

# Mit Bruchtrennen die Prozesskette verkürzen



1 Hohe Querstabilität: Die Oberflächenstruktur der Bruchflächen bewirkt eine Mikroverzahnung

Das Bruchtrennen erscheint auf den ersten Blick zu aufwändig, als dass es sich im Umfeld des Maschinen- und Anlagenbaus mit seinen traditionell geringeren Losgrößen wirtschaftlich einsetzen ließe. Doch das Beispiel der Fertigung von Druckmaschinenbauteilen widerlegt diesen Eindruck: Mit optimal abgestimmten Prozessen lassen sich die Einsparmöglichkeiten dieses Fertigungsverfahrens auch bei kleinen bis mittleren Stückzahlen nutzen.

WOLFGANG WALTER, HORST WISNIEWSKI UND MARKUS RISCHER

■ Im Maschinen- und Anlagenbau mit seinen kleinen und mittleren Losgrößen sind immer wieder erhebliche Einsparpotenziale bei den Herstellkosten zu erschließen. Schlüssel für diese Potenziale sind innovative Fertigungsverfahren, die mit Hilfe von Prozesskettenbetrachtungen in die traditionellen Fertigungsprozessketten integriert werden beziehungsweise diese verdrängen.

Für die Automobilindustrie werden zur Erschließung solcher Potenziale permanent neue Fertigungsverfahren entwickelt und zur Serienreife gebracht. Ein gutes Beispiel ist die inzwischen bei der Pleuel-

fertigung kaum mehr wegzudenkende Bruchtrenn-Technologie (oder ›Cracken‹), das heißt das gewollte und gezielte Brechen eines Körpers in zwei Teile für eine spätere Montage in einer Baugruppe.

## Mikroverzahnung der Bruchflächen erspart Fixierung nach der Montage

Beim Bruchtrennen wird das große Pleuelauge, ausgehend von den eingebrachten Kerben am inneren Umfang der schwächsten Stelle des Auges, durch eine plötzlich wirkende sehr große äußere Krafteinwirkung schlagartig ›zerrissen‹. Damit ent-

steht eine undefinierte, einer Mikroverzahnung entsprechende Oberflächenstruktur der Bruchflächen (Bild 1). Nach der Montage wird eine hohe Querstabilität erreicht, auf Fixierungselemente wie Passstifte kann verzichtet werden, und außerdem ist eine unverwechselbare Zuordnung von Pleuelstange und Deckel sichergestellt.

Oft sind diese Fertigungsverfahren jedoch zu aufwändig, um sie wirtschaftlich auch in Umfeld des Maschinen- und Anlagenbaus mit seinen traditionell geringeren Mengen einzusetzen. Das Beispiel typischer Bauteile aus der Druckmaschinenindustrie zeigt, wie mit vertretbarem Aufwand die Fertigungstechnologie des Bruchtrennens auch für diese Stückzahlen wirtschaftlich eingesetzt werden kann, um damit erhebliche Kosteneinsparungen zu erschließen.

## Bruchtrennbar sind spröder Werkstoff und mikrolegierter Stahl

Für die Bruchtrenntechnologie eignen sich Maschinenbauteile, die speziell für Montage- und Demontage-Zwecke geteilt ausgeführt sind, zum Beispiel Lager, Hebel und Kurven. Diese maschinenbautypischen Funktionselemente erweitern die Freiheitsgrade der Konstrukteure in Bezug auf wartungs- und servicefreundliche Lösungen ungemein. Gerade im Hinblick auf Lifecyclecost-Betrachtungen (LCC) werden schnelle Service- und Reparaturzeiten bei Maschinenausfällen immer wichtiger.

Durch enge Kooperation mit einem Hersteller von Bruchtrenneinrichtungen für Pleuel konnte die Bruchtrenntechnologie auch auf die genannten Anwendungsfälle mit relativ geringen Stückzahlen übertragen werden.

