



Verfestigungsstrahlen von Zahnradern

Zahnräder werden durch Biegespannung, Hertz'sche Spannung und Kontaktreibung belastet.

Diese Belastungen führen zu:

- Rissen und Brüchen im Zahnfuß
- Pitting auf den Zahnflanken
- Verschleiß (Graufleckigkeit und Auskolkung) auf den Zahnflanken

Verfestigungsstrahlen

- steigert die Zahnfußfestigkeit
- steigert die Zahnflankenfestigkeit
- reduziert den Zahnflankenverschleiß
- ertüchtigt geschädigte Verzahnungen infolge von Wärmebehandlung, Entkohlung und Schleifbrand

Verfestigungsstrahlen

- induziert Druckeigenspannungen in der Randschicht
- verändert die Oberflächentopographie
- verändert das Gefüge in der Randschicht
- steigert die Härte in der Randschicht





Verfestigungsstrahlen von Zahnrädern

Ziel der Maßnahme

Zahnräder unterliegen gleichzeitig mehreren Beanspruchungsarten wie Biegespannung, Hertz'sche Spannung und Kontaktreibung.

Diese Belastungen führen zu Rissen und Brüchen im Zahnfuß und zu Pitting (Grübchenbildung) und/oder Verschleiß auf den Zahnflanken.

Zahnfußbruch und Pitting können durch angepasste Druckeigenspannungen verhindert werden. Der Verschleiß kann durch Steigerung der Härte in der Randschicht und durch bessere Laufeigenschaften (z.B. bessere Schmierung) reduziert werden.

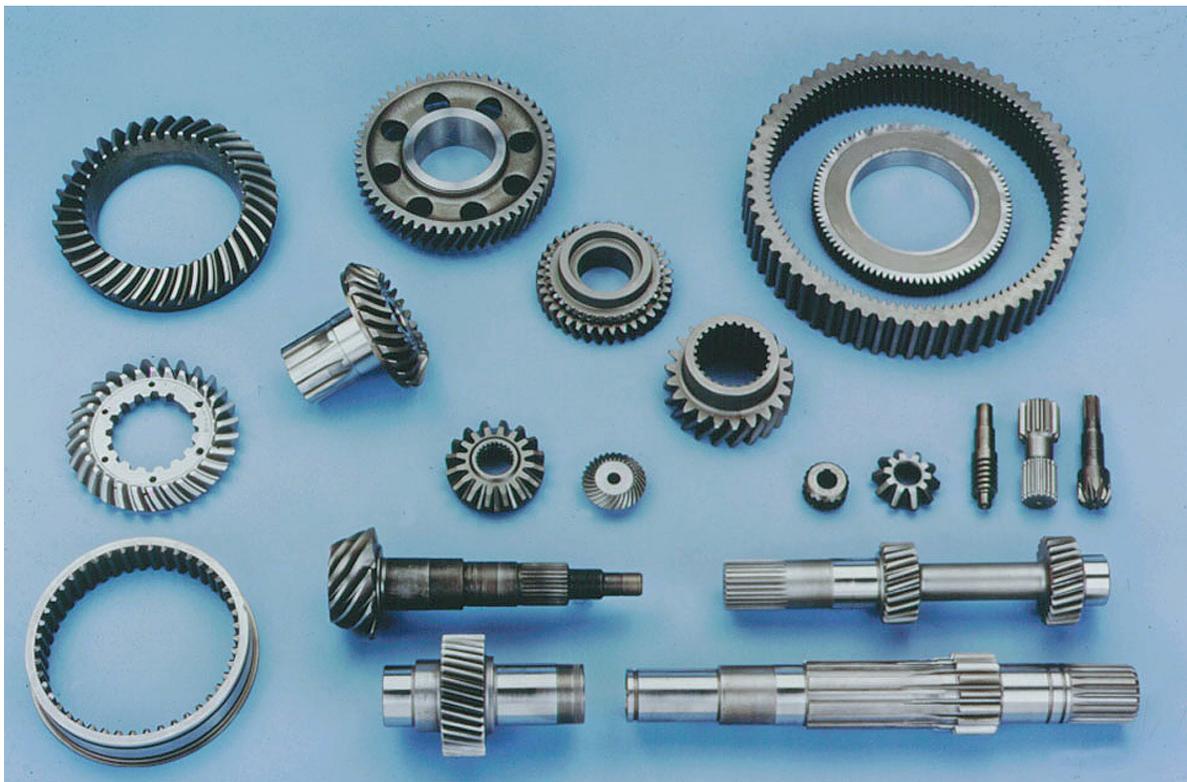
Oberflächenhärtung mit anschließendem Verfestigungsstrahlen erfüllt diese Bedingungen.

