

# Prozessrelevante Ausprägungen an Fixturhärtepressen zur Verzugsminimierung

von **Hans-Joachim Wickert, Marc Jordan**

Die Wärmebehandlung von Stahl gewinnt in der Automobilindustrie, im Maschinen- und Anlagenbau sowie im Werkzeugbau weiterhin an Bedeutung. Dies gilt vor allem im Hinblick auf höhere Leistungen bei gleichzeitiger Gewichtsreduzierung. Besondere Beachtung und Entwicklung hat in den letzten Jahren der Bereich des Fixtur- und Presshärtens erfahren. Der folgende Beitrag zeigt die wesentlichen Aspekte zur anlagen- und verfahrenstechnischen Auswahl geeigneter Fixturhärtepressen, die insbesondere zur Verzugsminimierung von Getriebeteilen eingesetzt werden.

## Process-relevant characteristics of fixture hardening presses

The heat treatment of steel continues to gain in importance within the automotive industry, mechanical engineering, plant construction as well as tool making. This particularly applies to high performance while reducing weight. Within the past years, the areas of fixture and press hardening have experienced special attention and development. The following article highlights the significant aspects of fixture hardening presses for plant and process engineering which are notably used in particular for minimal distortion of gear parts.

Bei der Auswahl von Fixturhärtepressen sind verschiedene Aspekte zu beachten. Neben der zu erzielenden geometrischen Bauteilqualität, der Prozesssicherheit und der Prozessüberwachung spielt vor allem die Anlagenverfügbarkeit bei der Auswahl eine entscheidende Rolle. Die Aspekte der Auswahl von Fixturhärtepressen werden im Folgenden dargestellt.

### VERFÜGBARKEIT

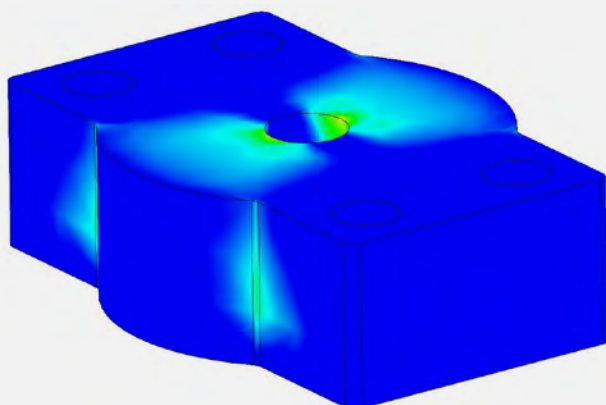
Eine hohe Verfügbarkeit muss gewährleistet sein, denn die Aufkohlung der Getriebeteile im Drehherd oder Durchstoßofen darf eine gewisse Zeit nicht überschreiten, da ansonsten alle Bauteile, die sich im Ofen befinden, nicht weiterverwendet werden können. In der Regel ist der wirtschaftliche Schaden an dieser Stelle immens. Hinzu kommt, dass die modernen Härteanlagen hochverkettet sind. Die Kette der Arbeitsstationen kann wie folgt aussehen: Der Härtepresse ist zuerst ein Bauteilpuffer mit Feeder vorge-

schaltet, nach der Presse folgen Schleuder- und Waschstationen, danach die Übergabe an eine Fördertechnik, welche die Teile dem Entspannungssofen zuführt und anschließend einer Sauberkeitsstrahlanlage übergibt.

