<sup>8</sup> (Bild 12) wird ein

erhitzter, vierkantiger Block in eine wassergekühlte Matrice mit innen rundem Querschnitt eingesetzt. (Bild 13a + b) Der Lochdorn wird unter hydraulischem Druck durch den Block gepresst. Da dieser Block nur mit seinen Kanten die runde Form der Matrice berührt, wird beim Pressen die Matrice ausgefüllt und bildet einen völlig runden Querschnitt. Nach dem Lochen wird der Presskörper aus der Matrice ausgestossen und kann anschliessend wie eine Rohrluppe weiterverarbeitet werden.<sup>9</sup> (Bild 14)

Dieses Verfahren ist wesentlich einfacher als das Schrägwalzen nach Mannesmann, und zwar im Hinblick auf die dazu erforderlichen Apparate, das Einsatzmaterial und auch die Anforderungen an die Bedienungsmannschaft. Die Nachteile sind die sehr dicken Wandstärken und die relativ kurzen Rohrlängen.

## Das Fertigwalzen

### Das Pilgerwalzen

Die von der Schrägwalze kommenden dickwandigen Hohlkörper werden zu marktfähigen, d. h. dünnwandigen Rohren ausgewalzt. Das älteste Fertigwalzwerk für die auf dem Schrägwalzwerk gefertigten Rohrluppen ist das Pilgerwalzwerk – eine Erfindung von Max Mannesmann von 1891. (Bild 15) Dieses Verfahren, das man auch als Walzschmieden bezeichnen könnte, arbeitet mit Duowalzen, die je zwei unterschiedliche Kaliber aufweisen. Diese bilden je nach Stellung eine grosse bzw. eine kleine Rundung. Während die kleine zum Walzen bzw. Strecken genutzt wird, erlaubt die grosse ein Vorschieben und Drehen der Rohrluppe. Die Rohrluppe steckt auf einer Dornstange, die den Innendurchmesser des späteren Rohres vorgibt. Zunächst erfasst das enge Kalibermaul der Walzen den oberen Teil der Luppen-

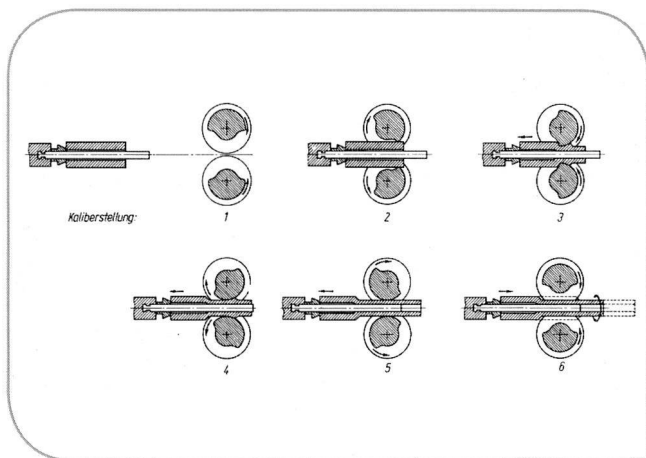


Bild 16: Schematische Darstellung des Pilgerwalzens.



Bild 17: Klimatisierte Warte im Pilgerwalzwerk.

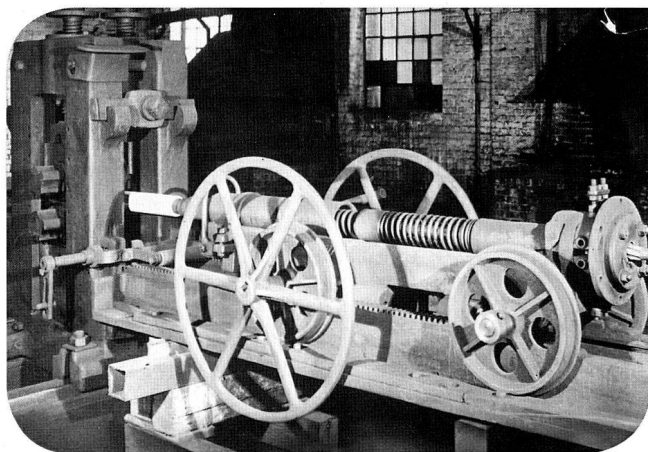


Bild 18: Mechanisch arbeitender Vorholer für das Pilgerwalzen.

