



Der Kohlenstoff-Gehalt des Stahls hat einen Einfluss auf die Strahlmittelqualität.

## Strahlen mit Stahl

VON TIMO WINKLER,  
BAD FRIEDRICHSHALL

Das Strahlen mit Stahlstrahlmittel ist ein in der Oberflächentechnik gängiges Verfahren mit einem breiten Anwendungsgebiet; u. a. wird es in Gießereien für das Gussputzen oder zum Entzundern und Entrosten eingesetzt. Stahlstrahlmittel werden auch zur Aufhärtung von Oberflächen durch „shot peening“ verwendet, wobei die kinetische Energie der Stahlkörner die Oberfläche der Strahlware verdichtet, wodurch deren Härte erhöht wird.

### Qualitätskriterien für Strahlmittel

Entscheidende Qualitätskriterien für Stahlstrahlmittel sind deren Verbrauch (der durch Standzeitversuche ermittelt wird) und die Intensität, d. h. die Strahlwirkung auf der Werkstückoberfläche. Mehrwegstrahlmittel werden umso wirtschaftlicher, je mehr Strahlumläufe mit ihnen erreicht

werden, bevor sie durch Kornbruch verschleiben und über die Absaugung oder Absiebung aus dem Strahlmittelkreislauf ausgetragen werden.

**Standzeit.** Die Haltbarkeit unterschiedlicher Stahlstrahlmittel kann über Standzeitmessungen in einem Ervin-Tester im direkten Vergleich explizit nachgewiesen werden. Der Ervin-Tester ist eine mit einem Schleuderrad ausgerüstete praxisnahe Testmaschine für den Laborbetrieb. Die Standzeiten von Stahlstrahlmitteln liegen zwischen ca. 2500 und 5000 Umläufen. Das Ergebnis der Messung ist stark von der untersuchten Kornklasse und von der gewählten Trennkorngröße abhängig. Unter der Trennkorngröße ist die Siebmaschenweite zu verstehen, bei der das Unterkorn (zu fein gebrochenes Korn) aus der Testmenge abgetrennt wird. Die Normung lässt einen Spielraum in der Wahl der Trennkorngröße zu, was es dem Anwender schwer macht, unterschiedliche Anbieter zu vergleichen, da die Qualitätsangaben auf unterschiedlicher Basis ermittelt werden. Zusätzlich beziehen sich die Anbieter auf unterschiedliche Normen und Kornklassen.

**Intensität, Almen-Test.** Die Strahlintensität, d. h. die Wirkung der auf die Werkstückoberfläche aufprallenden Strahlmit-

telkörner, wird nach dem Almen-Test – ein Messverfahren, das nach dem Namen seines Erfinders benannt wurde – bestimmt. Das Verfahren beruht auf der Verwendung eines standardisierten Messstreifens aus Stahlblech.

Sowohl die Abmessungen als auch die Materialbeschaffenheit sind genau festgelegt. Dieses Almen-Test-Prüfplättchen wird in eine ebenfalls genormte Haltevorrichtung eingespannt und dann in einer Ervin-Testmaschine nach dem Schleuderradverfahren gestrahlt. Nach dem Strahlen wird das Almen-Test-Prüfplättchen herausgenommen. Die durch die Behandlung verursachte Durchbiegung des Messstreifens (in mm) dient als Maßstab für die angewendete Strahlintensität.

Dabei können Neukornproben oder auch Betriebsgemische getestet werden. Da sich die Intensität des Strahlmittels mit zunehmender Anzahl von Strahlumläufen meist verändert, wird die Almenintensität in Bezug auf die durchgeführten Umläufe des Strahlmittels in der Testmaschine angegeben.

### Vergleich verschiedenartiger Strahlmittel

Die Standzeit und auch die Intensität werden maßgeblich von der Härte des Stahls beeinflusst, wobei sich die Härte wiederum aus der chemischen Zusammenset-



zung (maßgeblich C-Gehalt) und eventuell durchgeführten Wärmebehandlungen ergibt. Es finden sich hoch gekohlte (HK) sowie niedrig gekohlte (NK) und wenige mittel gekohlte (MK) Stahlstrahlmittel auf dem Markt, die durch die unterschiedlichen Herstellungsverfahren auch unterschiedliche Vor- und Nachteile aufweisen. Der Kohlenstoffgehalt der hoch gekohlten Strahlmittel liegt meist bei  $>0,8\%$  <sup>1)</sup> und die Gehalte der niedrig gekohlten bei 0,1 bis 0,2 %. Andere Eisenbegleiter, wie Silicium oder Mangan, haben eine geringere Auswirkung auf die Härte des Stahls.