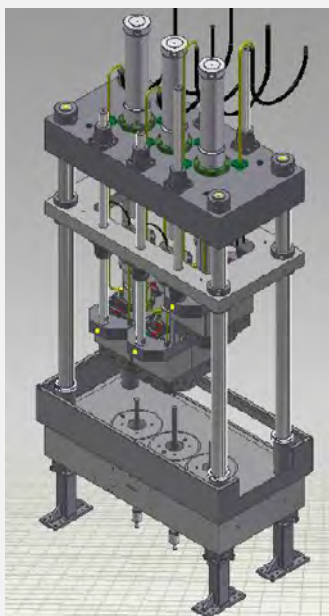
Diese seriell verketteten Arbeitsstationen erfordern eine hohe Verfügbarkeit jeder einzelnen Position, da der Ausfall einer Position unweigerlich zu Folgeausfällen der nachgeschalteten Positionen führt und somit die Verfügbarkeit der gesamten Anlage zurückgeht. Neben erprobten und zuverlässigen Einzelkomponenten, empfiehlt es sich, geeignete Notfallstrategien und Bypasslösungen zu implementieren, um bei Ausfall einer Arbeitsposition die vorgeschalteten Arbeitspositionen weiterbetreiben zu können. Dadurch kann in den meisten Fällen die Ofenladung unbeschadet ausgebracht werden.

### QUALITÄT

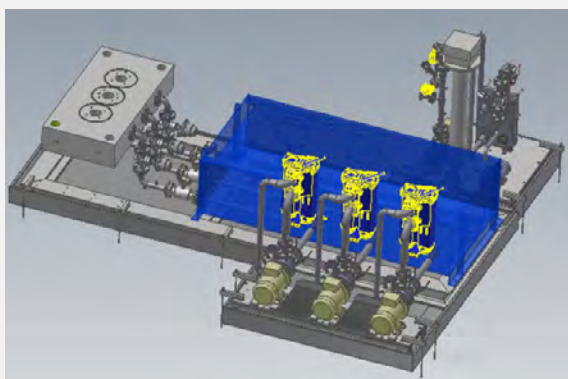
Die maßliche Qualität der Bauteile – insbesondere die Maßhaltigkeit nach dem Härten – ist eine wesentliche Anforderung



**Bild 1:** FEM-Berechnung einer Druckplatte



**Bild 2:** 3-Stationen Fixtur-Härtepresse



**Bild 3:** Aggregat Abschreckmedium

rung an eine Härteanlage bzw. Härtepresse.

Neben der Maßhaltigkeit der Bauteile ist eine weitere Aufgabe der Härteanlagen die Vermeidung von Rissbildung in den Bauteilen, die Erzeugung eines möglichst homogenen Gefüges während des Abhärtens und nicht zuletzt die Verkürzung der Abhärtezeiten.

### PROZESSTAUGLICHE AUSRÜSTUNG

Beim Fixturhärten werden Härtewerkzeuge mit Spreizdorn oder Härtewerkzeuge mit Festdorn verwendet. Sehr häufig kommen Werkzeuge mit Festdorn zum Einsatz, von denen nachstehend die Rede sein soll.

Die Erhaltung der Rundheit während des Abschreckens wird hierbei durch den Festdorn übernommen, auf den das Bauteil aufschumpft und sich deshalb weniger verformt, als es beim Freihärten der Fall wäre.

Sogenannte Niederhalter, die während des Abschreckens innerhalb des Werkzeuges auf das Bauteil einwirken, sollen die Ebenheit und den Planlauf der Getriebeteile erhalten.

Halten der Bauteile während des Abhärtens

- am Innendurchmesser über Festdorn oder Spreizdorn
- am Außendurchmesser über konische Segmente
- auf der Fläche mittels Niederhaltern
- auf der Verzahnung mittels Niederhaltern

Damit dies alles in guter Präzision ablaufen kann, muss die Mechanik der Presse ausreichend dimensioniert sein, so dass die maximale Durchbiegung unter Volllast während des Auspressvorganges bei maximal 0,1 mm liegen sollte.

Die maximale Auspresskraft sollte auf die 3-fache Betriebskraft ausgelegt sein, damit auch Bauteile mit Toleranzabweichungen noch zuverlässig ausgepresst werden können (**Bild 1**).

Säulengeführte Fixturhärtepressen sollten einen maximalen Seitenversatz pro 100 mm Schließhub von 0,02 mm und eine Parallelität der Aufspannplatten zueinander von absolut 0,2 mm aufweisen (**Bild 2**).