Für das Bruchtrennen von Werkstücken sind einige Voraussetzungen im Hinblick auf die Werkstoffauswahl, die Bauteil- ➤➤

### i HERSTELLER

Alfing Kessler Sondermaschinen GmbH,  
73413 Aalen-Wasseralfingen,  
Tel. 0 73 61/50 1-3 14,  
Fax 0 73 61/50 1-8 52,  
www.alfing.de

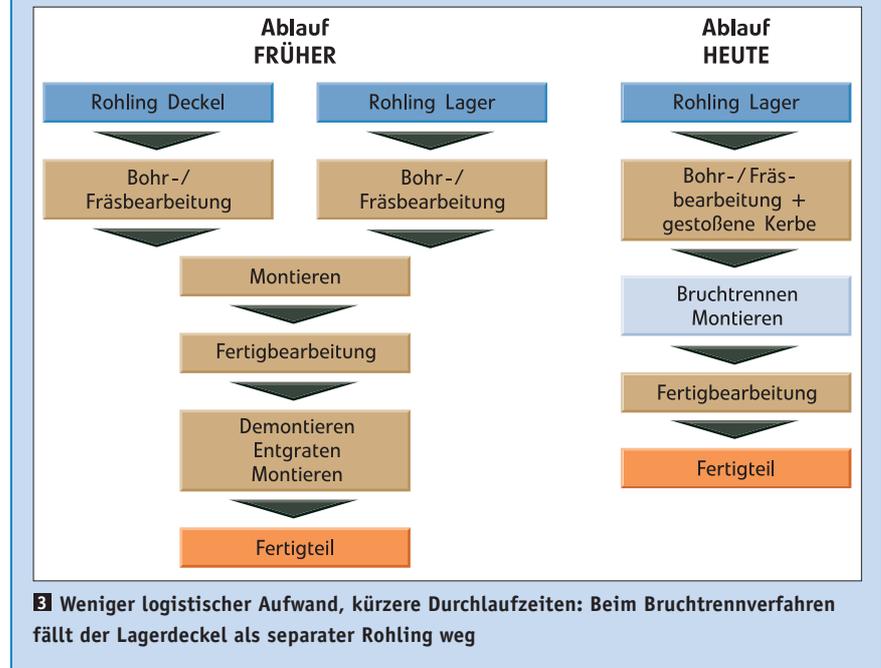
gestaltung (Gestaltung der Sollbruchstelle) und geeignete Vorrichtungsgestaltung einzuhalten.

Geeignet sind spröde Werkstoffe: Grauguss (GG), Kugelgraphitguss (GGG, C > 0,5 Prozent), Vermikularguss (GGV), Stahlguss (GS, C > 0,5 Prozent), gehärtete Stähle, Sinterstähle, Aluminiumgusswerkstoffe mit hohem Siliziumgehalt sowie fast alle metallischen Sinterwerkstoffe. Werkstoffe mit ausgeprägtem Fließverhalten wie beispielsweise 16MnCr5 sind nicht geeignet. In letzter Zeit werden auch Stähle mit niedrigerem Kohlenstoffgehalt durch entsprechende Beimengungen, so genannte mikrolegierte Stähle, bruchtrennbar. Im Zweifelsfall ist ein Versuch zu empfehlen.

**Eine Kerbe zur Bauteilschwächung dient als Sollbruchstelle**

Meistens wird die Sollbruchstelle in Form einer Kerbe eingebracht, als beabsichtigte Bauteilschwächung zur Steuerung des Bruchverlaufs. Aus der Bruchmechanik ist bekannt, dass die Kerbwirkung mit steigender Tiefe und abnehmendem Radius der Kerbe zunimmt. Um eine möglichst geringe Bruchkraft zu erzielen, ist man daher bestrebt, die zuvor genannten Kriterien einzuhalten.