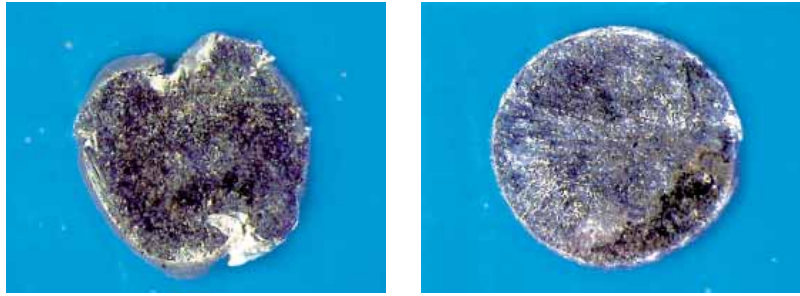
Die hoch gekohlten Strahlmittel werden durch eine Wärmebehandlung auf eine vergleichbare Härte, wie sie die niedrig gekohlten haben, gebracht. Durch die abweichende chemische Zusammensetzung zeigen sich jedoch qualitative Unterschiede in der Standzeit sowie der Intensität.

Der Vergleich in **Bild 1** macht das unterschiedliche Bruchverhalten von niedrig und hoch gekohlten Strahlmitteln deutlich. Bedingt durch die sehr hohe Abkühlgeschwindigkeit bei der Herstellung entsteht beim hoch gekohlten Strahlmittel ein inhomogenes Mischgefüge aus Martensit und Restaustenit. Diese Gefüge weisen ein unterschiedliches Ausdehnungs- bzw. Schwindungsverhalten auf, wodurch feine Risse entstehen, die auch durch die anschließende Wärmebehandlung nicht vollständig behoben werden können. Aufgrund dieser erhöhten Rissbildungsneigung erreichen die hoch gekohlten Stahlstrahlmittel tendenziell nicht die Standzeiten wie die niedrig gekohlten Mitbewerber.

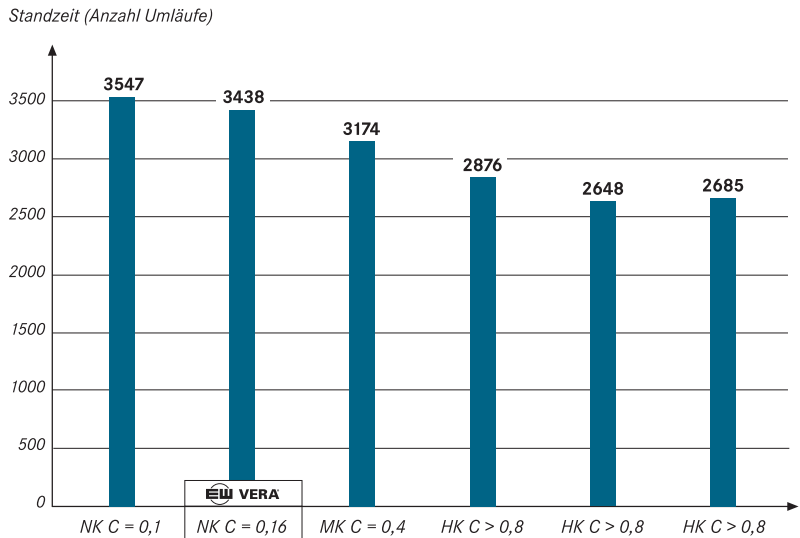
Unabhängig vom Strahlmittel sind weitere Parameter für eine optimale Strahlleistung verantwortlich. Hierbei kommt es vorwiegend auf die Art der Strahlmaschine, sowie deren Einstellung und die speziellen Bedürfnisse der zu strahlenden Teile an. Grundvoraussetzung für eine Optimierung ist, dass die Strahlmaschine und auch die Entstaubung regelmäßig gewartet werden. In der Praxis zeigen sich hier oftmals Mängel, wodurch ein positives Strahlergebnis kaum noch realisiert werden kann. Bekannt ist auch, dass hoch gekohlte Strahlmittel einen spürbar höheren Verschleiß an den Strahlmaschinen verursachen als die niedrig gekohlten Mitbewerber.

Bei vergleichbaren Rahmenbedingungen ist es dann möglich, über die richtige Wahl des Stahlstrahlmittels einiges an Optimierungspotenzial auszuschöpfen. In den **Bildern 2** und **3** ist beispielhaft ein Vergleich bezüglich der Standzeit und der Intensität von Stahlstrahlmittelproben dargestellt.