Aber nicht nur eine gute Mechanik, sondern auch eine entsprechend flexible und intelligente Hydraulik verspricht im Zusammenspiel reproduzierbare Ergebnisse.

Über die Rezeptur in der SPS-Steuerung können die Maschinenparameter für jedes Werkstück gespeichert und abgerufen werden. Der Einsatz einer proportionalen Druckregelung für jeden Niederhaltezyylinder, für den Dornzylinder und den Auspresszylinder lassen eine individuelle Einstellung für das Bauteil zu.

Um die Leistungsfähigkeit der Abschrecköle nicht zu mindern, ist eine strikte Trennung von Hydrauliköl und Abschreckmedium unabdingbar (**Bild 3**).

Dies wird in erster Linie durch die Verwendung von weichdichtenden Bördelverschraubungen und weichdichtenden Einschraubverschraubungen erreicht.

Die Instandhalter begrüßen zudem gut einsehbare und zugängliche Hydraulikkomponenten, so dass eine Leckage sofort erkannt werden kann (**Bild 4**).

Die hohe Prozessdynamik beim Abhärten der Bauteile im Fixturwerkzeug bewirkt, dass große örtliche Temperaturgradienten zu Spannungen im Bauteil führen, sich also inhomogene Zustände begleitet von einer Volumenvergrößerung einstellen. Dies führt zu einer Ausdehnung der Randschicht während des Übergangs in ein martensitisches Gefüge. Aufgrund dessen kann es zur Rissbildung kommen. Dem entgegen wirkt die Einstellbarkeit des Volumenstroms des Abschreckmediums, so dass zum Beispiel mit einer geringen Vorflutmenge begonnen wird und erst zu einem späteren Zeitpunkt der volle Volumenstrom in das Härtewerkzeug gegeben wird. Auch die Ölmenge, welche über die Innenseite bzw. über die Außenseite des Bauteiles geführt wird, kann zur Vermeidung von Rissbildung beitragen.

Ergänzend wird mit Hilfe von mechanischen Leitblechen, speziellen Bohrbildern und Leitkanälen innerhalb des Werkzeugs Einfluss auf die Anströmung genommen, um möglichst homogene Abschreckergebnisse zu erzielen und um den oft sehr unterschiedlichen Bauteilgeometrien gerecht zu werden (**Bild 5**).

Die Temperierung des Härteöles im Bereich von 40 °C bis 80 °C beeinflusst die Schärfe der Abschreckung und somit auch die Vermeidung von Rissbildung.

Durch eine intelligente Führung des Härteölstromes entlang des Bauteils zur Erzeugung eines enganliegenden Härteölstromes werden Abhärtezeiten von Getriebeteilen zum Teil erheblich verkürzt. Hier spielt auch die Möglichkeit einer Ablaufdrosselung im Härteölrücklauf eine Rolle, wenn es darum geht, die Dampfhautphase, die als wärmeisolierender Dampfmantel mit geringer Abkühlwirkung auftritt, abzukürzen. Je schneller der Abschreckprozess in die sogenannte Konvektionsphase übergeht, desto besser ist die Wärmeabfuhr durch Wärmeleitung mit großer Abkühlwirkung zu erreichen.

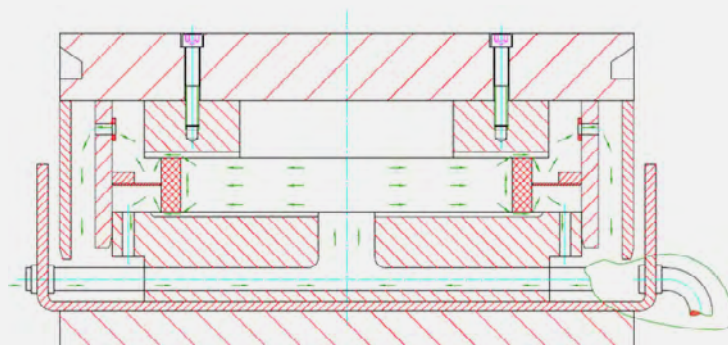
Reproduzierbare Prozessbedingungen sind jedoch vor allem mit dem Abschreckmedium zu gewährleisten. Hierzu gehören die exakte Regelung der Härteöltemperatur und das Vorheizen der Fixtur-Werkzeuge auf Betriebstemperatur vor Produktionsbeginn. Temperaturabweichungen von 5 °C können schon zu veränderten Ergebnissen führen. Eine Regelgenauigkeit von  $\pm 2$  °C ist einzuhalten.

