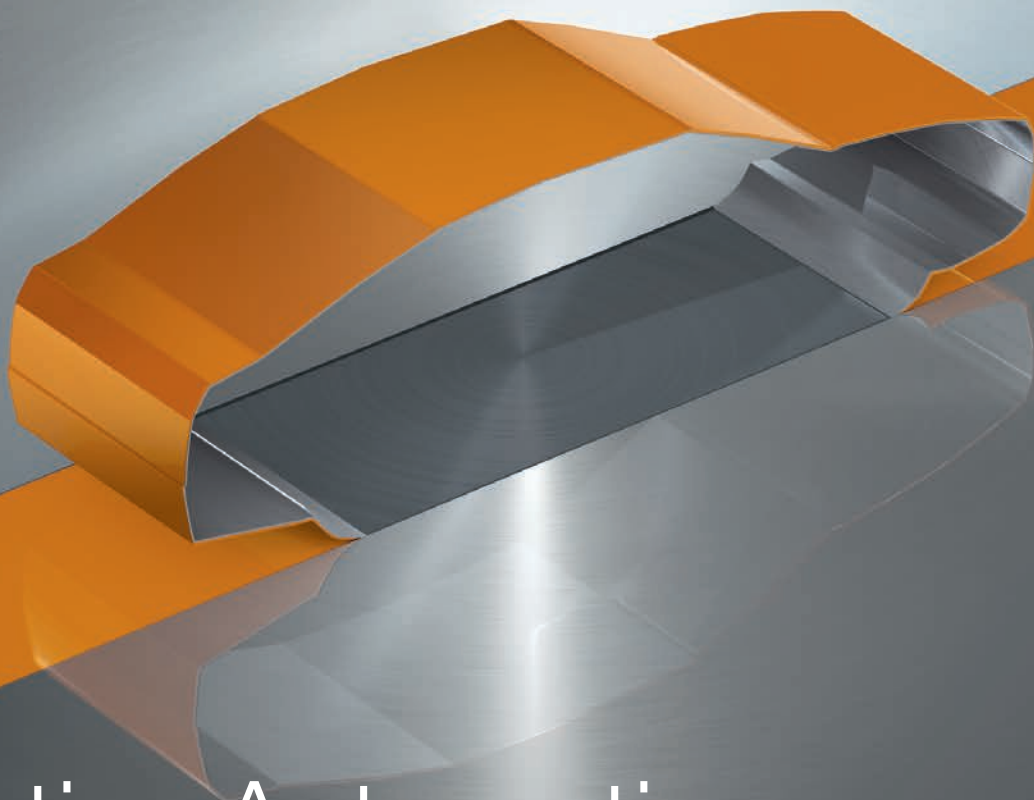


# SALZ

ZEITSCHRIFT FÜR FLACHSTAHL

No. 10



## Initiative Automotive

➤ **PARTNER:** Salzgitter Hydroforming – Chancen mit neuen Werkstoffen   ➤ **PRODUKT:** Mangan-Bor-Stähle bei der Salzgitter Flachstahl   ➤ **PROZESSE:** Die neue Online-Werkstoffdatenbank COMDaS



SALZGITTER  
FLACHSTAHL

Ein Unternehmen der Salzgitter Gruppe

# Herzlich Willkommen!



## INHALT

- 4 Partner**  
**Salzgitter Hydroforming – Elektromobilität ändert die Kundenbedarfe gravierend**  
Was die Initiative Automotive leistet
- 9 Partner**  
**Mannesmann Precision Tubes**  
Stahl wird auch in Zukunft eine zentrale Rolle spielen
- 14 Produkte**  
**xpand® vs. xtend®**  
Mehrphasenstähle bei der Salzgitter Flachstahl
- 16 Produkte**  
**Ein kleiner Anteil Bor – eine große Wirkung**  
Mangan-Bor Stähle von Salzgitter Flachstahl: höchste Festigkeiten bei guten Umform-eigenschaften
- 18 Produkte**  
**Fahrwerke für die E-Mobilität**  
Bainitische Stähle und Hydroforming reduzieren Gewicht und steigern die Betriebsfestigkeit
- 20 Prozesse**  
**Werkstoffkennwerte für die Simulation**  
Die Werkstoffdatenbank COMDaS
- 22 Personal**  
Team Initiative Automotive

Leichtbau und Bauraumoptimierung, Ressourcenschonung und Umwelt, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit sind antriebsübergreifend für Autohersteller und Zulieferer sehr wichtige Themen. Um dabei Fortschritte zu erzielen, arbeiten Produzenten, Zulieferer und Vormaterialhersteller immer enger zusammen.

