

Gigantische Dimensionen: Induktionshärten XXL für segmentierte Großlager

Die Firma SMS Elotherm mit Sitz in Remscheid verfügt über langjährige Erfahrungen in der Herstellung von Induktionshärtemaschinen für Großringe und Zahnkränze bis zu einem Durchmesser von 7,5 m. Für besondere Einsatzfälle, z. B. für Kräne im maritimen Bereich, werden allerdings Ringlager benötigt, deren Durchmesser noch einmal deutlich größer sind. Bis zu einem Durchmesser von ca. 10 m können Ringe aus einem Stück produziert werden. Darüber hinaus erfolgt die Fertigung in Segmenten. Entsprechend hat SMS Elotherm ihr Produktprogramm um die Elo-Ring XXL erweitert. Mit dieser Maschine können Vollringe bis zu einem Durchmesser von 10 m induktiv gehärtet werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Segmente aus Ringen bis 20 m Durchmesser zu härten. **Bild 1** zeigt einen Beispielring mit 17 m Durchmesser.

Ringsegmente dieser Dimension härtet man bisher i. d. R. auf Maschinen mit Flächenportalen, wobei ein Induktor den jeweiligen Kreisbogen abfährt. Gerade bei



Bild 1: Beispielring mit 17 m Durchmesser (Quelle: SMS Elotherm)

besonders großen Segmenten tritt aber häufig die Forderung nach einer hohen Härtetiefe auf. Diese wird u. a. dadurch erreicht, dass man mit zwei Induktoren arbeitet, wobei über ein Vor- und Nachheizen ein signifikant höherer Wärmeeintrag erzielt wird, ohne die Oberfläche zu über-

hitzen. Für eine derartige Anwendung wäre ein doppeltes Flächenportal notwendig, was technisch kompliziert und wirtschaftlich aufwendig ist.

Für die Elo-Ring XXL wurde daher ein vollkommen neuer Ansatz gewählt. Basis ist eine „gewöhnliche“ Ringhärtemaschine

für 10-m-Ringe in Kranportalausführung mit zwei Induktionsköpfen. Jeder Kopf kann unabhängig vom anderen Kopf in drei Raumrichtungen bewegt und um seine Hochachse geschwenkt werden. Die Werkstückaufnahme rotiert das Werkstück. Sie ist darüber hinaus um eine weitere NC-Achse zur linearen Bewegung in Richtung des Kranportals ergänzt worden (**Bild 2**).

Durch diese Ausstattung ermöglicht die Maschine die gleichzeitige Härtung von zwei Einzel- oder Doppelverzahnungen oder zwei Laufbahnen. Sie kann auch im Tandembetrieb zum Vorwärmen und Härten einer Laufbahn genutzt werden.

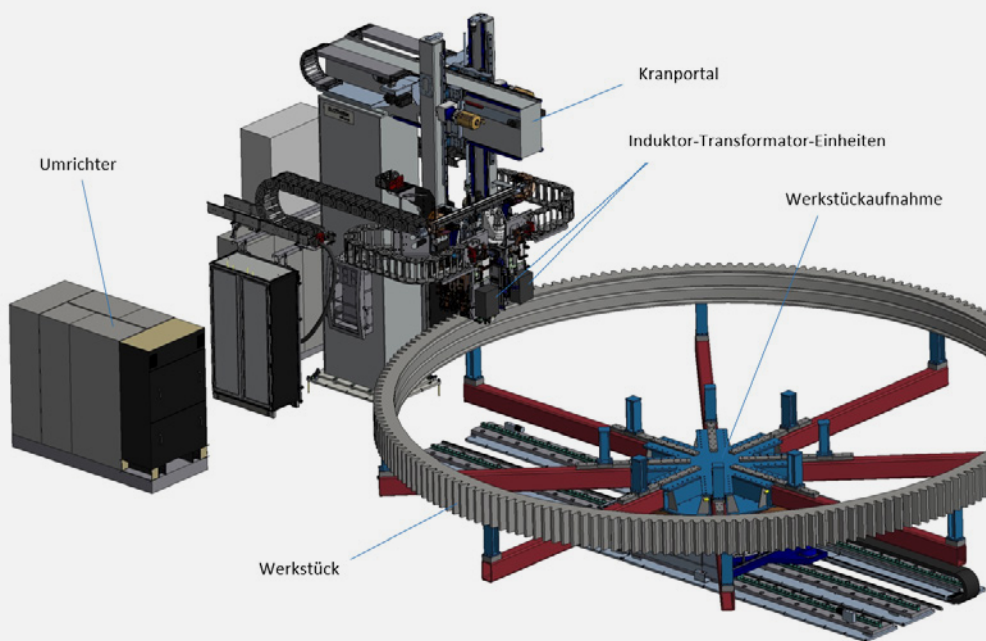


Bild 2: Induktionshärtemaschine Elo-Ring XXL mit Ring (Quelle: SMS Elotherm)

