

## Entzundern von warmgewalzten Oberflächen

Werner Büchele

Die hydromechanische Entzunderung warmgewalzter Produkte konnte in jüngster Zeit entscheidend verbessert werden. Eine neu entwickelte Spritzdüse und die gezielte Einstellung der Spritzparameter ermöglichen es, die Entzunderung zu optimieren.

Beim Warmwalzen ist eine einwandfreie Entzunderung von ausschlaggebender Bedeutung für die Qualität der warmgewalzten Produkte. An die Entzunderungsanlagen wird heute die Forderung gestellt, daß sie wirkungsvoll, zuverlässig und wirtschaftlich arbeiten.

**Funktionsweise der Düsen.** Die hydromechanische Entzunderung verwendet Wasser als „Werkzeug“ bzw. Medium. Als unverzichtbare Komponente kommt die Spritzdüse als Präzisionselement hinzu. Sie erst macht es möglich, das Spritzwasser in definierter Form und mit hoher Geschwindigkeit auf die glühende Oberfläche zu „schießen“, um die oberflächige Zunderschicht nicht nur abzusprengen, sondern auch von der Walzgutoberfläche schnell zu entfernen. Die Teilvorgänge sind in **Tafel 1** dargestellt.

Die wichtigste Forderung, die ein Düsenhersteller erfüllen muß, ist neben der hohen Betriebssicherheit fraglos die Garantie für die Funktionsparameter

- Spritzwasserverteilung,
- Druckverteilung des Strahles auf der Walzgutoberfläche,
- Strahlbreitenwinkel,
- Strahliefenwinkel und
- Volumenstrom.

Alle diese Größen sind die Basis für reproduzierbare Betriebsverhältnisse und deshalb in engsten Toleranzen einzuhalten.

Für die Auslegung und Kontrolle der Düsen – insbesondere für den Bereich der Entzunderung – ist die computergestützte Meßtechnik unverzichtbar. Es handelt sich hierbei größtenteils um Eigenentwicklungen des Herstellers. Ein Beispiel hierzu zeigt **Bild 1**. Dargestellt ist die Verteilung des Strahldruckes auf der Walzgutoberfläche – des sogenannten Impacts – einer typischen Entzunderungsdüse.

Die Langlebigkeit der Düse, ein weiterer wichtiger Faktor für den Betreiber, wird durch einen hochverschleißfesten Werkstoff (Hartmetall) gewährleistet.

Immerhin herrscht bei einem Spritzdruck von  $\Delta p = 200$  bar an der Düse eine Austrittsgeschwindigkeit  $V_a = 200$  m/s.

Soll ein Spritzsystem wirksam ausgelegt werden, so ist erfahrungsgemäß eine Vielzahl von Auswahlmöglichkeiten innerhalb der Düsenbaureihe erforderlich.

Die Firma Lechler führt deshalb 11 eng gestaffelte Volumenstromgrößen im Lieferprogramm. Jede Düsengröße

wird wahlweise in den 3 verschiedenen Strahlwinkeln  $26^\circ$ ,  $30^\circ$  und  $40^\circ$  geliefert. Damit kann jeder denkbare Anwendungsfall abgedeckt werden.

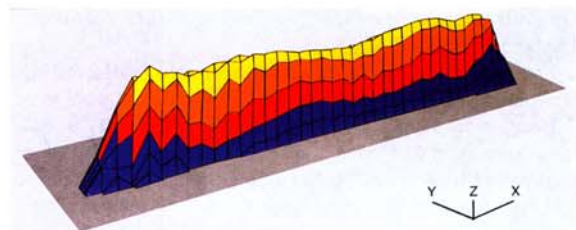
**Neu entwickelte Düsen.** Eine Düsenbaureihe wurde dahingehend weiterentwickelt, daß im Zulaufbereich ein strömungsgünstig gestalteter Strahlrichter dem Düsenmundstück eine turbulenzfreie, geglättete Strömung des Spritzwassers zuführt, **Bild 2**. Dies bewirkt eine wesentlich schmalere Strahltiefe der beaufschlagten Fläche und eine nahezu verlustfreie Strömungsführung. Damit wird – bei sonst unveränderten Betriebsparametern – eine Erhöhung des Impacts erreicht. Die Effektivität der Entzunderung wird dadurch erheblich gesteigert.

Wenn kein Bedarf zur Steigerung des Impacts besteht – kann eine Düsengröße verwendet werden, die eine oder zwei Stufen unter der ursprünglich verwendeten liegt. Der Anwender kann somit bis zu 40 % des teuren Spritzwassers sparen.