Unter der Dachmarke Salzgitter AG finden sich viele unterschiedliche Spezialisten: Forscher, Stahlkoher, Spezialisten für Hydroforming, Experten für Rohre und viele andere. Es lag nahe, diese konzerninternen Kompetenzen zu bündeln. Entstanden ist die Initiative Automotive, in deren Rahmen in enger Zusammenarbeit mit dem Kunden und für den Kunden an neuen Ideen gearbeitet wird. So entstehen gemeinsam wirtschaftliche und effektive Leichtbaulösungen für die Automobilanwendungsbereiche Fahrwerk, Karosserie und Antrieb.

Anschauliches Beispiel für die Innovationskraft, die durch diese unternehmensübergreifende Zusammenarbeit entsteht, sind optimierte Stahlsorten wie dem SZBS oder die Mangan-Bor-Stähle, sowie eine optimierte Prozesskette vom Blech über Rohr zur hydrogeformten Komponente.

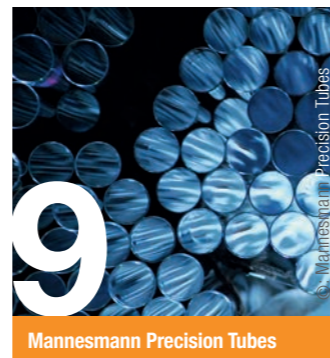
Überzeugen Sie sich davon selbst in diesem Heft. Gemeinsam mit Ihnen finden wir die optimale Lösung für Ihre innovativen Produkte der Mobilität von morgen.

Wir, stellvertretend für alle aus der Initiative Automotive, wünschen Ihnen eine interessante Lektüre.

Nils Wallossek | Marketing, Salzgitter Flachstahl  
Ansgar Geffert | Engineering & Solutions, Salzgitter Mannesmann Forschung



Salzgitter Hydroforming



Mannesmann Precision Tubes



Ein kleiner Anteil Bor – eine große Wirkung



Werkstoffkennwerte für die Simulation



## Salzgitter Hydroforming



Die Salzgitter Hydroforming (SZHF) entwickelt und fertigt anspruchsvolle Bauteile mittels Innenhochdruckumformung (IHU oder engl. Hydroforming).



Längs- und Querträger im PKW

Mit über 300 Mitarbeitern an den Produktionsstandorten in Crimmitschau und Brumby – beide in Deutschland – und ab 2020 auch im Rahmen eines Joint Ventures in China, hat sich das Unternehmen einen Namen als führender Hydroformer in Europa gemacht.

Sie bietet als Serienfertiger auch alle Entwicklungsleistungen von Machbarkeitsstudien über Prototyping bis hin zur Werkzeugkonstruktion und Großserienfertigung an. Als renommierter Technologiespezialist beliefert SZHF führende

Automobilhersteller und deren Zulieferer mit einbaufertigen Komponenten für Fahrwerk, Karosserie und Abgassysteme. Im Bereich Wärmetechnik liefert SZHF Bauteile für besonders hohe Anforderungen an Strömungseigenschaften und Wirkungsgrade.

Weitere Einsatzgebiete finden sich in der Energietechnik, der Landwirtschaft, der Luft- und Raumfahrttechnik, im Maschinenbau, in der Medizintechnik, der Möbelindustrie und vielen anderen.



## Mannesmann Precision Tubes

Als führender europäischer Hersteller von kaltgezogenen, nahtlosen und geschweißten Präzisionsstahlrohren und Produzent geschweißter maßgewalzter Präzisionsstahlrohre, bietet die Mannesmann Precision Tubes (MPT) ein breites Lieferprogramm.