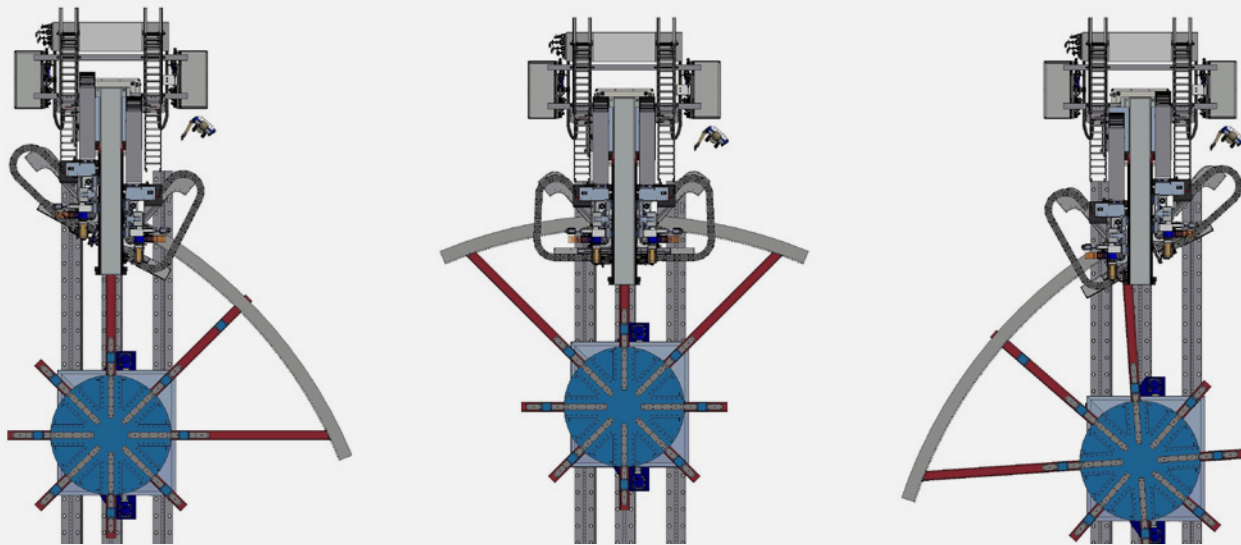


Bild 3: Bewegungsablauf beim Segmenthärten (Einlaufbereich, Mitte, Auslaufbereich) (Quelle: SMS Elotherm)

Die Grundidee bei der Segmenthärtung ist es, das übergroße Ringsegment durch die synchronisierte Bewegung aller NC-Achsen so an den Induktoren vorbeizuführen, dass eine homogene zweistufige Bearbeitung erfolgt (**Bild 3**).

Bei der Umsetzung sind vielfältige Anforderungen einzuhalten:

- Beide Induktoren müssen sich in einem stetigen Kurvenzug über das Werkstück bewegen
- Die Bahngeschwindigkeit der Induktoren über dem Werkstück muss konstant sein
- Der radiale Koppelabstand der Induktoren zum Werkstück muss konstant sein
- Der axiale Koppelabstand der Induktoren zum Werkstück muss konstant sein
- Die Induktoren müssen immer senkrecht auf der Oberfläche des Werkstücks stehen
- Der Abstand der beiden Induktoren zueinander muss über den gesamten Prozess gleich sein
- Die durch den Prozess zwangsläufig entstehende Wärmedehnung des Werkstücks in axialer und radialer Richtung muss erfasst und kompensiert werden, ohne die vorherigen Punkte zu verletzen.

Diese Anforderungen können nur erfüllt werden, wenn sich alle zehn NC-Achsen gleichzeitig und in synchronisierter Weise

bewegen, wobei die vorausberechneten Bahnen „live“ durch aktuelle Messwerte angepasst werden. Es ist leicht zu erkennen, dass die gegenseitigen Abhängigkeiten hochgradig nichtlinear sind.