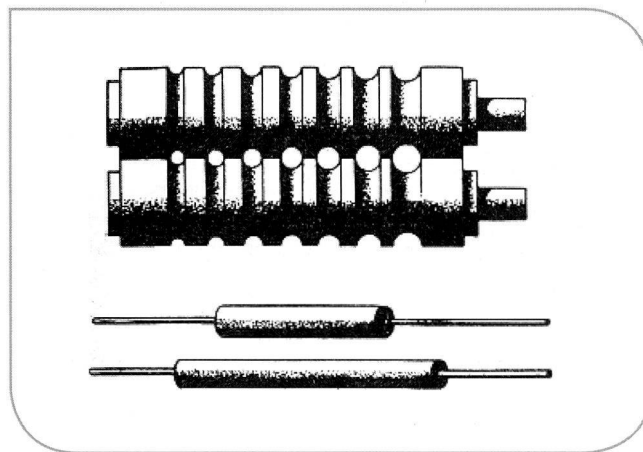


Bild 19: Röhrenwalzwerk (Schwedenstrasse), 1728.

wand, streckt und glättet diesen Teil. Wenn die Walzen das Werkstück freigegeben haben, wird es gedreht und vorge-schoben. Nun kann auch der übrige, noch dickwandige Teil fertiggewalzt werden. Danach beginnt der Vorgang von Neu-em, bis die gesamte Luppe zum Rohr umgeformt worden ist. Die eigenartige Vor- und Rückwärtsbewegung der Rohrluppe gab dem Walzverfahren – in Anlehnung an die Echternacher Springprozession – den Namen Pilgerschritt-Verfahren bzw. Pilgern.<sup>10</sup> [Bild 16]

Während das Schrägwalzen auch nach mehr als 120 Jahren das beste Walzverfahren zum Blocken von massivem Einsatzmaterial ist, ist das Pilgern inzwischen durch andere Verfahren ergänzt bzw. ersetzt worden. Allerdings ist der Abmessungsbereich dünnwandiger Rohre über 300 mm Aussendurchmesser auch heute noch konkurrenzlos dem Pilgern vorbehalten. [Bild 17] Im Röhrenwerk in Düsseldorf-Rath werden mit bis 711 mm äusserem Durchmesser die grössten Stahlrohre weltweit gewalzt – die kleinste Wandstärke beträgt 2,5 mm, die grösste Länge 35 m. Bereits Max

Mannesmann hat das mühsame Weiterschieben und Drehen von Hand durch einen mechanischen «Speiseapparat» (heute ein lufthydraulisch arbeitender Vorholer) ersetzt.<sup>11</sup> [Bild 18]

### Das Schwedenwalzen

Nach dem Auslaufen des Patentschutzes für das Schrägwalzen suchte man nach einer Umgehung des Pilgerschritt-Verfahrens. Eine früh angewandte Möglichkeit bot das Schwedenwalzen, um die auf der Schrägwalze oder in der Lochpresse von Ehrhardt hergestellten dickwandigen Hohlkörper zu marktfähigen Stahlrohren auszuwalzen. [Bild 19]

Das Walzgerüst hat nebeneinander angeordnete verschieden grosse Rundkaliber, die von jeweils zwei Duo-walzen gebildet werden. Der Walzprozess beginnt mit dem grössten Kaliber und dem kleinsten Stopfen. Beim zweiten Stich werden das zweitgrösste Kaliber und der zweitkleinste Stopfen benutzt. So werden von Kaliber zu Kaliber der Aussendurchmesser und die Wanddicke reduziert.

Ursprünglich arbeitete das Walzgerüst ohne Rückhol-



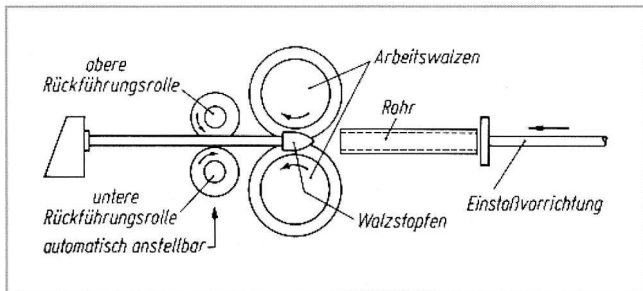


Bild 20: Stopfengerüst nach Stiefel.