Methoden zur Herstellung einer Kerbe sind mechanisches Bearbeiten (Räumen, Stoßen), Drahterodieren, Laserkerben. Die mechanisch bearbeitete Kerbe lässt sich mit dem geringsten Aufwand herstellen, da Maschinen mit entsprechenden Möglichkeiten in jedem Fertigungsbetrieb vorhanden sein dürften. Erodieren hat sich wegen des erheblichen Zeitaufwands nicht durch-



gesetzt. Bruchtechnisch sind mechanisch hergestellte und erodierte Kerben etwa gleichwertig. Die Kerbwirkung derart hergestellter Kerben lässt sich durch (induktives) Härten der Kerbzone erhöhen.

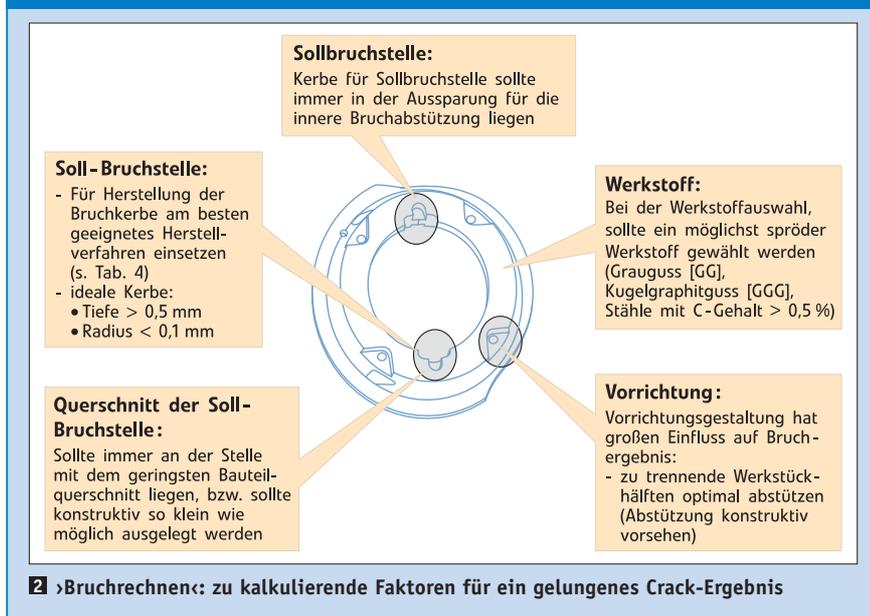
Zum Herstellen der Laserkerbe ist ein Laser erforderlich, der es erlaubt, den Strahl so zu bündeln, dass ein ausreichend feines und tiefes Loch entsteht. Die Aneinanderreihung dieser Löcher bildet dann die Kerbe. In der Regel werden heute gepulste Nd:YAG-Laser eingesetzt. Der große Vorteil dieses Lasers besteht darin, dass er zum einen eine geometrische Kerbe mit einem sehr kleinen Kerbradius erzeugt und zum anderen bei entsprechend hoch gekohlten Werkstoffen den Kerbgrund aufhärtet, was wiederum die Kerbwirkung erhöht. Preis-



**4 Geteiltes Lager: Reduzierung der Herstellkosten durch Einsatz der Bruchtrenntechnologie**

lich liegen mechanisch hergestellte Kerben und Laserkerben etwa gleich.

**GESTALTUNGSHINWEISE FÜR BRUCHGETRENNTE BAUTEILE**



**Ein angetriebener Keil trennt in radialer Richtung das Bauteil**

Einer besonderen Aufmerksamkeit bedarf die Trennvorrichtung. Sie muss so ausgelegt sein, dass das Werkstück während des Bruchvorgangs in der Position gehalten wird. Die Bruchvorgänge sollten an beiden Bruchhälften parallel ablaufen.