Die steuerungstechnischen Möglichkeiten einer „normalen“ Werkzeugmaschine enden in der Regel bei einer 5-Achs-Interpolation.

Daher wurde für die Steuerung ein softwaretechnisches Funktionsmodul entwickelt, das die Vorausberechnung der Bahnen, welche Überwachung der aktuellen Koppelabstände und im Ergebnis die Bahnsteuerung aller Achsen übernimmt.

Für den späteren Betreiber ergeben sich daraus unmittelbar zwei Fragen:

- Wie lange dauert es, eine solch komplexe Maschine auf ein neues Werkstück einzurichten?
- Welche besonderen Anforderungen werden dabei an den Einrichter/Bediener der Maschine gestellt?

Das haben die Ingenieure von SMS Elotherm berücksichtigt und in das Funktionsmodul eine „Self-Programming-Function“ implementiert. In die Maschine wurde ein hochwertiger Funkmesstaster integriert (**Bild 4**). Damit hat sie die Funktionalität einer 3D-Koordinatenmessmaschine.

Innerhalb von 5 min wird ein neues Werkstück vermessen und auf dieser Basis werden die Induktorpositionen und alle

Bahnkurven für den Prozess berechnet. Unmittelbar vor dem Beginn des Härteprozesses tasten dann die Induktoren das Werkstück automatisch an, um zu prüfen, dass die Koppelabstände auf 0,1 mm genau eingestellt sind.

All das findet ohne manuellen Eingriff statt, sodass ein Bediener, der bisher eine Ringhärtemaschine für Vollringe eingerichtet und betrieben hat, auch ohne Weiteres Segmente bearbeiten kann. Die Maschine

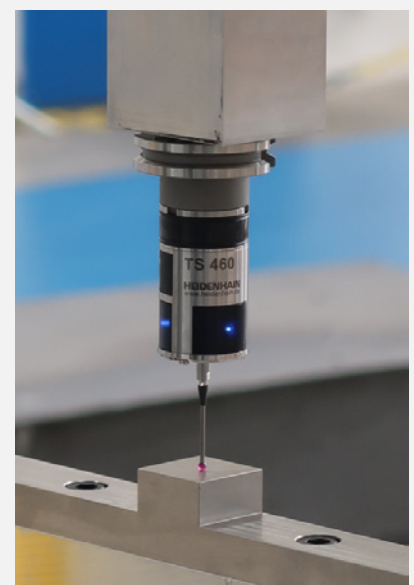


Bild 4: Funkmesstaster (Quelle: SMS Elotherm)