walzen, und das Anstechen und das Überheben der Rohrluppe erfolgten von Hand. Das war umständlich und langwierig. Man brauchte bis zu 18 Stiche; das war unwirtschaftlich und ist so nicht mehr in Gebrauch. Ausserdem war wegen der Knickgefahr der Dornstangen die Rohrlänge auf etwa sechs Meter beschränkt. Verbesserte Konstruktionen arbeiten mit Rückholwalzen, automatischen Keilanstellungen und Dornbetten mit geschlossenen Führungen (nach Stiefel); dadurch wird der Walzvorgang beschleunigt, und die Rohrlänge kann verdoppelt werden. Ein Einstoßwagen führte zu einer Personalreduzierung. Gewalzt werden Rohre bis zu 160 mm Durchmesser. Zwar ist die Walzleistung nach wie vor relativ gering, aber auch kleinere Programme verschiedener Abmessung können auf ein und demselben Gerüst (ohne Umbau) gewalzt werden. D. h., man verfügt mit wenigen Blockgrößen über ein breites Walzprogramm, und die Materialbeanspruchung ist vergleichsweise gering. Meist sind es hochlegierte Stähle, die nach diesem Verfahren ausgewalzt werden.<sup>12</sup>

### Das Stopfenwalzen (Stiefel-Verfahren)

Das Stiefelgerüst ist aus dem Schwedengerüst entstanden. Karl Stiefel hat dieses durch zahlreiche Verbesserungen zu hoher Leistungsfähigkeit entwickelt. 1907 ist im Poensgen-Werk in Düsseldorf-Lierenfeld das erste Stiefel- bzw. Stopfenwalzwerk in Deutschland in Betrieb gegangen. Zur Herstellung von nahtlosen Stahlrohren im Durchmesserbereich zwischen 150 mm und 300 mm sowie Rohrlängen von bis zu 15 m ist es das leistungsfähigste Verfahren. Es ist anpassungsfähig und arbeitet auch bei kleinen Losgrößen und stark wechselndem Programm wirtschaftlich, weil die Umbauzeiten im Verhältnis zu anderen Anlagen kurz sind. Das Programm erstreckt sich auf Rohrdurchmesser zwischen 60 und 400 mm. (Bild 20)

Beim Stopfenwalzen handelt es sich um einen normalen Längswalzvorgang. Die Rohrluppen werden in einem Duowalzwerk über einen Stopfen, der im Walzspalt feststehend angeordnet ist, ausgewalzt. In der Regel geschieht dies in zwei Stichen. Nach jedem Stich wird die Oberwalze des Duo-Gerüsts angehoben; anschliessend befördern die Rückfüh-

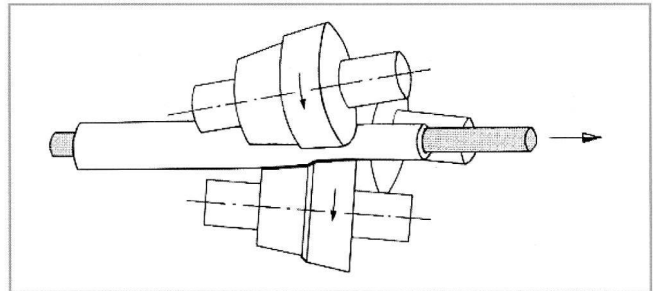


Bild 21: Walzvorgang im Asselwalzwerk.

rungsrollen die Luppe wieder zur Einstichseite des Gerüsts. Die Rohrluppe wird um etwa 90° gedreht und vom pneumatischen Einstosser erneut durch einen Führungstrichter in das Kaliber gestossen. Die im Durchmesser unterschiedlichen Stopfen werden nach jedem Stich gewechselt. Der Stopfen sitzt auf einer wassergekühlten Dornstange, die in einem Widerlager auf der Auslaufseite des Gerüsts abgestützt ist und dadurch in Führungstrichtern gehalten wird. Beim ersten Stich sind zwei Verformungsvorgänge zu beobachten: Der Aussendurchmesser wird verringert, der Innendurchmesser vergrößert. Beim zweiten Stich entspricht der äussere Rohrdurchmesser dem Kaliber der Duowalzen; der Aussendurchmesser wird also nicht mehr reduziert. Die Hauptstreckung erfolgt im ersten Stich; die Gesamtstreckung beträgt das 1,5- bis 2,1-Fache der Rohrluppe.<sup>13</sup>

### Das Asselwalz-Verfahren

In der zweiten Hälfte der 1930er Jahre erregte ein in den USA in Betrieb gegangenes Nahtlos-Walzwerk die Aufmerksamkeit auch deutscher Röhrenfabrikanten, das nach dem Erfinder, Walter Assel, Asselwalzwerk genannt wurde. Es ist ein Schrägwalzwerk mit drei Walzen, die um 120° gegeneinander versetzt sind und im gleichen Drehsinn laufen; die Walzen sind gegen die Walzgutachse um 12–15° geneigt. Da alle Walzen die gleiche Entfernung von der Rohrachse haben, ist es möglich, durch Änderung der Walzenanstellung verschiedene Rohrdurchmesser ohne Umbau herzustellen und die Walzen bei Verschleiss entsprechend nachzustellen. (Bild 21)