Durch eine individuelle Auslegung können auch auf andere Weise zwei Vorteile zugleich geboten werden: Zum einen kann die Düsenauswahl so gelegt werden, daß ein höherer Impact mit weniger Spritzwasser erreicht wird. Eine andere Einsparungsvariante liegt darin, bei gleicher Düsenbestückung den Spritzdruck soweit herunterzufahren, bis der ursprüngliche Impact erreicht ist. Dadurch

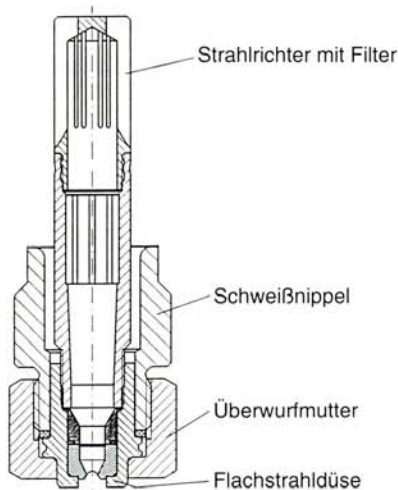
**Tafel 1.** Einflüsse auf den Entzunderungsvorgang

- Brechen der Zunderschicht durch hohe kinetische Energie des auftreffenden Wasserstrahls
- Ablösen der Zunderschicht durch unterschiedliche Schrumpfung von Grundmaterial und Zunder bei der schockartigen Abkühlung
- Absprengen des Zunders durch explosionsartige Verdampfung der Wassertropfen unter der Zunderschicht
- Wegspülen des gelösten Zunders durch Schrägstellung des Spritzstrahls



**Bild 1.** Dreidimensionale Verteilung des Strahldruckes beim Auftreffen auf die Walzgutoberfläche

Druck 240,0 bar	Strahlbreite 114,0 mm
Volumenstrom 69,0 l/min	Gesamtstrahlkraft 253,0 N
Höhe 150 mm	mittlerer Impact $i_{av}$ 0,532 N/mm <sup>2</sup>
Medium Wasser	mittlere Strahltiefe 5,9 mm



**Bild 2.** Neu entwickelte Spritzdüse

kann Energie für den Pumpendruck und gleichzeitig Spritzwasser gespart werden.

Die jeweiligen Varianten zu höherer Wirtschaftlichkeit des Spritzsystems werden dokumentiert und sind Bestandteil der technischen Beratung.

Viele Betreiber auf der ganzen Welt haben sich inzwischen vom höheren Nutzungsgrad des neuen Düsensystems überzeugt.

**Positionierung der Düsen.** Grundsätzlich gilt es, bei der Positionierung von Düsen bzw. Düsenbalken in der Spritzrampe einen *möglichst kurzen Spritzabstand* anzustreben. Freilich läßt sich dies aus unterschiedlichen Gründen nicht überall realisieren.

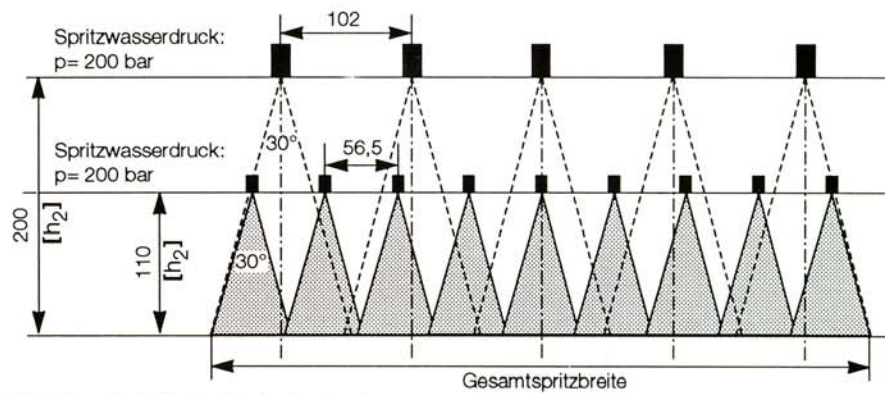
Trotzdem muß an dieser Stelle auf einen wichtigen Zusammenhang hingewiesen werden. Die Parameter Spritzdruck, Düsengröße und Strahlwinkel bieten für die Veränderung des Impacts „nur“ eine *Linearfunktion*. Der Spritzabstand jedoch verändert die entsprechende Beaufschlagungsfläche in einer *Exponentialfunktion*, d. h. nahezu quadratisch, **Tafel 2**.