Durch die Oberflächenhärtung (Einsatzhärtung) der Verzahnung werden Druckeigenspannungen in der Randschicht induziert, die Zahnbruch, Pitting und Verschleiß verhindern bzw. vermindern.

Verfestigungsstrahlen erhöht die Druckeigenspannungen in der Randschicht erheblich (siehe Seite 42), steigert die Härte durch die Gefügeumwandlung (siehe Seiten 43 und 44) und ändert die Oberflächentopographie (siehe Seite 48) zur Verbesserung der Laufeigenschaften.

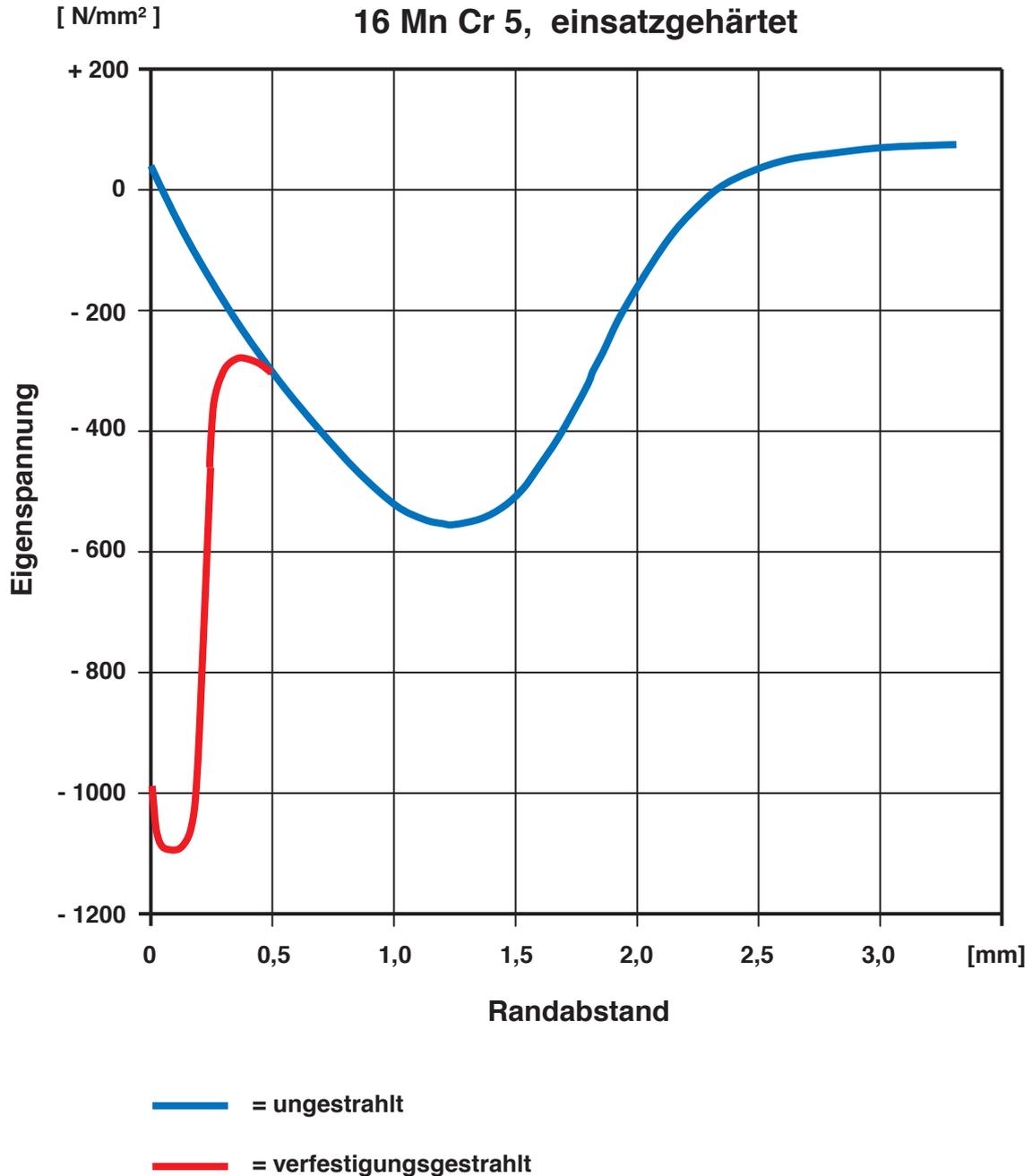
Verfestigungsstrahlen ist besonders wirkungsvoll, wenn nach der Wärmebehandlung noch geschliffen wird und/oder stoßartige Belastungen auftreten.