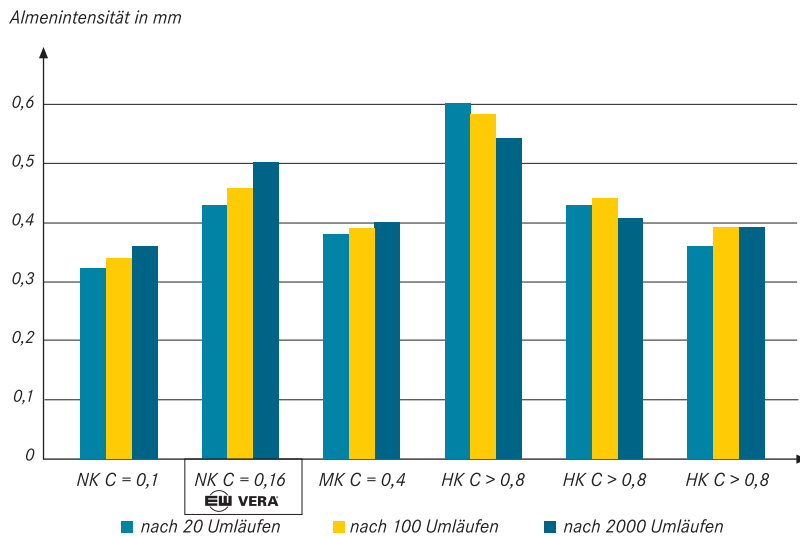
Die Werte wurden unter vergleichbaren Bedingungen anhand von Neukornproben der in Gießereien gängigen Korn-



**Bild 1:** a) hoch gekohltes und b) niedrig gekohltes geschliffenes Stahlstrahlkorn



**Bild 2:** Standzeitvergleich von Stahlstrahlmitteln verschiedener Anbieter; NK: niedrig gekohlt, HK: hoch gekohlt, MK: mittel gekohlt; C: Kohlenstoffanteil in % (Kornklasse 1,0 bis 1,6 mm oder Kornklasse mit vergleichbarer mittlerer Korngröße; Trennkorngröße 0,3 mm)



**Bild 3:** Almenintensität von Stahlstrahlmitteln verschiedener Anbieter

klasse 1,0 bis 1,6 mm ermittelt. Der Standzeitvergleich aus Bild 2 zeigt, dass der Strahlmittelverbrauch mit steigendem Kohlenstoffgehalt zunimmt. Die niedrig gekohlten Strahlmittel erreichen bei die-

ser Körnung eine Standzeit von ca. 3500 Umläufen. Die hoch gekohlten Strahlmittel liegen bei Werten nicht über 2900 Umläufen, die niedrig gekohlten Strahlmittel bieten also einen Standzeitvorteil von

>20 %, was bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eine erhebliche Rolle spielt.

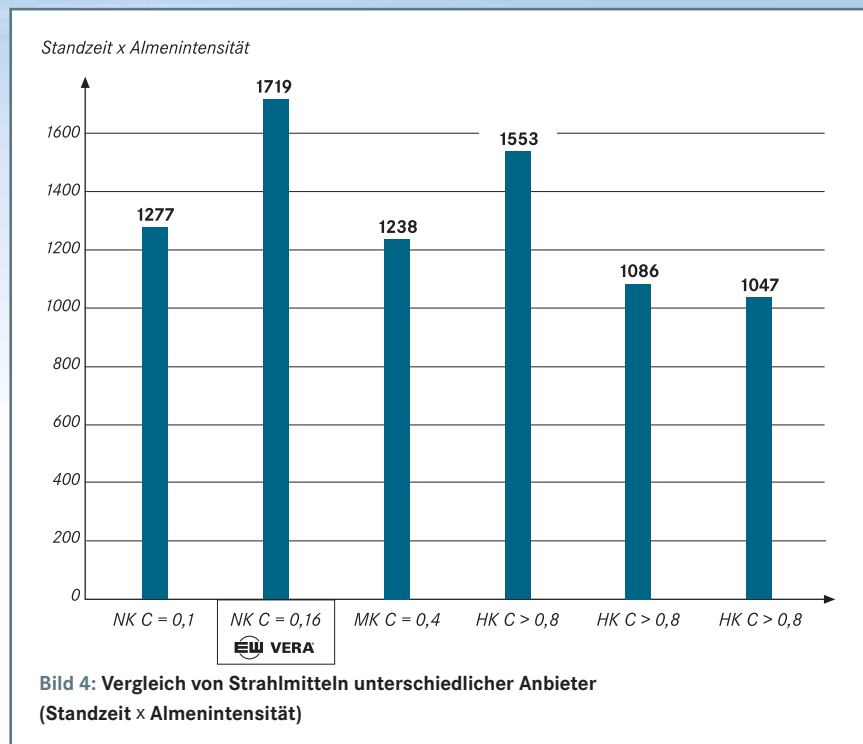
Der Intensitätsverlauf aus Bild 3 zeigt die charakteristischen Verläufe von hoch und niedrig gekohlten Strahlmitteln. Die niedrig gekohlten härten sich innerhalb der ersten 500 Umläufe auf und steigern sich dadurch in der Intensität. Der Almenwert der hoch gekohlten Strahlmittel sinkt hingegen innerhalb der ersten 500 Umläufe eher ab.