Der Härteölbehälter mit seinen Elementen sollte eine stetige und immer gleichbleibende Aufbereitung des Abschreckmediums durch Filtern, Temperaturregelung und Zuführung desselben zu den Bauteilen innerhalb der Fixtur sicherstellen. Die Vorheizstationen für die Härtewerkzeuge sind zweckmäßigerweise in den automatischen Werkzeugwechsler integriert.

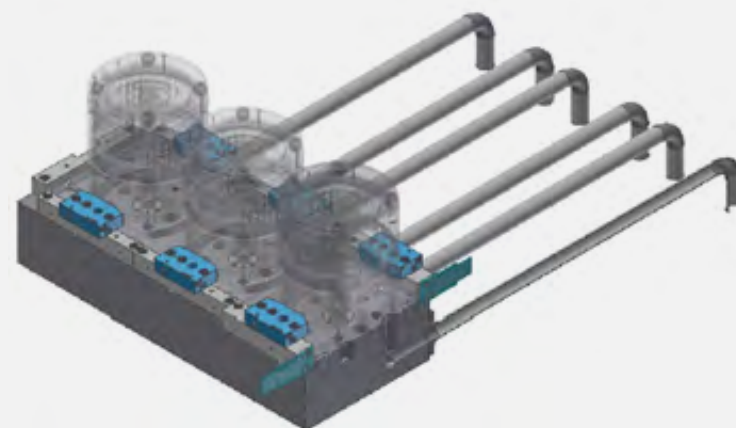
Heizregister und Plattenwärmetauscher zur Kühlung