Zwei Apparate arbeiten hintereinander, der erste mit damals neuartiger Profilierung, der zweite mit glatten Walzen. Der erste, dessen Walzen einen schulterförmigen Ansatz haben, streckt die Luppe; der zweite arbeitet als Masswalzwerk – er reduziert und kalibriert das zuvor gestreckte Rohr. Meist wird nur mit einem Asselwalzwerk gearbeitet und die Rohrluppe nach einer erneuten Erwärmung durch Mass- und Reduzierwalzwerk fertig gewalzt sowie anschliessend der Kaltverarbeitung, z. B. durch Kaltpilgern, zugeführt. Das Asselwalzwerk war und ist ein Spezialwalzwerk, besonders für die Herstellung dickwandiger Rohre, an die hinsichtlich



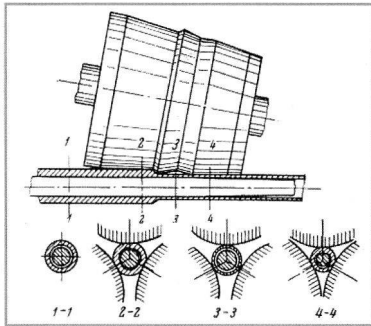


Bild 22: Verformungsvorgang im Asselwalzwerk.

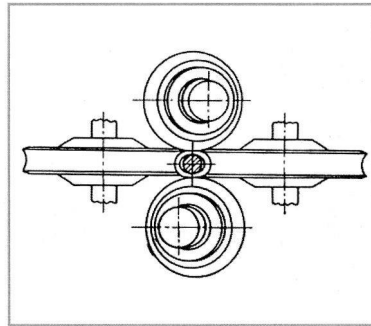


Bild 23: Verformungsvorgang beim Diescherwalzwerk.

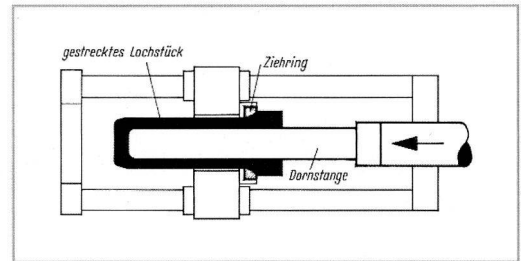


Bild 24: Strecken des Hohlblockes in der horizontalen Zieh Presse (Ehrhardt).

Durchmesser- und Wanddickengenauigkeit hohe Anforderungen gestellt werden. Anwendung finden diese vor allem für die Herstellung von Kugellagerrohren.<sup>14</sup> (Bild 22)

#### Das Diescherwalz-Verfahren

Das Walzverfahren nach dem Erfinder Diescher ähnelt in seinem Aufbau dem Asselwalzen und unterscheidet sich von diesem nur im eigentlichen Walzgerüst: Dieses hat statt der dritten Verformungswalze zwei angetriebene Scheiben, die den Walzvorgang beeinflussen. Die Walzscheiben, die auf das Kaliber des Rohres eingestellt werden, drehen sich schneller als die beiden davor angeordneten Schrägwalzen. Dadurch erhöht sich die Vorschubgeschwindigkeit des entstehenden Hohlkörpers, Zugkraft und Axialstreckung werden verstärkt. Verarbeitet werden un- und niedriglegierte Stähle sowie Kugellagerstähle. Die auf dem Diescher-Walzwerk hergestellten Rohrluppen entsprechen, was den Aussendurchmesser betrifft, weitgehend dem Einsatzmaterial; die Wanddicken liegen zwischen 3 mm und 55 mm, die Länge zwischen 6 m und 10 m. Nachteilig ist die hohe Beanspruchung der Scheibenführungen.<sup>15</sup> (Bild 23)

#### Das Zieh-Verfahren nach Ehrhardt/ Stossbank-Verfahren

Bei diesem Verfahren handelt es sich um den zweiten Teil der 1891 patentierten Erfindung von Heinrich Ehrhardt. (Bild 24) Die auf der Presse gelochten Luppen werden auf eine Dornstange gesteckt, die dem Innendurchmesser des Rohres entspricht, und durch Ziehringe mit kleiner werdenden Durchmessern hindurchgestossen. (Bild 25) Der Stossvorgang läuft kontinuierlich ab, d. h., die Luppe wird von mehreren Ziehringen gleichmässig bearbeitet. Um die Reibung zu verringern, wurden die starren Ringe durch Rollenringe ersetzt. Hergestellt werden Rohre mit 50 mm bis 110 mm Aussendurchmesser sowie 3 m bis 10 m Länge. Es sind also dickwandige Rohre grösseren Durchmessers.<sup>16</sup> (Bild 26)