Das bedeutet letztlich, daß z. B. die Halbierung eines beliebigen Spritzabstandes, die Steigerung des Impacts nahezu um den Faktor 4 zur Folge hat! Anders betrachtet: Dem o.g. Zuwachs an Impact würde man beim ursprünglichen Spritzabstand erst dann erreichen, wenn man eine Düse wählen würde, die einen 4 mal höheren Volumenstrom hat. Dies zeigt deutlich, daß der Spritzabstand das wirksamste Instrument zur Steigerung des Impacts ist.

Nicht immer ist jedoch eine Impact-Steigerung gewünscht. Dann besteht der Vorteil darin, daß der kürzere Spritzabstand es ermöglicht, Spritzwasser in beträchtlichem Umfang zu sparen.

Die *Wirkung eines reduzierten Spritzabstandes* soll am Beispiel von **Bild 3** verdeutlicht werden.

Hier sind 5 Düsen mit einem Strahlwinkel von 30° und mit einem Spritzvolumen von 101,82 l/min pro Düse bei einem Spritzdruck von 200 bar in einem Spritzabstand von 200 mm positioniert. Damit ergibt sich eine Gesamtspritz-



**Bild 3.** Einfluß des Spritzabstandes

wassermenge von  $5 \times 101,82 \text{ l/min} = 509,1 \text{ l/min}$ . Durch Reduzierung des Spritzabstandes auf 110 mm ist es *bei gleichem Impact* möglich, eine Düsengröße zu wählen, die zwei Volumenstromstufen *unter* der ursprünglichen Größe liegt. Dieser Volumenstrom beträgt nur noch 39,6 l/min pro Düse bei gleichem Spritzdruck.

Obwohl jetzt 9 Düsen erforderlich sind, um die gleiche Gesamtspritzbreite zu erreichen, ist das Ergebnis der Gesamtspritzwassermenge mit  $9 \times 39,6 \text{ l/min} = 356,4 \text{ l/min}$  wirtschaftlich vorteilhaft, denn es bedeutet eine Spritzwassereinsparung von 30 %.

Für die konsequente Anwendung reduzierter Spritzabstände wurde eine weitere Neuheit entwickelt, nämlich ein „*Mini*“-Düsen-system, das es ermöglicht, den Abstand von Düse zu Düse sehr eng zu wählen, um die wichtige Überlappung der Spritzstrahlen zu gewährleisten. Der Durchmesser für den Schweißnippel wurde von 45 mm auf 32 mm und das Gewinde für die Überwurfmutter von G 1 A, ISO 228 auf G 3/4 A, ISO 228 verkleinert, die Schlüsselweite von 41 mm auf 32 mm reduziert.

**Einsatzmöglichkeiten.** Bei der *Dünnbrammentechnologie* ist neben dem hohen Impact die Reduzierung der Gesamtspritzwassermenge ein wichtiges Thema, weil die Wärmehalte endabmessungsnaher Profile naturgemäß geringer sind als die herkömmlicher Profilabmessungen.

Im Blick auf eine möglichst geringe Abkühlung des Walzgutes ist also der Schritt zu weniger Spritzwasservolumen – unter Vorgabe höchster Entzunderungsqualität – zwingend. Ein kurzer Spritzabstand macht dies möglich.

Bedeutende Hersteller von Dünnbrammenanlagen haben das neue Mini-Düsen-system bereits in den Spritzrampen der integrierten Zunderwäscher weltweit mit Erfolg eingesetzt. Es ist wohl damit zu rechnen, daß diese Vorgehensweise in Zukunft auch bei der Auslegung neuer Spritzrampen in herkömmlichen Walzstraßen bzw. bei Umbauten angewendet wird.

Ergänzend sei erwähnt, daß das neue Mini-System auch überall dort Anwendung findet, wo auf sehr engem Raum Spritzrampen installiert werden müssen, wie z. B. in Walzstraßen für Trägerprofile oder Knüppelanlagen. (U 29282)

**Tafel 2.** Düsenspezifische Einflüsse auf den Strahldruck

	Spritzdruck	Düsengröße	Strahlwinkel	Spritzabstand
Veränderliche Größe	Volumenstrom	Volumenstrom	Beaufschlagte Fläche	Beaufschlagte Fläche
Einflußfaktor	linear	linear	linear	exponential