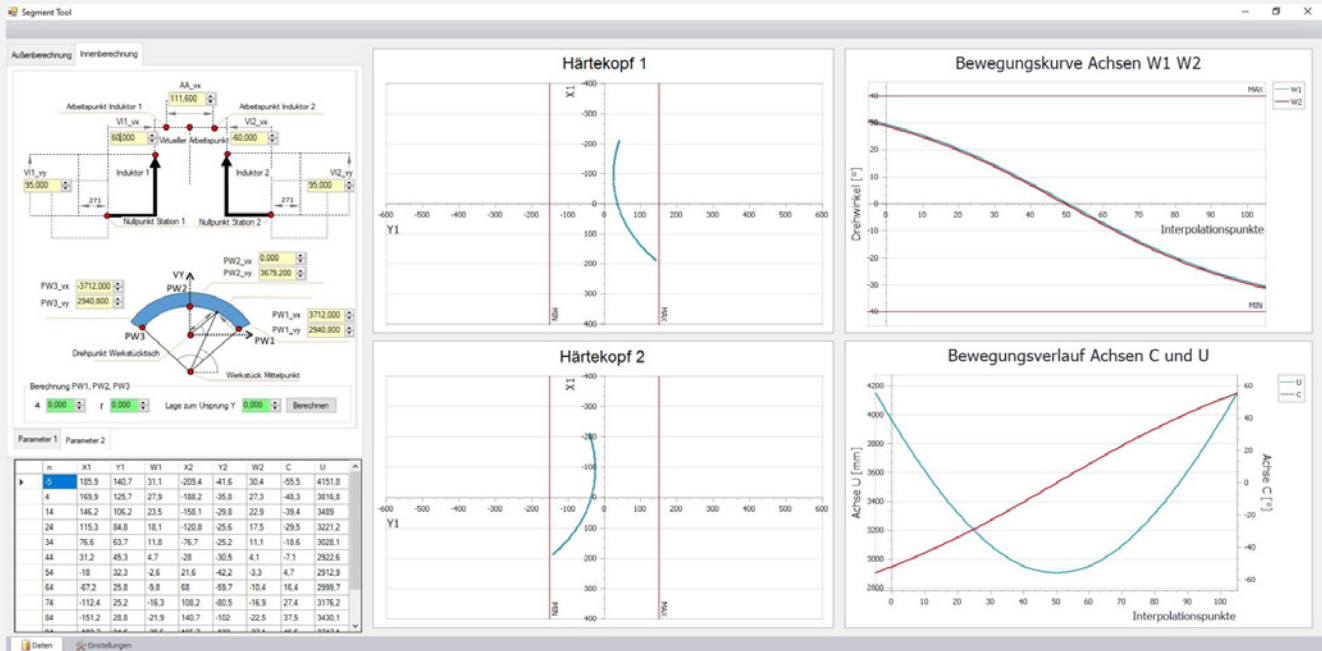


Bild 5: Bildschirmdarstellung des Simulationsprogramms (Quelle: SMS Elotherm)

programmiert die gesamte Geometriesteuerung selbst. Die SMS Elotherm liefert ihren Kunden damit ein „Rundum-sorglos-Paket“, das auf dem Markt seinesgleichen sucht.

Die Segmente übergroßer Ringe sind in ihrer Geometrie recht vielfältig (Ringdurchmesser, Teilungsanzahl, Profil). Wie kann ein Betreiber der Maschine bei einer Anfrage seines Kunden eigentlich prüfen, wie er ein

Segment auf seiner Maschine bearbeiten kann und welche Geometrie der dafür notwendige Induktor haben muss?

Die SMS Elotherm stellt dafür ein CAE-Tool zur Verfügung. Ein zur Geometriesteuerung identisches Funktionsmodul wurde in ein PC-Programm eingebettet. **Bild 5** zeigt eine Bildschirmdarstellung des Simulationsprogramms. Mit diesem Tool kann

der Maschinenbetreiber die Geometriedaten des Werkstücks eingeben und dessen Bearbeitung simulieren, exakt nach den Bewegungsgesetzen, wie sie auch in der Maschinensteuerung verwendet werden. Im Ergebnis erkennt der Betreiber, wie er sein Werkstück auf der Maschine zweckmäßigerweise positionieren muss und seine Induktoren optimal gestalten kann.



Bild 6: Erprobungsphase bei SMS Elotherm (Quelle: SMS Elotherm)



Bild 7: Härtung eines Segments in der Erprobungsphase (Quelle: SMS Elotherm)

Bei der Maschine handelt es sich nicht um ein Entwicklungsprojekt, sondern um eine reale Maschine, die schon seit über einem Jahr zur Zufriedenheit eines langjährigen Kunden, der Liebherr-Components AG läuft. **Bild 6** und **Bild 7** zeigen die Erprobungsphase bei SMS Elotherm, in **Bild 8** ist die Gesamtmaschine dargestellt.

Auf der Maschine lassen sich selbstverständlich auch Vollringe bis zu einem Durchmesser von 10 m

in der bekannten Qualität induktiv härten. Dabei sind alle Bearbeitungen möglich (innen/außen, Laufbahn/Zähne).

Es kommt dem Betreiber zugute, dass die Maschine über zwei Induktionsköpfe verfügt. Beim Laufbahnhärten können damit höhere Härtetiefen erzielt oder alternativ zwei Laufbahnen gleichzeitig, aber unabhängig voneinander bearbeitet werden. Beim Zahnhärten kann über den Gleichzeitigkeitsfaktor 2 oder 4 die Taktzeit entscheidend verkürzt werden kann.

Fazit

Die Elo-Ring XXL ist eine hochproduktive Maschine. Durch die Möglichkeit, neben den Vollringen bis 10 m Durchmesser auch Segmente von Ringen bis zu einem Durchmesser von 20 m zu härten, deckt sie ein riesiges Spektrum an Bauteilen ab und ist daher äußerst vielseitig einsetzbar, was eine hohe Auslastung sicherstellt.