Verfestigungsstrahlen ist kein Ersatz für die Wärmebehandlung sondern eine ergänzende Maßnahme im Anschluss an die mechanische Bearbeitung der Verzahnung.





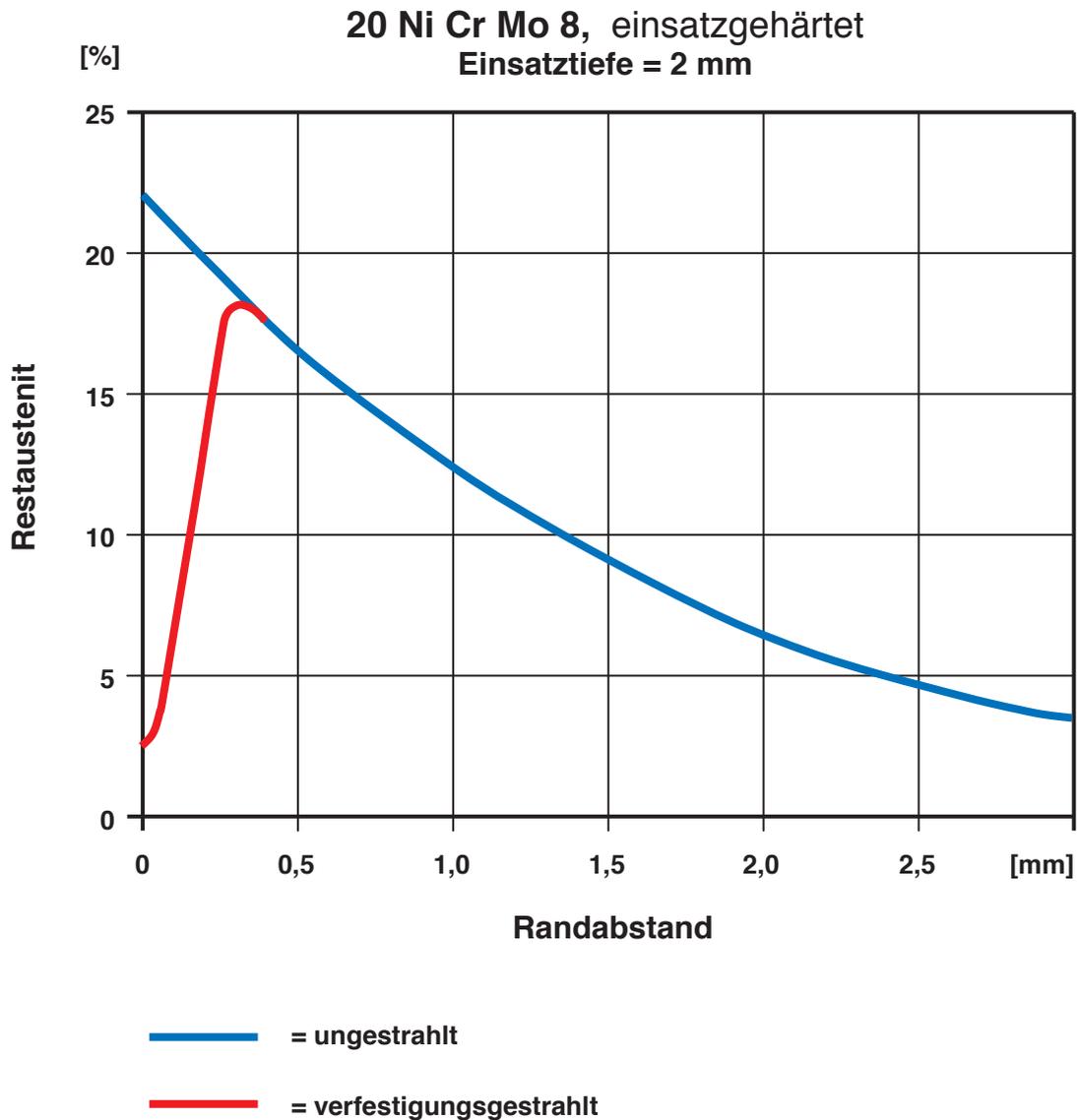
Tiefenverlauf der Druckeigenspannung nach dem Einsatzhärten und Verfestigungsstrahlen