Beim Bruchvorgang selbst wird in der Regel ein angetriebener Keil zwischen zwei zylindrischen Spreizbacken, die sich im zu trennenden Querschnitt befinden, axial bewegt und trennt dabei in radialer Richtung das Bauteil. Der Antrieb erfolgt meist mit einer Hydropumpe oder Spreizzylinder (entscheidend ist hierbei das Erzeugen hoher Bruchgeschwindigkeiten).

Nach dem Bruchtrennvorgang werden die Bruchhälften gereinigt und verschraubt. Die wichtigsten Gestaltungshinweise sind in Bild 2 zusammengefasst.

Am Beispiel eines bruchgetrennt geteilt ausgeführten Lagers (Bild 3 und Bild 4) und einer bruchgetrennt geteilt ausgeführten Kurve (Bild 5 und Bild 6) sind die Anpassungen den konventionell ausgeführten Bauteilen und Fertigungsabläufen gegenübergestellt.

**Die logistische Komplexität und die Durchlaufzeit reduzieren sich**

Die Herstellkostenreduzierungen liegen zwischen 20 und 25 Prozent. Weitere Vorteile beim Beispiel ›geteiltes Lager‹ neben den Herstellkosten: Durch den Wegfall des Lagerdeckels als separater Rohling reduzieren sich die logistische Komplexität und die Durchlaufzeit erheblich. Bei der geteilt ausgeführten Kurve gibt es zusätzliche Montageerleichterungen, da die Passschrauben entfallen und das Aufnehmen von Querkraften durch die neue Art der Trennfuge zu Funktionsverbesserungen führt.

Zusammengefasst stellen sich die Vorteile des Verfahrens ›Bruchtrennen‹ oder ›Cracken‹ wie folgt dar:

- ideale Lösung für montage-/demontagebedingt geteilt ausgeführte Bauteile,
- erhebliche Reduzierung der mechanischen Bearbeitungszeiten,
- passgenaue, wieder lösbare Trennfläche,
- Bruch wie Mikroverzahnung,
- hohe Querstabilität in der Trennfuge,
- unverwechselbare Zuordnung der

- bruchgetrennten Bauteilhälften,
- keine Fixierungselemente wie Passstifte notwendig,
- energetisch optimiertes Fertigungsverfahren (kein Materialverlust, kaum Verschleiß, keine Späne et cetera),
- logistikgerecht durch Wegfall eines Rohlings (Deckel),
- Reduzierung von Steuerungsaufwand und Durchlaufzeit.

Die dargestellten Fallbeispiele zeigen eindrucksvoll, dass auch das zunächst für die Kleinserienfertigung aufwändig erscheinende Fertigungsverfahren ›Bruchtrennen‹ erfolgreich eingesetzt werden kann. Wichtig ist dabei die ständige Technologiebeobachtung und das Gefühl, zum richtigen Zeitpunkt die neuen Technologien aufzugreifen und auf Bauteile des Maschinen- und Anlagenbaus anzuwenden.

**Den Gesamtprozess im Blick – für Neuentwicklungen unverzichtbar**

Der Schlüssel zum Erfolg beim Einsatz derartiger Technologien liegt in der optimalen, abgestimmten Prozessgestaltung. Immer wieder müssen die einzelnen Prozessumfänge, also der Bearbeitungsumfang, der mit der jeweiligen Technologie hergestellt wird, aufeinander abgestimmt und im Hinblick auf das Gesamt-Optimum angepasst werden. Dabei spielen nicht nur die reinen Herstellkosten eine

**i ANWENDER**

MAN Roland Druckmaschinen AG,  
63075 Offenbach/Main,  
Tel. 0 69/8 30 5-24 53,  
Fax 0 69/83 05 14 40,  
www.man-roland.de