### Bewertung der Messergebnisse

Die Standzeit und die Intensität verhalten sich gegenläufig zueinander. Mit niedrigem Kohlenstoffgehalt im Stahl lässt sich die Standzeit verbessern, jedoch sinkt die Intensität. Mit steigendem Kohlenstoffanteil können gute Intensitäten erreicht werden, jedoch sinkt die Standzeit deutlich. Daher ist das Optimum in einem geeigneten Kompromiss zwischen langer Standzeit und hoher Intensität zu suchen.

**Bild 4** zeigt die Strahlleistung im Zusammenhang von Standzeit und Almenintensität (berechnet mit der Almenintensität nach 2000 Durchläufen). Das niedrig gekohlte Stahlstrahlmittel mit einem Kohlenstoffanteil von ca. 0,16 % bietet den deutlich besten Leistungsmix. Das niedrig gekohlte Strahlmittel mit 0,1 % Kohlenstoff wurde auf eine lange Standzeit hin optimiert und fällt durch die niedrige Intensität im Vergleich deutlich ab. Die hoch gekohlten Strahlmittel erreichen teilweise sehr gute Almenwerte. Bei der Standzeit weisen sie jedoch Defizite auf. Das mittel gekohlte Strahlmittel ist als Kompromiss zwischen hoch- und niedrig gekohlten Strahlmitteln gedacht, kann jedoch nicht die positiven Eigenschaften vereinen.

Der Vergleich hat gezeigt, dass eine lange Standzeit mit gleichzeitig guten Intensitätswerten am besten mit Kohlenstoffgehalten (C) um die 0,16 % erreicht wird. Daraus ergibt sich eine Härte von ca. 420 bis 480 HV1 im Neukorn. Der Vorteil dieser Strahlmittel liegt in der Aufhärtung des einzelnen Kornes im Betriebsgemisch, wodurch Almenintensitäten wie bei hoch gekohlten Strahlmitteln erzielt werden.



**Bild 4: Vergleich von Strahlmitteln unterschiedlicher Anbieter (Standzeit x Almenintensität)**

Durch den schonenden Produktionsprozess des niedrig gekohlten Strahlmittels mit ca. 0,16 % Kohlenstoff entsteht ein regelmäßiger bainitischer Gefügeaufbau, der auch trotz der Aufhärtung beim Strahlprozess und damit verbundener hoher Strahlintensität einen niedrigen Verbrauch ermöglicht.

Für die Praxis bedeutet dies, dass Optimierungsmaßnahmen z. B. folgendermaßen durchgeführt werden können:

Ist für eine Strahlanwendung eine Almenintensität von ca. 0,36 mm (Tabelle 1, Spalte 1) wie beim niedrig gekohlten Strahlmittel mit C = 0,1 % mit der Kornklasse 1,0 bis 1,6 mm ausreichend, kann diese durch das niedrig gekohlte Strahlmittel mit C = 0,16 % mit einer feineren Körnung von 0,80 bis 1,25 mm (Spalte 3) ersetzt werden, damit die gleiche Intensität erreicht wird. Mit sinkender Kornklasse steigt wiederum die Standzeit des Strahlmittels um ca. 500 Umläufe, was

bei gleicher Strahlintensität eine um mehr als 10 %ige Standzeitverlängerung zur Folge hat. Generell gilt der alte Grundsatz: Die Körnung ist so grob wie nötig, aber so fein wie möglich zu wählen.

Durch die Verwendung der feineren Kornklasse wird auch der Bedeckungsgrad der Strahlware verbessert, da die etwas feinere Körnung fast eine Verdoppelung der Strahlkornanzahl pro kg Strahlmittel mit sich bringt.

In vielen Betrieben ist ein Potential zur Verbesserung der Strahlergebnisse und der Wirtschaftlichkeit vorhanden und bietet sich eine Möglichkeit, mit relativ geringem Aufwand eine deutliche Prozessoptimierung zu erreichen.

Dipl.-Ing. (FH) Timo Winkler, Eisenwerk Würth GmbH - Würth Strahlmittel, Bad Friedrichshall

**Tabelle 1: Optimierung des Stahlstrahlmittels durch Wahl einer feineren Kornklasse**

	NK C = 0,1 Körnung 1,0 bis 1,6 mm	EISENWERK WÜRTH VERA NK C = 0,16 Körnung 1,0 bis 1,6 mm	EISENWERK WÜRTH VERA NK C = 0,16 Körnung 0,8 bis 1,25 mm
Standzeit (Anzahl Umläufe)	3547	3438	3998
Almen-Intensität nach 2000 Umläufen (in mm)	0,36	0,5	0,36
Standzeit x Almen-Intensität	1277	1719	1439