Die durch Verfestigungsstrahlen induzierten Druckeigenspannungen haben einen sehr hohen Wert unmittelbar an und unter der Oberfläche und sind sehr vorteilhaft bei Biege- und Stoßbelastungen. Sie überlagern sich mit den durch die Wärmebehandlung erzeugten Druckeigenspannungen die an der Oberfläche deutlich abfallen.



Restaustenit nach dem Einsatzhärten und Verfestigungsstrahlen

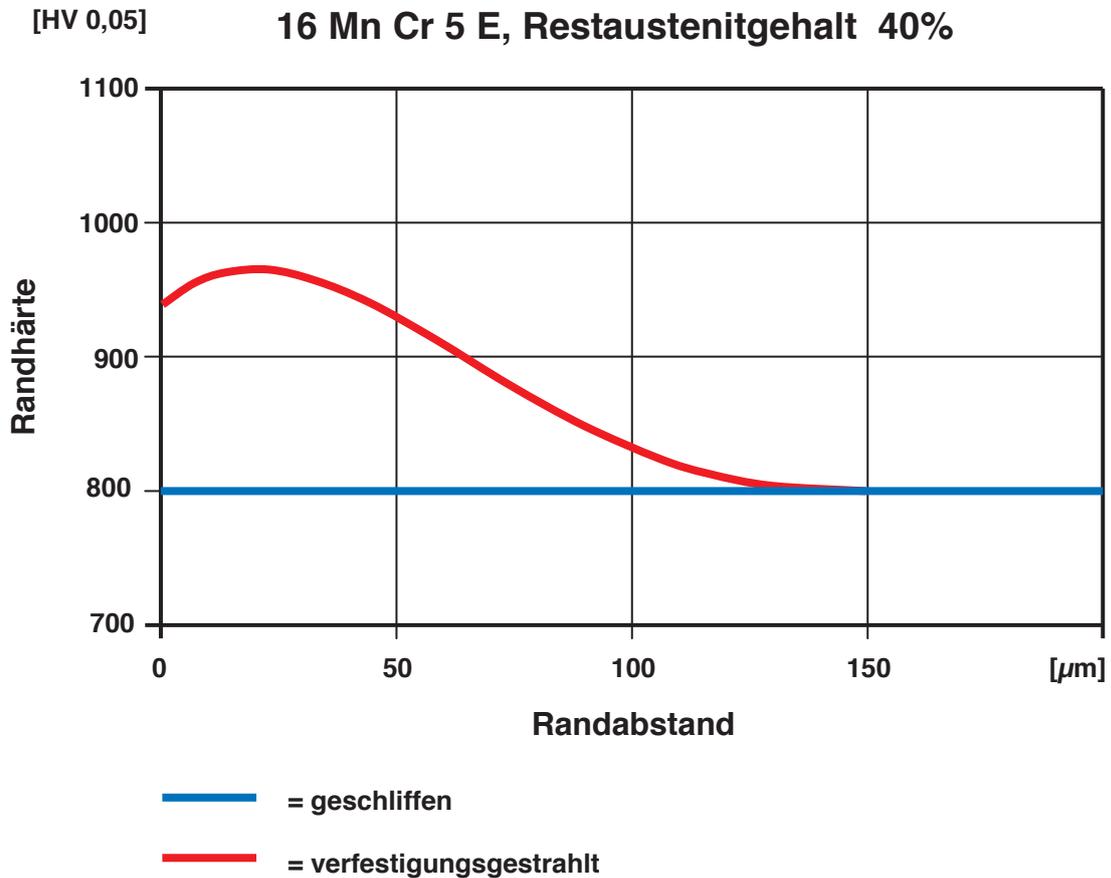