Das Unternehmen agiert hauptsächlich in den Geschäftsbereichen Automobilindustrie, Handel, Industrie und Energie. Seit im Jahr 1885 das revolutionäre Verfahren zur Herstellung nahtloser Stahlrohre erfunden wurde, steht der Name Mannesmann weltweit als Inbegriff für Stahlrohre in höchster Qualität. Die MPT mit Sitz in Mülheim an der Ruhr ist international aktiv. Ihre

Standorte in Deutschland, Frankreich, den Niederlanden und Mexiko bilden die Grundlage für eine hohe Lieferperformance und Kundenzufriedenheit. Die Mannesmannröhren-Werke mit Sitz in Zeithain, versorgt die MPT-Gruppe mit nahtlosen warmgewalzten Vorrohren.

Als Innovator im Automobilbau unterstützt MPT mit eigenen Entwicklungen die Optimierung des Fahrverhaltens, den Komfort und die Sicherheit von Automobilen. Die Präzisionsstahlrohre der Traditionsmarke kommen in vielen Anwendungsbereichen zum Einsatz: Antriebskomponenten, Federung, Insassenschutz, Kraftstoffeinspritzung, Motor und Getriebe, Karosserie, Chassis, Lenkungsteile sowie Gummi- und Metallteile.

# Elektromobilität

# ändert die Kundenbedarfe gravierend

Was die **INITIATIVE AUTOMOTIVE** leistet und die Chancen mit neuen Werkstoffen bei Salzgitter Hydroforming

## → DATEN & FAKTEN

> **350 Mitarbeiter**  
insgesamt bei  
Salzgitter Hydroforming

**11 Pressen**  
an drei Standorten

**50.000.000 €**  
Umsatz p. a.

**SZBS600 und SZBS800**  
Bainitischer Stahl, auch für  
anspruchsvolle Umformprozesse  
geeignet

> **10.000 Tonnen**  
Stahl  
werden pro Jahr verarbeitet



Peter Freytag, Geschäftsführer der Salzgitter Hydroforming im Gespräch mit der **SAL-Z**

„Wir blasen Rohre auf ...“, beginnt Peter Freytag, seit 2004 Geschäftsführer der Salzgitter Hydroforming im sächsischen Crimmitschau.

Klingt lapidar, doch dahinter stecken hochkomplexe Abläufe. Salzgitter Hydroforming entwickelt und fertigt anspruchsvolle Bauteile für führende Automobilhersteller wie VW, Audi, Daimler und BMW, sowie deren Zulieferer mit einbaufertigen Komponenten für Fahrwerk, Karosserie und Abgassysteme. Das geschieht mittels Innenhochdruckumformung, dem Hydroforming, dass durch die schonende Umformung mit Wasser das Festigkeitspotenzial ideal ausnutzt und eine beanspruchungsgerechte Gestaltung der Komponenten ermöglicht. Im Vergleich zu anderen Verfahren spart dies enorm Gewicht.

„Und das ist der springende Punkt, der den Unterschied macht“, fährt Peter Freytag weiter fort, „wenn es darum geht, bei batterieelektrisch angetriebenen Fahrzeugen mit schweren Energiespeichern und teilweise doppelten Kompo-

ponenten wie z. B. bei Plug-in Hybrid Fahrzeugen im Antriebsstrang, das Thema Gewichtsreduktion zu meistern. Wir sind ein echter Serienlieferant und bieten auch alle Entwicklungsleistungen vom Prototyping über die Methodenentwicklung inkl. FEM-Umformsimulation (Finite Elemente Analyse) bis hin zur Werkzeugkonstruktion an“.

1998 gestartet als Oswald Hydroforming im sächsischen Crimmitschau, hatte das Unternehmen gleich zu Beginn ein starkes Wachstum in den Bereichen Fahrwerk, Abgas und Wärmetechnik. Nach der Übernahme 2003 durch die Salzgitter AG folgte im Jahr 2007 ein weiterer großer Meilenstein: Die Übernahme des Wettbewerbers Schmolz & Bickenbach Hydroforming in Brumby, im Südosten der Magdeburger Börde.

## → DAS HYDROFORMING-VERFAHREN

Die Innenhochdruckumformung (IHU) oder auch Hydroforming ist ein wirkmedienbasiertes Umformverfahren. Ein Rohr wird in eine Werkzeuggravur eingelegt, mit einem Fluid befüllt und unter sehr hohem Druck in das formgebende Werkzeug expandiert.