#### Kontinuierliches Rohrwalzen

##### Das Fassel-Walzwerk

Bereits die Brüder Mannesmann hatten alles daran gesetzt, das massive Einsatzmaterial mit möglichst wenigen Stichen und Zwischenerwärmungen zu marktfähigen Rohren auszuwalzen. Der erste ernstzunehmende Versuch, die auf der Schrägwalze hergestellten dickwandigen Luppen kontinuierlich zu dünnwandigen Rohren umzuformen, wurde von dem ehemaligen Mannesmann-Mitarbeiter Aloys Fassel gemacht. Er hatte in Remscheid und in Komotau in den Mannesmannröhren-Werken gearbeitet. Während seiner Tätigkeit im Remscheider Konstruktionsbüro hatte er ein Walzwerk entwickelt, das an Stelle des Pilgerschritt-Verfahrens eingesetzt werden konnte. Dabei hatte er auf Erfahrungen aufgebaut, die rund 20 Jahre zuvor beim Walzen reduzierter Rohre sowie beim Einsatz von Stopfen gemacht worden waren. Er vereinigte den Gedanken des kontinuierlichen Walzens mit Vorstellungen, die er eigenständig und unabhängig von fremden Vorbildern entwickelt hatte. (Bild 27)

August Thyssen, dem sehr daran gelegen war, auch nahtlose Stahlrohre liefern zu können, war die Idee Fassels 400 000 Mark wert. Er engagierte ihn 1899 und trug ihm auf, ein Nahtlos-Walzwerk zu errichten. Da der Patentschutz für das Schrägwalzverfahren inzwischen abgelaufen war, konnte Fassel seinem Walzwerk ein Schrägwalzwerk vorschalten. Von dort gingen die Luppen in die Fassel-Walzstrasse. Die erste, 1901 in Betrieb genommene Strasse arbeitete mit 12 um 90° gegeneinander versetzten Duowalzen; die Dornstange, auf die die Rohrluppen gesteckt wurden, lief mit durch die Walzen. Das Ergebnis waren 8 bis 10 m lange Rohre mit einem Aussendurchmesser von 57 bis 110 mm und Wanddicken bis 4 mm. Die späteren Anlagen erhielten 14 Walzenpaare. Die Anlagen waren lange nicht so leistungsfähig wie die, die nach dem Mannesmann-Verfahren arbeiteten; auch hinsichtlich der Qualität konnten die Fassel-Rohre nicht mithalten. Deshalb wurden die Werke unmittelbar nach dem Auslaufen des Pilger-Patents auf das klassische Mannesmann-Verfahren umgestellt.

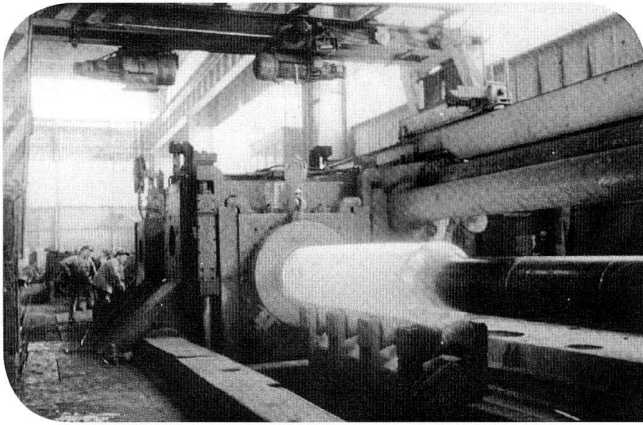


Bild 25: Der auf eine Dornstange aufgezogene Hohlblock wird durch mehrere Ziehringe gepresst. Dadurch wird das Werkstück gestreckt.

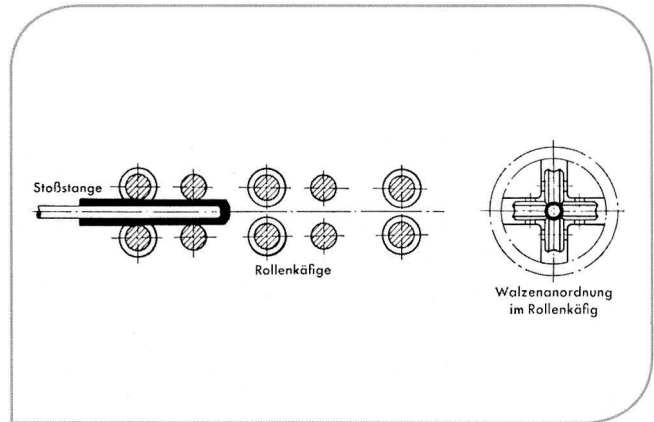


Bild 26: Stossvorgang durch ein 4-Walzengerüst.