Verfestigungsstrahlen wandelt Restaustenit in Martensit um und steigert dadurch die Härte in der Randschicht. Die Verschleißfestigkeit wird erhöht, ohne Einbußen der Festigkeit und/oder Zähigkeit.





Härte nach dem Einsatzhärten und Verfestigungsstrahlen



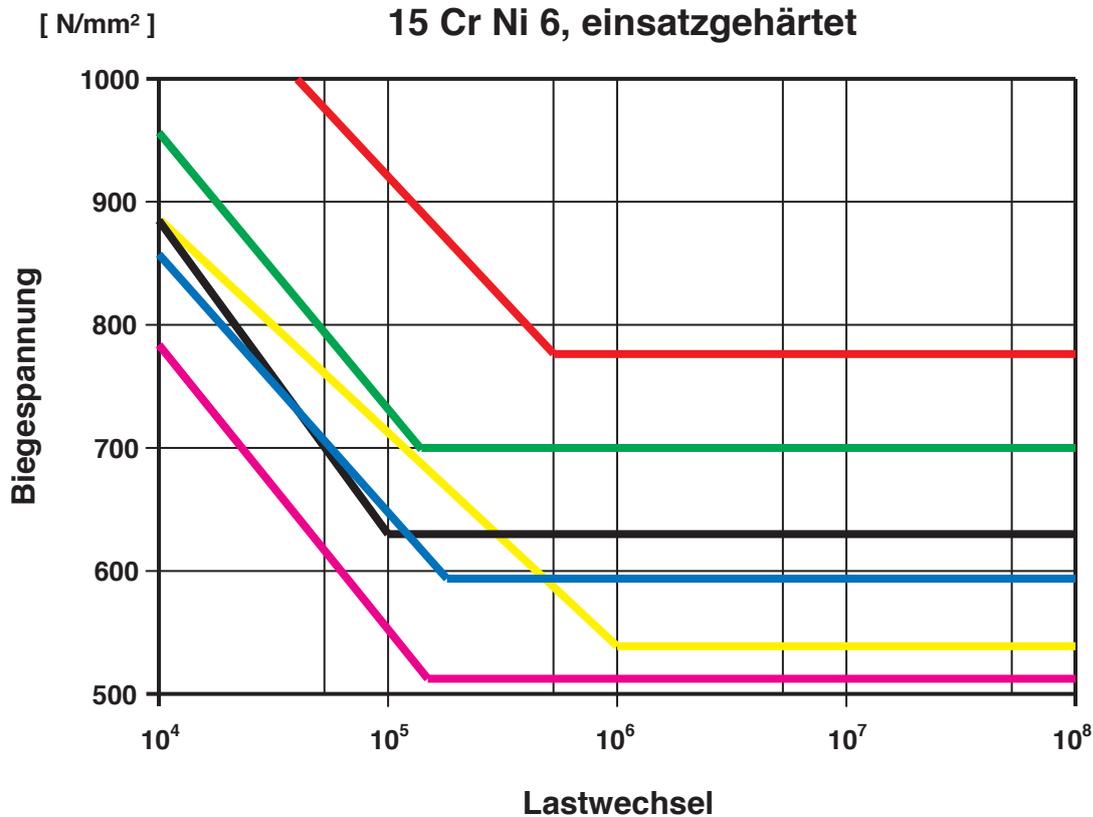
Strahlkenngrößen

Strahlmittel : Stahldrahtkorn, rund (G3), 0,6 mm \varnothing , 60 HRC
Strahlmittel-Bedeckungsgrad : 2 x t 98 %
Strahlintensität : 0,18 – 0,22 mm A