Siehe auch [www.salzgitter-hydroforming.de](http://www.salzgitter-hydroforming.de).

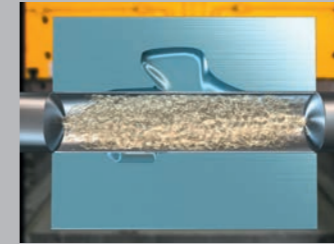
Hydroforming ist bei Fahrwerkrahmenstrukturen weit verbreitet. Die Vorteile im Vergleich zu klassischen Umformverfahren kombiniert mit Fügechnik liegen auf der Hand: Ohne Schweißflansche steht der gesamte Bauraum zur Verfügung, um den Werkstoff zu verfestigen, sodass sowohl hochsteife als auch hochfeste Grundstrukturen möglich werden.



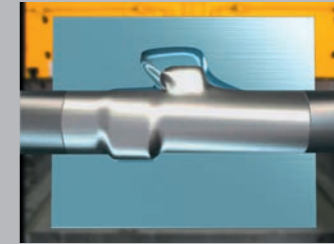
1. Rohr wird in das Werkzeug eingelegt



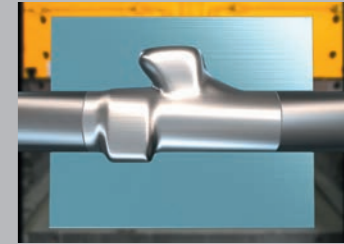
2. Schließen des Werkzeuges



3. Anfahren Dichtstempel und Befüllung



4. Aufbau des Innendrucks und Stempel nachschieben



5. Werkzeug öffnen und Bauteil entnehmen

„Mit der elften im Aufbau befindlichen Presse – eine Großpresse mit 5.000 Tonnen Schließkraft – richten wir uns auch ein Stückweit neu aus, um den gestiegenen Bedarfen im Fahrwerk- und Karosseriebereich Rechnung zu tragen“, schildert Peter Freytag. „Und wir haben 2018 ein Joint Venture mit der Shanghai Baolong Automotive Corporation gegründet“.

Das Gemeinschaftsunternehmen von Salzgitter und Baolong bündelt die Technologie- und Großserienerfahrung von Salzgitter Hydroforming mit der chinesischen industriellen Produktionskompetenz von Baolong für die chinesischen Produktionsverbände der europäischen Automobilindustrie und deren Zulieferer und soll als zukünftiger Marktführer für hydrogeformte Fahrwerk- und Karosseriebauteile positioniert werden.

Die Baolong Salzgitter Hydroforming hat ihren Produktionssitz in Hefei, zwei Zugstunden von Shanghai entfernt. Hefei gilt als ein zukünftiger Schwerpunkt der chinesischen E-Mobilität.

Um den stetig steigenden Herausforderungen im Markt adäquat zu begegnen, entstand die INITIATIVE AUTOMOTIVE, die die Automotive-Kompetenzen der einzelnen Konzernbereiche bündelt. Neben Salzgitter Hydroforming und Mannesmann Precision Tubes gehören die Salzgitter Mannesmann Forschung, Salzgitter Flachstahl, Salzgitter Automotive Engineering und SMS dazu. Das Ziel: Die Entwicklung marktrelevanter Werkstoffe, Technologien, Produktionsprozesse und Bauteillösungen.

Freytag: „Das gelingt durch enge Zusammenarbeit mit dem Kunden und die optimale Vernetzung der jeweiligen Fachkompetenzen im Salzgitter Konzern. So entstehen Lösungen, die die Performance in den Bereichen Umwelt- und Ressourcenschonung, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit sowie Leichtbau nachhaltig verbessern“.

Vollautomatische Großserienfertigung von Fahrwerkkomponenten am Standort Brumby bei Magdeburg.



### Initiative Automotive und Hydroforming

In der „Initiative Automotive“ arbeiten Experten aus den unterschiedlichsten Disziplinen zusammen. Wenn Werkstofffachleute und Experten des Hydroformings und das Knowhow aus den Bereichen Werkzeugbau und Rohrherstellung zusammenkommen, entstehen immer einzigartige technische Lösungen: So fand beispielsweise die einteilige A-Säule für Cabrios mit belastungsangepassten Wandstärken- und Querschnittsverläufen ihren Weg vom Forschungsprojekt in die Serie.