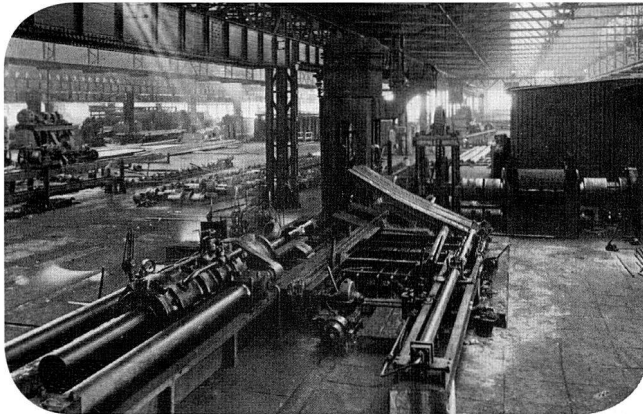


Bild 27: Röhrenstrasse VII im Walzwerk Dinslaken, 1921.

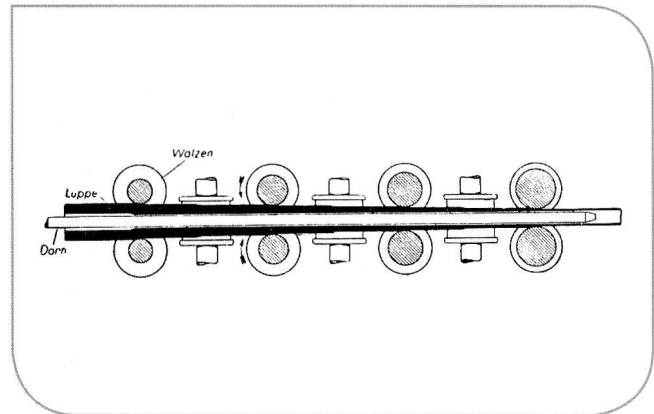


Bild 28: Verformungsvorgang im Rohrkontinualwerk.

Nachteilig für Fassl war, dass er mit einem zentralen Dampfantrieb für sämtliche Walzenpaare (Gruppenantrieb) arbeiten musste und drei komplette Walzensätze – einen im Betrieb, einen in Reserve und einen in der Dreherei – und eine grosse Zahl von Dornstangen benötigte. Für Walzprogramme mit kleinen Losen und grossem Durchmesserbereich war die Anlage ungünstig und arbeitete nicht wirtschaftlich. Ausserdem kam es relativ oft zu Steckern, bei denen die Gerüste auseinandergebaut und die Stecker herausgeschweisst werden mussten.<sup>17</sup>

#### *Kontinualwerk verbesserter Bauart*

Erst nach Einführung des elektrischen Einzelantriebs und der Streckreduzierwalzwerke gelang es, das Walzprogramm für die kontinuierlichen Walzwerke so zu gestalten, dass die Walzleistung und damit die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen wesentlich stieg; ausserdem konnte die Walzlänge bis auf 20m gesteigert werden. (Bild 28) Die Walzenanstellung wurde vereinfacht, desgleichen die Abstimmung der Geschwindigkeiten der einzelnen Gerüste. Im Gegensatz

zu früher sitzt die Luppe immer lose auf der Dornstange. Die Streckarbeit ist gering, der Walzvorgang erfordert einen deutlich verminderten Walzdruck und beansprucht die Werkzeuge weitaus geringer. (Bild 29 + 30)

1966 ging im Werk Mülheim der damaligen Phoenix-Rheinrohr AG eine moderne Anlage in Betrieb, die es weltweit erstmals erlaubte, Stahlröhren kontinuierlich und in einer bis dahin nicht für möglich gehaltenen Taktzeit herzustellen. Die Luppen werden kontinuierlich, d. h. in einem Stück, durch dicht hintereinander stehende, abwechselnd um 90° versetzte Duo-Gerüste ausgewalzt. Dazu wird in die Luppe eine Dornstange eingeführt. Die Luppe wird nach vorne in Walzrichtung über die Dornstange gewalzt. Die Walzen sind so kalibriert, dass mit einem Stück nicht nur eine gleichmässige Wanddicke gefertigt wird, sondern nach beendetem Durchlauf die Dornstange herausgezogen werden kann. Die Luppe wurde damals bis zu einem 22m langen Kontirohr verformt – heute sind es 30m. Nach einem Wiedererwärmen wurde das Kontirohr in der dritten Verformungsstufe auf einem Streckreduzierwalzwerk zum bis zu