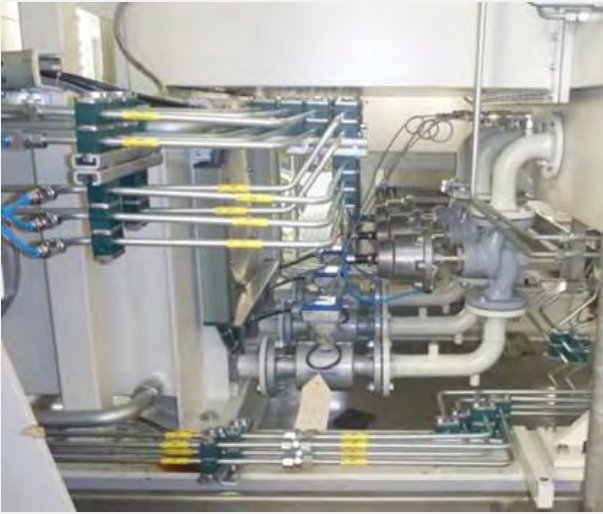
**Bild 4:** Hydraulikaggregat



**Bild 5:** Schematische Darstellung Anströmung der Bauteile



**Bild 6:** Gefasster Rücklauf Abschreckmedium



**Bild 7:** Proportionalregelung Zulauf Abschreckmedium



**Bild 8:** Volumenstrommessung Rücklauf Abschreckmedium



**Bild 9:** Auswertelektronik Messstößel Werkzeugsicherung

sind in den Tank eingebaut. Große Duplexfilter übernehmen das Abfiltern von Zunder-Partikeln, die im Abschreckprozess entstehen. Um die Belastung der Filter zu verringern, ist der Behälter von einer Sedimentierabteilung unterteilt, sodass im Ansaugbereich der sogenannten Pflegepumpe ein Teil der Partikelast bereits abgeschieden ist. Die Aufnahmeplatte für die Mutterwerkzeuge (Grundvorrichtungen) besitzt einen gefassten Rücklauf für das Abschreckmedium (**Bild 6**). Dadurch kann das Härteöl direkt in den Härteölbehälter zurückgeführt werden, wo es weit unter dem Mediumsspiegel ausströmt und die Dampfblasen kondensieren. Dies führt zu einer sehr geringen Härteöldampfbildung. Eine Absaugung und der Einsatz von Naßwäschern sind somit nicht erforderlich. Der gefasste Rücklauf ermöglicht auch konstante Druckverhältnisse im Härteölbehälter bei variablen Härteölströmen. Die stufenlose Regelung des Volumenstroms sollte über Stetigventile erfolgen, bei gleichzeitiger Durchflussmessung, damit die Volumenströme überwacht und archiviert werden können (**Bild 7** und **Bild 8**). Eine Regelung in Stufen, in der Regel nur aus drei Stufen bestehend, ist in manchen Bereichen ausreichend, bei der Härtung von Getriebeteilen jedoch nicht zu empfehlen.

### ABGESICHERTE PROZESSE UND ANLAGENVERFÜGBARKEIT

Eine sichere Produktion wird durch Schiefлагenerkennung und Werkzeugsicherung unterstützt. Messstößel in der Presse überwachen wichtige Zustände (**Bild 9**) wie etwa

- Werkzeugerkennung und Überwachung der Werkzeugspannlage
- Erkennung der Wechselteile und deren Einbaulage
- Erkennung von Fremdkörpern, während des Schließvorganges als Werkzeugsicherung
- Erkennung von Bauteilschieflagen
- Erkennung der Bauteilhöhe mit Plausibilitätsprüfung zur Identifikation von Falschteilen

Bei der Eingabe von bauteilspezifischen Datensätzen (Rezepte) kann es zu Falscheingaben kommen. Diese Handeingabe wird durch eine Vernetzung mit Wickert Net weitestgehend überflüssig (**Bild 10a** und **Bild 10b**). Durch die elektronische Eingabe wird der Prozess sicherer.

Die Vernetzung übernimmt folgende Funktionen:

- zentrale Datensatzablage
- zentraler Datensatzversand
- zentrale Beobachtung
- bidirektionale Kommunikation

Eingesparte Energie sind eingesparte Prozesskosten. Das standardisierte Energiemanagement Wickert Eco (**Bild 11**) dient zur Aktivierung eines mehrstufigen Schlafmodus bei Unterbrechungen:

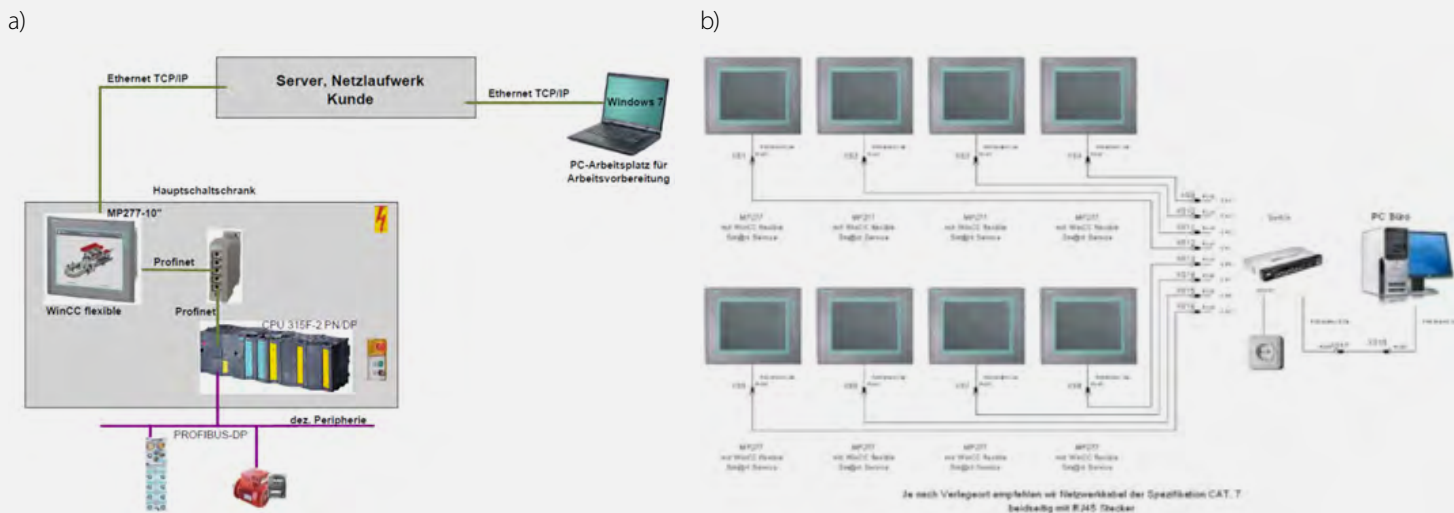


Bild 10 a/b: Wickert Net

- automatisch,
- aktivieren von Hand,
- über Wochenuhr.

Dies führt zu 80 % Energieeinsparung bei langen Unterbrechungen und 40 % Energieeinsparung bei kurzen Unterbrechungen.

Ein automatischer, koordinierter Wiedereinschaltvorgang sorgt für ein zuverlässiges Anlaufen der Anlage in der richtigen Reihenfolge. Archivierung von Ist-Daten und Überwachung von qualitätsrelevanten Daten erledigt Wickert Log, ein verfahrenstechnisches Diagnoseinstrument mit Prozessdatenerfassung (nt) und Langzeit-Bild-



Bild 11: Wickert Eco

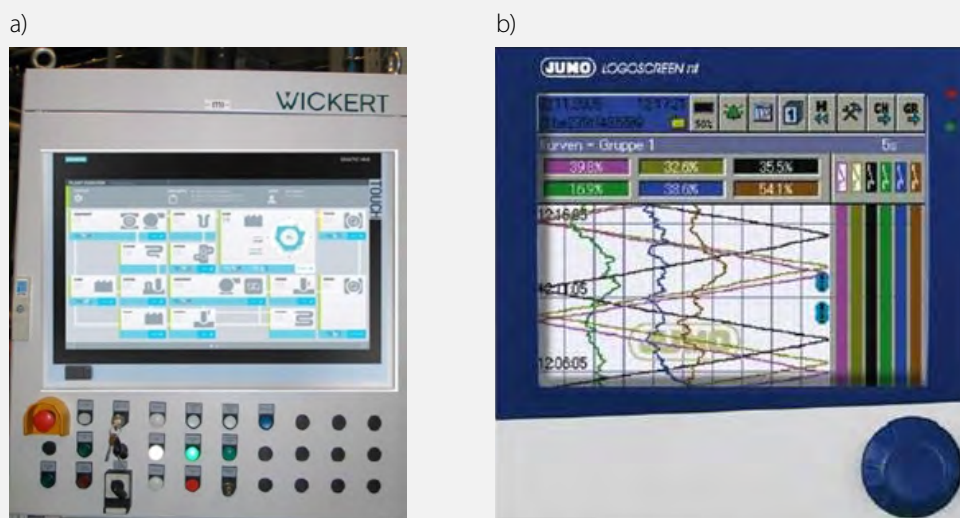
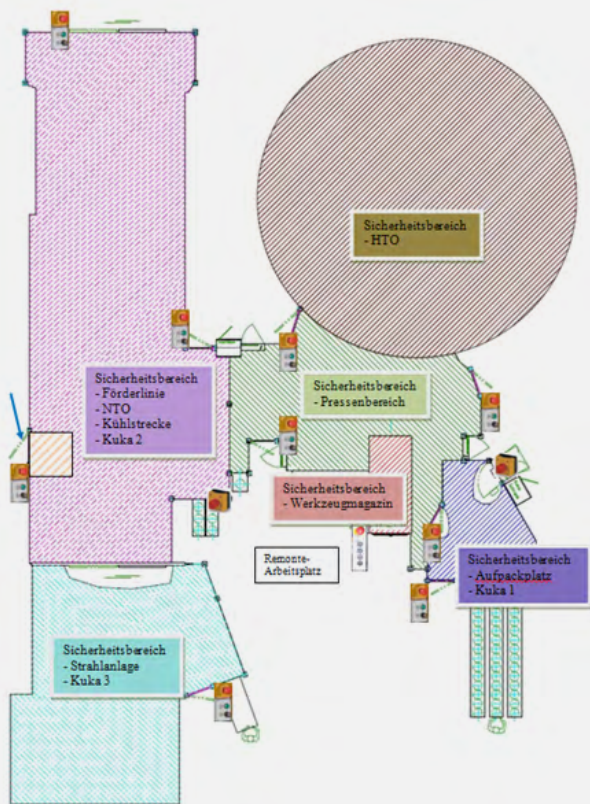