Die einteilige A-Säule für ein Cabrio muß im Falle eines Überschlags enormen Belastungen standhalten.

Ein weiteres Beispiel brandaktueller Entwicklungsarbeit ist das Hot Pressure Gas Forming. „Wir erwärmen die Rohre auf fast 1000°C und formen dann nicht mehr mit Wasser sondern Luft bzw. Stickstoff um. Im Werkzeug kühlen die Rohre entsprechend ab um dann die gewünschten Härtewerte zu erreichen. Sehr hohe Festigkeiten lassen sich zwar auch mit anderen Verfahren wie dem weit verbreiteten Presshärten erreichen. Aber ein hochsteifes Profil zu erzeugen, das aufwändige Fügeoperationen überflüssig macht, die auch immer Schwachstellen darstellen können, eröffnet die Möglichkeit das Leichtbaupotenzial des Werkstoffes in Verbindung mit dem Verfahren noch weiter auszuschöpfen“, so Peter Freytag.



Hot Pressure Gas Forming



Großserie bei Salzgitter Hydroforming: auch bei Fittings und T-Stücken ist ein Teil wie das andere



Die letzten Detailabstimmungen vor Aufbau des Serienwerkzeuges



Diskussion direkt vor Ort an der Hydroformingpresse: Engste Toleranzen bei gleichzeitig sehr großen Umformgraden sind mit dem IHU-Verfahren darstellbar.

### SZBS600 MIT HERAUSRAGENDEM POTENZIAL FÜR GEWICHTSREDUKTION

#### IHU-GEFORMTE BAUTEILE



Längs- und Querträger im PKW



Abgasbauteile



Abgasbauteile für Motorräder



Mehrkammer-Strangpressprofile

„Wir bei Salzgitter Hydroforming beobachten seit Längerem eine signifikante Veränderung der Kundenbedarfe, hervorgerufen durch die Herausforderungen, die die Elektromobilität mit sich bringt. Schwere Batterien führen zu einer stärkeren Beanspruchung der Achsen. Wandstärken von über 4 mm statt normalerweise 2,5 mm sind die Folge. Die Initiative Automotive im Salzgitter Konzern versuchte Antworten zu finden, wie diese Gewichtsspirale durchbrochen werden kann. Untersuchungsergebnisse der Salzgitter Mannesmann Forschung ermutigten uns, den bainitischen Stahl SZBS600, der schon erfolgreich in Fahrwerkanwendungen eingesetzt wurde, in eine Versuchsreihe zu nehmen“, schildert Peter Freytag. „Durch seine außerordentlich guten Eigenschaften bezüglich der Betriebsfestigkeit schien dieser Stahl prädestiniert. Aber würde die Umformung im Hydroforming mit diesem Werkstoff gelingen, dessen Grundfestigkeit schon eine Stufe höher liegt? Wir haben hier schon im Schnitt mindestens 100 Megapascal Anstieg in den typischen Festigkeitskennwerten und das hat normalerweise zur Folge, dass man diese Werkstoffe nicht mehr ohne weiteres 1:1 in den etablierten Serienprozessen einsetzen kann“. So wurde die Versuchsreihe von Beginn an mit digitalen Umformanalysen der Salzgitter Mannesmann Forschung und Berstprüfungen, die eigentlich aus völlig anderen Bereichen der Rohrtechnik bei Mannesmann Anwendung finden, begleitet.

Das Ergebnis: Trotz der statischen Festigkeiten ist es möglich, diese Rohre im Hydroforming problemlos mit dem Stand der Technik einzusetzen. Und wir konnten nachweisen, dass Bauteile oder geschweißte Komponenten aus diesen Werkstoffen auch gegenüber den normalen