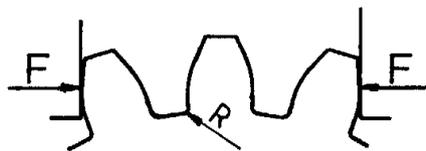




Verfestigungsstrahlen und Zahnfußfestigkeit



Kennlinie	Radius R [mm]	Bearbeitung	Strahlmittel	Strahlmittelhärte [HRC]
	1,0	gefräst	—	—
	0,6	gefräst	—	—
	1,0	kugelgestrahlt	Stahldrahtkorn, rund (G3)	48
	0,6	kugelgestrahlt	Stahldrahtkorn, rund (G3)	48
	0,6	kugelgestrahlt ohne Kontrolle	Stahlguss	45
	0,6	kugelgestrahlt	Stahlguss, rund	55

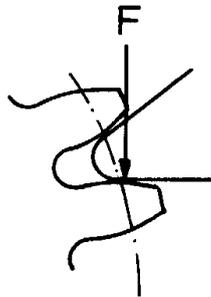
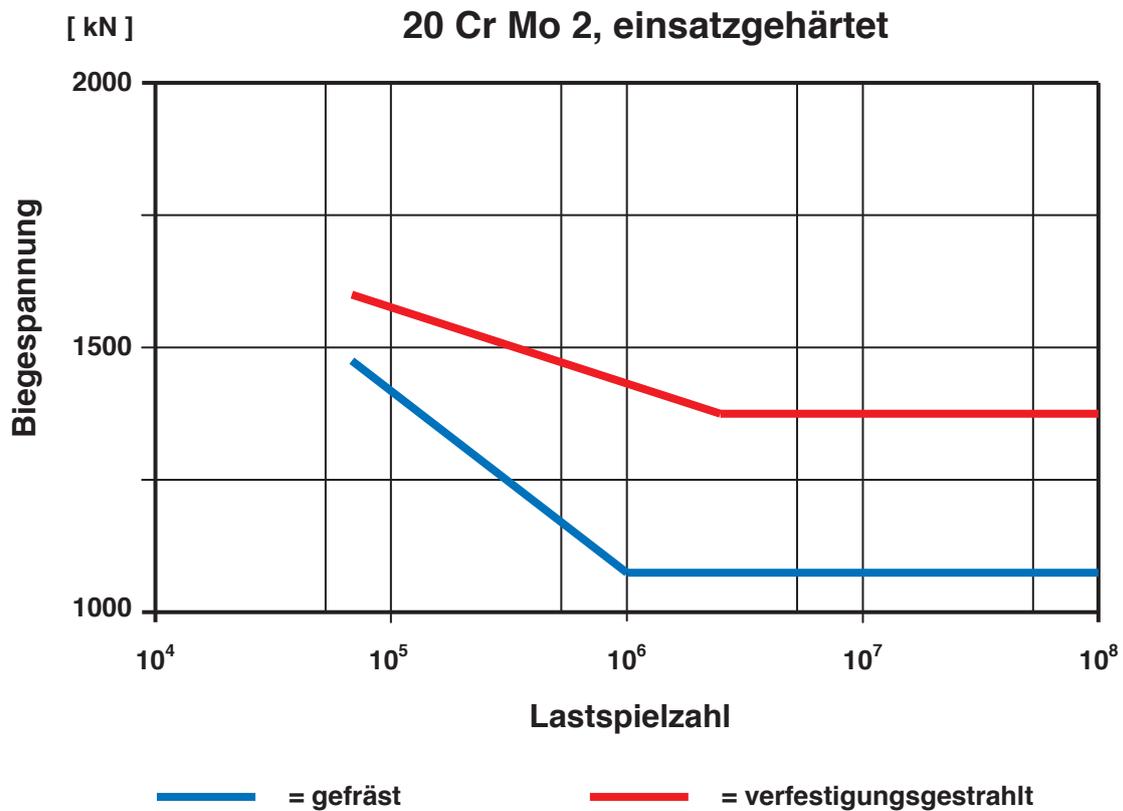


Nur sauberes Strahlmittel mit zulässiger Körnung, Kornform und Härte, liefern beim Verfestigungsstrahlen das geforderte Strahlergebnis.

Das Strahlmittel muss sauber, möglichst kugelförmig und einheitlich groß sein.

Das Strahlmittel soll mindestens die Härte des Strahlgutes (Bauteiles) haben.