Der Fertigungsprozess des Induktionshärtens leistet einen großen und entscheidenden Beitrag für die Erfüllung von qualitativ sehr hohen Anforderungen im gesamten Herstellungsprozess. Die zum Teil sehr anspruchsvollen Bauteil- und

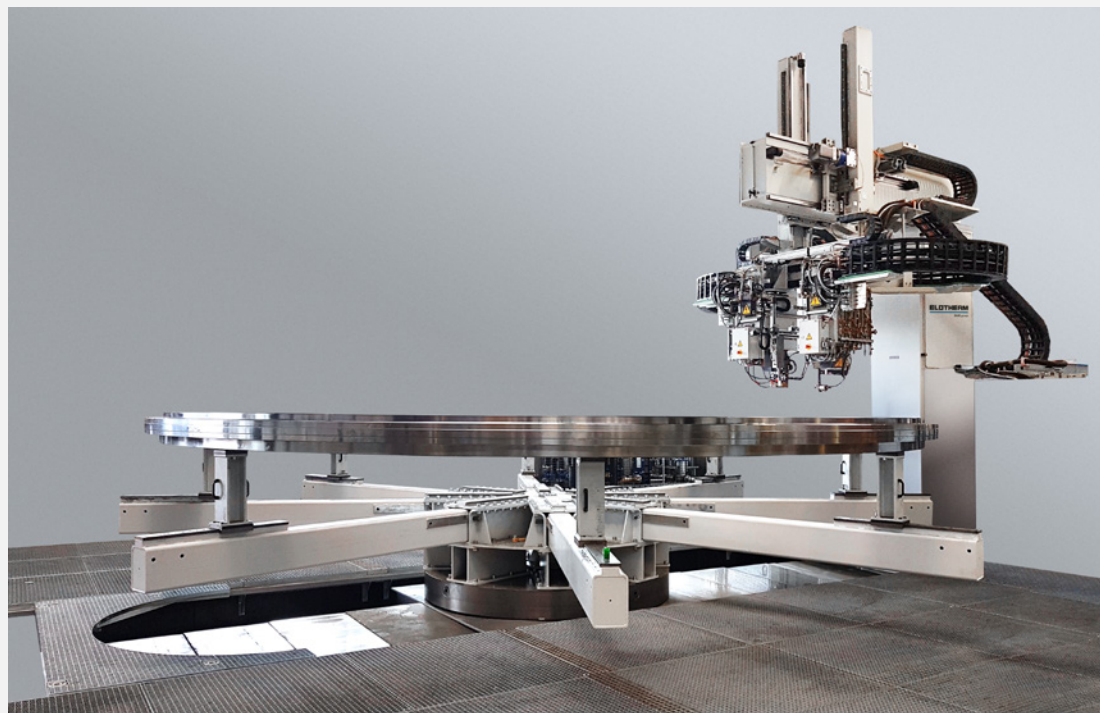


Bild 8: Gesamtfoto der Induktionsmaschine (Quelle: SMS Elotherm)

Verschleißeigenschaften von Drehverbindungen für Windkraftanlagen oder maritime Anwendungen können mit der Maschine von SMS Elotherm sichergestellt werden und tragen wesentlich zur Verlängerung der Lebensdauer von Großlagern bei.

Der Induktionshärteprozess erzielt reproduzierbare Ergebnisse und zeichnet sich insgesamt als energieeffiziente Bearbeitungsform aus, um auch komplexe Bauteile unterschiedlicher Größe und vielseitiger Härteanforderungen partiell und wirtschaftlich härten zu können.

Individuelle Kundenvorgaben für ungeteilte Drehverbindungen als auch für segmentierte Großlager können durch die Erweiterung des Produktportfolios abgedeckt werden. Mit zunehmender Verbreitung von immer größer werdenden Offshore-Applikationen als Lieferant umweltfreundlichen Stroms wird auch das Induktionshärten zunehmend an Bedeutung gewinnen und sich neuen Herausforderungen stellen. Dabei geht es einerseits um die Erhöhung der Produktivität durch optimierte Vorschub- oder Gesamtflächentechniken und andererseits

um stark reduzierte Nebenzeiten durch Automation und den gezielten Einsatz komplexer Softwarelösungen.

Weitere Informationen finden Sie unter: www.sms-elotherm.com

AUTOREN



Tobias Binner
SMS Elotherm GmbH
Remscheid
02191 / 891-790
t.binner@sms-elotherm.com



Sascha Brill
SMS Elotherm GmbH
Remscheid
02191 / 891-571
s.brill@sms-elotherm.com



Dr. Stefan Dappen
SMS Elotherm GmbH
Remscheid
02191 / 891-204
s.dappen@sms-elotherm.com