Referenzmaterialien einen deutlichen Anstieg in der Betriebsfestigkeit zeigen,“ erklärt Ansgar Geffert. Der Experte der Anwendungstechnik der SZMF und zieht ein positives Fazit: „Diese höhere Betriebsfestigkeit kann man direkt nutzen, um Wandstärken zu reduzieren und damit die Gewichtsspirale der Elektromobilität aufzubrechen. Das ist ein ganz wichtiger Beitrag zur Ressourcenschonung generell und zur Reichweitenmaximierung von Elektrofahrzeugen.“ Zusätzlich zur Gewichtsproblematik bei der Elektromobilität gibt es eine weitere Herausforderung. „Häufig sind Antriebskomponenten sehr achsnah platziert, was von den Rahmenstrukturen berücksichtigt werden muss“, ergänzt Peter Freytag. „Deutlich anspruchsvollere Umformungen werden nötig, die sich in der Regel konventionell ohne Hydroforming überhaupt nicht mehr darstellen lassen. Das ist auch einer der Gründe für die neuen Investitionen hier am Standort in Crimmitschau, die insgesamt die Salzgitter-Hydroforming-Gruppe im Fahrwerk- und Karosseriebereich deutlich stärken werden.“

Die Initiative Automotive schafft für Kunden durch Innovationen echte Mehrwerte. Und für die Salzgitter AG einen Vorsprung im Wettbewerb um Technik, Kosten und Nachhaltigkeit. Die Begeisterung für den Werkstoff Stahl und seine zukünftige Wettbewerbsfähigkeit ist Peter Freytag buchstäblich anzusehen, wenn er zum Abschluss des Gespräches mit Sal-Z den Vergleich zum Werkstoff Aluminium zieht: „Mittlerweile sind pressgehärtete Hydroformingteile mit Festigkeiten jenseits der 1.500 Megapascal als steifes Profil möglich. Ein Wert, der derzeit mit Aluminium unerreichbar ist“.

# Chance Elektromobilität

Der Bedarf ändert sich, aber Stahl wird auch in Zukunft eine zentrale Rolle spielen. Die drei Verantwortlichen der Mannesmann Precision Tubes sehen die Herausforderungen der Elektromobilität als Chance. Thorsten Henselek, Dr. Steffen Zimmermann und Manfred Engelke im Gespräch mit SAL-Z.

#### → DATEN & FAKTEN

Der führende Anbieter für Präzisionsstahlrohre im Automobilbau unterstützt mit eigenen Entwicklungen die Optimierung des Fahrverhaltens, den Komfort und die Sicherheit von Automobilen. Regelmäßige interne und externe Audits sichern eine hohe Qualität.

Präzisionsstahlrohre von Mannesmann Precision Tubes für folgende Anwendungsbereiche:

- Antriebskomponenten
- Federung
- Insassenschutz
- Kraftstoffeinspritzung
- Motor/Getriebe
- Karosserie/Chassis
- Lenkungsteile
- Gummi-, Metallteile



Die Interviewpartner (v.l.n.r.):  
Dipl.-Ökonom Manfred Engelke,  
Sales Controlling & Communications;  
Dr. Ing. Steffen Zimmermann  
Head of Technical Sales;  
Dipl. Ing. Thorsten Henselek  
Head of sales – Business Unit Automotive

### Elektromobilität als Chance sehen: Viele Produkte der Endkunden werden auch prozesstechnisch andere, neue Verfahren erforderlich machen.

**Sal-Z:** Herr Henselek, was ist der Markenkern von Mannesmann Precision Tubes (MPT)?

**MPT/Henselek:** Wir sind einer der größten Präzisionsrohr-Hersteller Europas. Im letzten Jahr hatten wir einen Absatz an Präzisionsrohren von etwa 260.000 Tonnen.

Ein sehr hoher Anteil unserer Produkte, etwa zwei Drittel, geht dabei in die Automobilindustrie. Hier ist der Anteil an gezogenen Präzisionsrohren in den letzten Jahren deutlich gestiegen, insbesondere die Rohre für Stabilisatoren und Getriebewellen. Das drückt sich auch in der Anzahl der Abnehmer aus. Mubea war der erste Kunde in diesem Bereich, mittlerweile sind Andere dazugekommen. Der größte Teil des Vormaterials (Warmbreitband) kommt aus Salzgitter. Ebenfalls ein großes Volumen machen unsere Produkte im Bereich Antrieb aus, wie beispielsweise Seiten- oder Kardanwellen. Hier werden wir von den Tier-1s (Rang des Zulieferers in der Lieferkette. Tier-1 benennt den direkten Zulieferer mit größeren Baugruppen und Systemen) und OEMs als wichtiger Partner gesehen. Und obwohl das Volumen insgesamt stagniert, gibt es neben dem Automotive-Bereich weitere Zuwächse, zum Beispiel in Mexiko. Dort hat die MPT begonnen, neben der bestehenden Fertigung eine weitere Produktionslinie auf- und die Kapazität auszubauen.