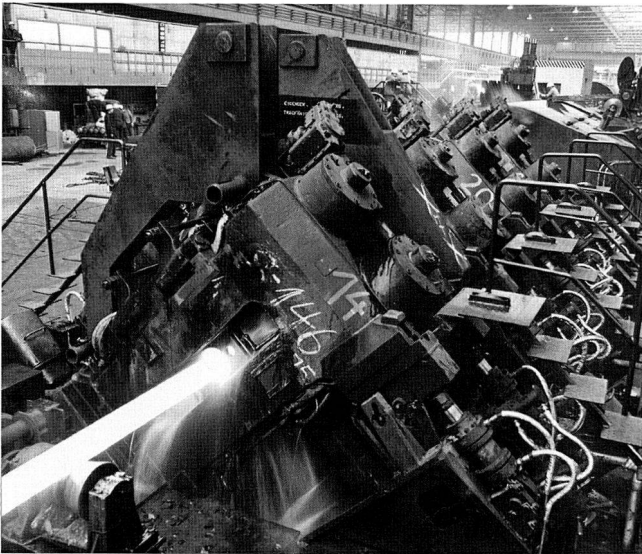


Bild 29: Kontiwalzwerk in Mülheim a. d. Ruhr, ca. 1990.



Bild 30: Kühlbett mit bis zu 160 m langen Rohren.

100 m langen Fertrohr ausgewalzt. Die Rohre hatten einen Durchmesser von 26,9 bis 133 mm und Wanddicken von bis zu 2,33 mm. (Bild 31)

Im Werk Mülheim war bereits Ende 1972 von den Mannesmannröhren-Werken, zu denen Mülheim nun gehörte, ein weiteres, noch leistungsstärkeres Rohrkontiwalzwerk in Betrieb genommen worden. Automatische Steuerungen, mechanisierte Fördergeräte, elektronische Datenverarbeitungsanlagen und zerstörungsfreie Prüfeinrichtungen ermöglichen ein weitaus höheres Ausbringen bei noch besserer Qualität. Für das gesamte Produktionsprogramm von zunächst 91,3 bis 133 mm wird Einsatzmaterial mit nur zwei Durchmessern, nämlich 140 und 175 mm, verwendet – vorher waren dafür rund 20 verschiedene Durchmesser erforderlich gewesen. Der Produktionsfluss entspricht demjenigen, den wir beim ersten Kontiwalzwerk von 1966 kennen gelernt haben. Allerdings gibt es einige Besonderheiten. Dazu gehören der mit Erdgas beheizte Drehherdofen und das Hochleistungs-Schrägwalzwerk zum Lochen der bis zu 4 m langen massiven Blöcke (früher arbeiteten an dieser Stelle zwei Schrägwalzwerke). Die Kontirohre sind mit 30 m um ein Drittel länger, die fertigen Rohre sind sogar 160 m lang. Bemerkenswert ist auch die Geschwindigkeit, mit der die Verformung vom massiven Block zum fertigen Rohr erfolgt. Alle drei Minuten verlässt ein auf Walztemperatur gebrachter Block den Drehherd; zuletzt rast das Rohr mit 18 m/s, d. h. mit 64 km/h, durch die Anlage. In der Zwischenzeit ist die Anlage wiederholt modernisiert worden. 1983 wurde sie so umgebaut, dass nahtlose Stahlrohre im Abmessungsbereich von 21,3 bis 177,8 mm Aussendurchmesser hergestellt werden können. Diese grosse Fertigungspalette auf einer Kontistrasse hatte es vorher weltweit noch nicht gegeben.<sup>18</sup>

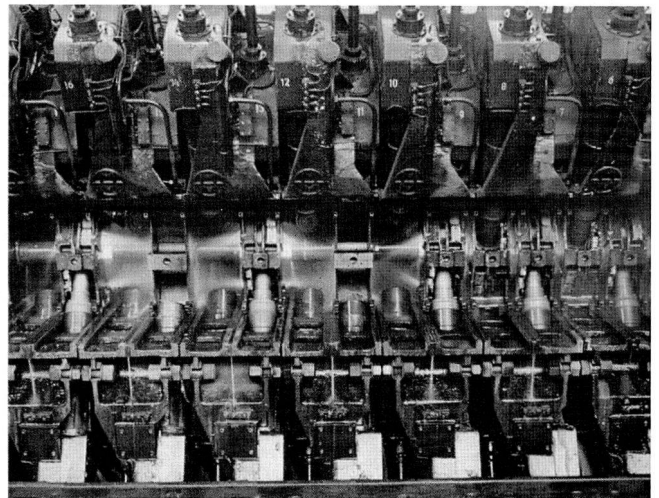


Bild 31: Streckreduzierwalzwerk.