Bild 12 a/b: Wickert Log



**Bild 13:** Wickert Safe

- wahlweise Bauteiltemperatur,
- Bauteilhöhe,
- Bauteildurchmesser,
- Härtezeit.

Eine Verbesserung der Verfügbarkeit einzelner Arbeitsstationen in der Fertigungskette wird durch die Wickert Safe (**Bild 13**) Konzeption geschaffen. Getrennte Sicherheitsbereiche in der Anlage sorgen dafür, dass in diesen Teilbereichen eine Wartung oder eine Reparatur durchgeführt werden kann, während andere Anlagenteile weiter produzieren.

Die hier beschriebenen prozessrelevanten Ausprägungen an Fixturhärtepressen sind bei den Anwendern von Wickert-Pressen und Pressanlagen erfolgreich im Einsatz und unterstützen den Produzenten von Getriebeteilen bei seiner täglichen Arbeit.

### ZUSAMMENFASSUNG

Das Press- und Fixturhärten komplexer Bauteile sieht sich heute mit strengen Vorgaben konfrontiert, in Bezug auf Werkstoff-, Festigkeits- und Härtekennwerte in Zusammenwirken mit der Minimierung des Maß- und Formverhaltens. Ob Pressen mit manueller Beschickung oder auch vollautomatische Systemen moderner hydraulischer Pressen – der Bauteilverzug kann mit entsprechender fachkundiger Anlagenauslegung minimiert werden. In die vollautomatischen Systeme werden neben den Fixturhärtepressen auch Zuführsysteme, Bauteilpuffer, Waschmaschinen und Strahlanlagen integriert, so dass höchstmögliche Produktivität, bei optimaler Reproduzierbarkeit und Bauteilqualität möglich sind.

schirmschreiber bzw. Langzeit-Archivierung. Die Wickert Log (**Bild 12a** und **Bild 12b**) Auswertesoftware kann sowohl auf dem IPC der Anlagensteuerung installiert werden, als auch auf einem Büro-PC im Firmennetz.

Rucksackdaten der Bauteile:

- Artikelnummer,
- Chargennummer,
- Zählnummer,
- Ofensektion,
- Ofenstage,
- Ofenzeit,
- Bahnnummer,
- NIO-Grund,
- SPC-Teil.

Erfasste Prozessdaten:

- Härtemediumstemperatur,
- Mediumsfluss,
- Auspressdruck,
- Haltedrucke,
- Zeit bis erstes Öl (Polymer),

### AUTOREN



Dipl.-Ing. **Hans-Joachim Wickert**  
 Wickert Maschinenbau GmbH  
 Landau  
 Tel.: 06341 / 93430  
 info@wickert-presstech.de



**Marc Jordan**  
 Wickert Maschinenbau GmbH  
 Landau  
 Tel.: 06341 / 93430  
 info@wickert-presstech.de