**Sal-Z:** Welche Kapazität hat MPT in Mexiko?

**MPT/Henselek:** Am Standort Mexiko haben wir eine Kapazität von aktuell 18.000 Tonnen auf der klassischen Stoßdämpferlinie. Die Kunden sind ZF, Stabilus und Bilstein. Eine neue Fertigungslinie, mit der auch dickwandigere Rohre hergestellt werden können, weist eine Kapazität von 20.000 Tonnen auf, von denen 14.000 bereits gebucht wurden. Damit ist die Auslastung dieser neuen Anlage schon weitestgehend gesichert. Und wir sind damit in Mexiko in der Lage, Rohre für Stabilisatoren oder auch für Nockenwellen zu produzieren.

**Sal-Z:** Werden die Rohre bei Ihnen vergütet?

**MPT/Dr. Zimmermann:** Im Wesentlichen liefert die MPT Halbzeuge, d. h. gezogene Präzisionsrohre in Form eines Langrohres oder als Fixlänge. Alle weiteren Verarbeitungsschritte werden bei den OEM-Zulieferern (Original Equipment Manufacturer) gemacht.

**Sal-Z:** Sehen Sie Elektromobilität mehr als Chance oder als Risiko?

**MPT/Henselek:** Eher als Chance. Die Entwicklung und Fertigung von Bauteilen für elektrische Antriebe ist bereits Bestandteil des Produktportfolios von MPT. Wir entwickeln Rotor- und Getriebewellen für elektrifizierte Antriebssysteme. Und wir arbeiten zusammen mit Salzgitter Flachstahl an alternativen Herstellungsverfahren und Grundwerkstoffen.

1. Spalten von Warmbreitband  
(links)  
2. Coillager (rechts)



©: Mannesmann Precision Tubes



©: Mannesmann Precision Tubes

Präzisionsstahlrohre



## FERTIGUNGSPROGRAMM

### Nahtlose Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit

Außendurchmesser: Ø 1,5 – 400 mm  
Wanddicken: → 0,2 – 28,5 mm

### Geschweißte Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit

Außendurchmesser: Ø 20 – 120 mm  
Wanddicken: → 1,0 – 7,5 mm

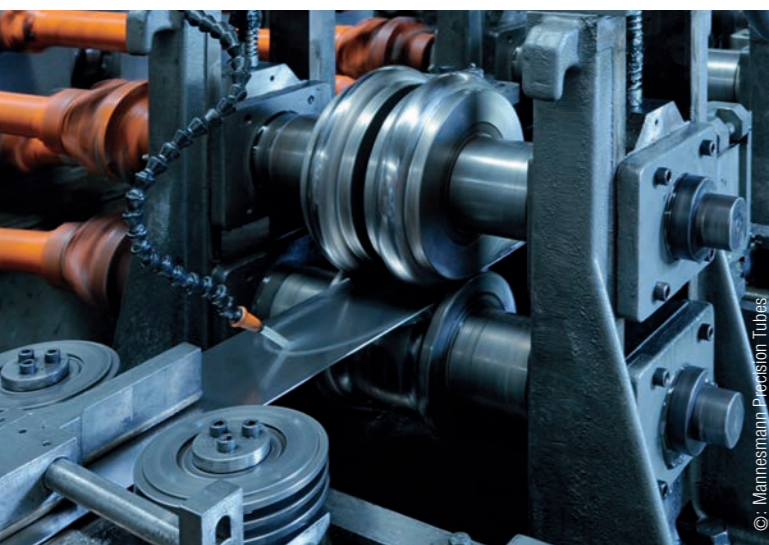
### Geschweißte maßgewalzte Präzisionsstahlrohre

Außendurchmesser: Ø 25 – 114,3 mm  
Wanddicken: → 1,75 – 8,5 mm

Weitere Abmessungen auf Anfrage.