Zusammenfassend stellen wir fest: Die Entwicklung begann in den 1880er Jahren mit dem Schrägwalzwerk der Brüder Mannesmann. Und dieses Walzwerk gehört notwendigerweise auch zu den modernsten und schnellsten Nahtlos-Rohrwerken, den Stopfen- und den Kontiwalzwerken. Unter Nutzung auch der Press- und Ziehverfahren von Ehrhardt wird die gesamte Palette der warmgewalzten nahtlosen Stahlrohre optimal abgedeckt. Grundlegend dafür waren Erfindungen, die vor mehr als 100 Jahren gemacht wurden und ihre Bedeutung bis heute behalten haben.

- <sup>1</sup> Entscheidung 10.000; M60.150 des Reichsgerichts vom 27. Juni 1895; Mannesmann-Archiv, m 60.006.
- <sup>2</sup> Horst A. Wessel, Die Geschichte des Rohres, insbesondere des Mannesmannrohres, und seine Bedeutung für die moderne Wasserversorgung, in: Symposium «Entwicklung der Rohre und Rohrwerkstoffe» zum zehnjährigen Bestehen der Frontinus-Gesellschaft, Köln 1987 (Schriftenreihe der Frontinus-Gesellschaft, Heft 10), Bergisch Gladbach 1987, S. 91–120.
- <sup>3</sup> Wiedenhoff, Das nahtlose Stahlrohr und seine Bedeutung für Technik und Wirtschaft, in: report. Information für Kunden und Freunde unseres Hauses, S 07, Düsseldorf 1986, S. 14–21.
- <sup>4</sup> A. Wessel, Kontinuität im Wandel. 100 Jahre Mannesmann 1890–1990, Düsseldorf 1990, S. 93–100.
- <sup>5</sup> Ders., Die Techniker der Familie Mannesmann, in: Wolfhard Weber (Hrsg.), Ingenieure im Ruhrgebiet (Rhein.-Westf. Wirtschaftsbiographien, Bd. 17), Münster 1999, S. 124–129.
- <sup>6</sup> Ders., Mit Engagement und Kompetenz. Für eine runde Sache. Mannesmannröhren-Werke GmbH 1846–2005, Salzgitter 2006, S. 14–16.
- <sup>7</sup> Gerd Pfeiffer, Die Erfindung der Brüder Mannesmann. Die Geschichte eines Verfahrens, das vor 100 Jahren als «technisches Wunder» galt, in: report. Information für Kunden und Freunde unseres Hauses, S 07, Düsseldorf 1986, S. 2–9.
- <sup>8</sup> DRP 67921 und DRP 67430; Mannesmann-Archiv, m 60.006.
- <sup>9</sup> Horst A. Wessel, 100 Jahre Stahlrohre aus Reisholz. 1899–1999, Düsseldorf 1999, S. 6, 39–41.
- <sup>10</sup> Ders., Mit Engagement und Kompetenz (wie Anm. 6), S. 16–17.
- <sup>11</sup> Ders., 100 Jahre Stahlrohre aus Rath. 1899–1999, Düsseldorf 1999, S. 7, 15–16, 36–37.
- <sup>12</sup> H. Neumann, Stahlrohrherstellung, 2., unv. Aufl., Leipzig 1965, S. 19, 163–164.
- <sup>13</sup> Horst A. Wessel, Mit Engagement und Kompetenz (wie Anm. 6), S. 24, 56–58, ders., 100 Jahre Stahlrohre aus Rath (wie Anm. 11), S. 22–23.
- <sup>14</sup> H. Neumann, Stahlrohrherstellung (wie Anm. 12), S. 206–208.
- <sup>15</sup> S. O. Evans, Diescher – The Mill for Tomorrow's Quality, in: Iron and Steel Engineer (1968) February, S. 93–101.
- <sup>16</sup> Horst A. Wessel, Mit Engagement und Kompetenz (wie Anm. 6), S. 90–92; ders., 100 Jahre Stahlrohre aus Reisholz (wie Anm. 9), S. 39–41.
- <sup>17</sup> Ders., Mit Engagement und Kompetenz (wie Anm. 6), S. 89–90.
- <sup>18</sup> Ebd., S. 93–97; ders., 40 Jahre Rohrkontistrase. 1966–2006, Mülheim an der Ruhr 2006.