Verfestigungsstrahlen und Zahnfußfestigkeit

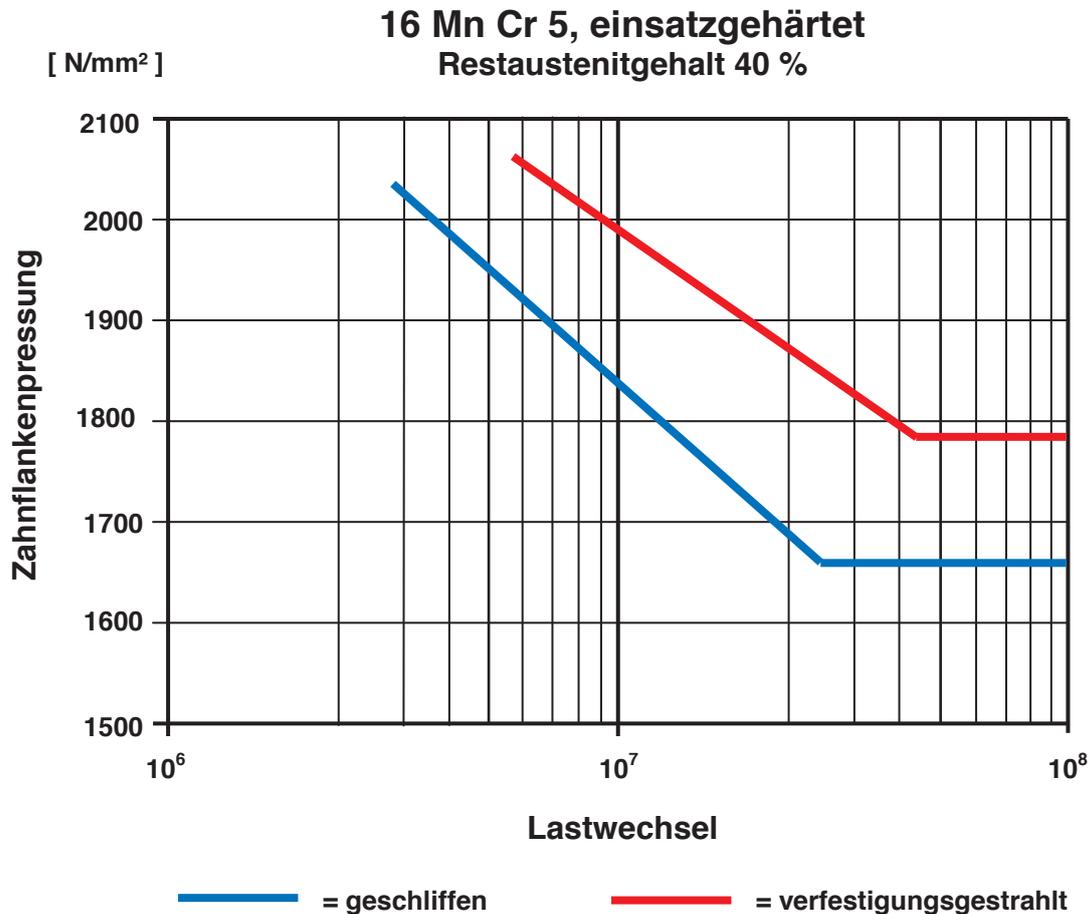


Die Einzelzahnbiegeversuche mit unterschiedlichen Zahnfußausführungen zeigen eine Steigerung der Zahnfußfestigkeit um ca. 15 – 50 % in Abhängigkeit von Kerb- und Formfaktor sowie in Abhängigkeit von den Strahlenkenngrößen beim Verfestigungsstrahlen.





Verfestigungsstrahlen und Zahnflankenfestigkeit



Strahlkenngrößen

Strahlmittel : Stahldrahtkorn, rund (G3), 0,8 mm Ø, 60 HRC
Strahlmittel-Bedeckungsgrad : 2 x t 98 %
Strahlintensität : 0,20 – 0,24 mm A

Versuchsergebnis

Die Zahnflankenfestigkeit wird abhängig von der Verzahnungsart, dem Gefügestand und der Oberflächenqualität durch Verfestigungsstrahlen um ca. 10 – 15 % erhöht.