**6 Geteilte Kurve: Funktionsverbesserung durch passgenaue, wieder lösbare Trennfläche**

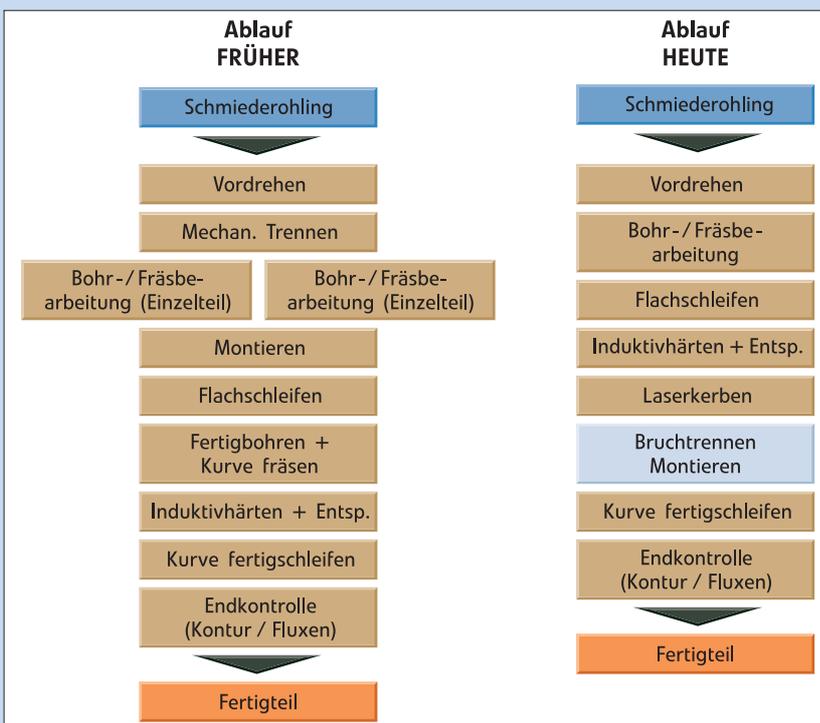
wichtige Rolle, auch auf Durchlaufzeit und Qualitätsaspekte kommt es an.

Über Kooperationen mit Zulieferunternehmen können derartige Prozessketten auch ohne großen Kapitaleinsatz realisiert werden. Dabei kommt der innerbetrieblichen Arbeitsvorbereitung eine entscheidende Bedeutung zu. Durch die guten Produktkenntnisse und die enge Verzahnung mit der Konstruktion und dem jeweiligen Technologielieferanten bündelt die Arbeitsvorbereitung wichtige Kompetenzen, sodass derartige Prozesse reibungsarm zu installieren sind.

In der Regel werden neue Technologien am Beispiel von Referenzbauteilen erprobt und dann auf ähnliche Bauteile übertragen. Der größte Nutzen wird jedoch bei Produktänderungen oder -neuentwicklungen erzielt. Wenn es gelingt, die relevanten Neuteile direkt über die neuen Prozessketten zu beschaffen, können zum einen bereits während der Konstruktionsphase die verfahrensspezifischen Besonderheiten berücksichtigt werden, andererseits lassen sich die Einmalkosten für Vorrichtungen, Werkzeuge und Einfahraufwände optimieren. Deshalb ist eine frühe Einbindung der produzierenden Bereiche bei Neuentwicklungen unverzichtbar.

**Dr.-Ing. Wolfgang Walter** ist Leiter Zentrale Arbeitsvorbereitung bei MAN Roland Druckmaschinen AG in Offenbach a. M.;  
wolfgang\_waller@mro.man.de  
**Dipl.-Ing. Horst Wisniewski** ist Leiter Versuch bei Alfing Kessler Sondermaschinen GmbH in Aalen;  
HWisniewski@AKS.Alfing.de  
Markus Rischer arbeitet in der Arbeitsvorbereitung bei MAN Roland Druckmaschinen AG in Offenbach a. M.;  
markus\_rischer@mro.man.de

**ABLAUFVERGLEICH GETEILTE KURVE**



**5 Montageerleichterung: Beim Bruchtrennverfahren sind Passschrauben überflüssig**