©: Mannesmann Precision Tubes



©: Mannesmann Precision Tubes



©: Mannesmann Precision Tubes

1. Bandspeicher zur kontinuierlichen Versorgung der Rohrschweißanlage
2. Formwalzwerk zur Umformung von Band zum Schlitzrohr
3. Hochfrequenz-Pressschweißen von Präzisionsstahlrohren

Viele Produkte der Endkunden werden auch prozesstechnisch neue Verfahren erfordern, aber grundsätzlich werden die Bauteile im Antriebsstrang nicht komplett entfallen. Das sehen wir eher im Motorraum, aber alles, was letztendlich die Kraftübertragung sicherstellen muss und deren Verknüpfungspunkte, wird weiterhin benötigt. Auch beim Getriebe gehen jetzt die Überlegungen Zuerst dahin, dass eine Übersetzung von Vorteil sein kann. Zwei bis drei Gänge könnten es schon werden.

**SAL-Z:** Welche Rolle spielt das Thema Gewicht bei diesen Überlegungen?

**MPT/Dr. Zimmermann:** Bei der Elektromobilität spielt das Gewicht keine vorrangige Rolle mehr. Es geht heute eher darum, mit einem verbleibenden geringen Bauraum zurechtzukommen.

Mit dem Bainitischen Stahl SZBS800 scheint es möglich, bei gleichen Abmessungen bis zu 15 Prozent mehr Ermüdungsfestigkeit zu erzielen oder bei gleicher Tragfähigkeit den Bauraum zu minimieren. Das sind vielversprechende Ansätze.

Wir sehen eine typische Anwendung zur Ausnutzung des hohen Festigkeitspotentials bei gleichzeitiger Gewichtseinsparung zum Beispiel bei der Kardanwelle.

**SAL-Z:** Welche Rolle spielt die Initiative Automotive bei den anstehenden Herausforderungen?

**MPT/Engelke:** In der Initiative Automotive geht es zum einen um Zukunftsthemen, aber auch um konkrete Kundenanforderungen und Projekte. So haben wir in den letzten Jahren viele Entwicklungen gemeinsam vorangebracht.

**MPT/Henselek:** Alle partizipieren letztendlich voneinander. Wir erfahren von den einzelnen Aktivitäten der einzelnen Gesellschaften über die zweimal im Jahr stattfindenden OEM-Arbeitskreise oder in Telefonkonferenzen. Damit sind wir immer auf dem neuesten Stand, was die einzelnen Gesellschaften entwickeln oder planen, und können das natürlich besser für die eigenen Produkte umsetzen. Das ist schon ein ganz gravierender Vorteil.

**MPT/Zimmermann:** Die Initiative Automotive hat auch ganz pragmatische Vorteile, wenn es zum Beispiel darum geht, kurzfristig Probemengen von bestimmten Werkstoffen zu organisieren. Dies ist möglich, da in der Initiative Vertreter der gesamten Lieferkette vertreten sind, von der Stahlherstellung bis zum fertigen Endprodukt. Die Initiative Automotive versetzt uns aber auch in die Lage, verstärkt komplexe Werkstoffe mit hohem Potenzial für die Zukunft, in den Fokus zu nehmen. Die Implementierung solcher Konzepte gelingt nur unter Mitwirken aller am Prozess beteiligten Gesellschaften. Beispielsweise sind hier die bainitischen Stähle (SZBS-Reihe) zu nennen. So wurde bei der MPT gerade eine Längswelle aus dem bainitischen Stahl SZBS800 entwickelt. Eine abgestimmte Wärmebehandlung und ein eigens dafür abgestimmter Ziehprozess sind Garant für den Erfolg. Wir haben uns mittlerweile auch von der Organisationsstruktur so aufgestellt, dass wir durch die Einführung des technischen Vertriebes uns intensiver der Frage widmen können, was die



Positiver Blick in die Zukunft:  
Die Elektromobilität bringt eine echte  
Innovationswelle hervor.

©: Mannesmann Precision Tubes

Elektromobilität letztendlich in der Durchdringung für uns bedeutet. Wir stellen dabei fest: Generell gibt es einen Austausch bei einzelnen Produkten, aber der Stahl selbst wird auch in Zukunft eine zentrale Rolle spielen.

**Sal-Z:** Wie sieht die neue Organisationsstruktur aus?

**MPT/Zimmermann:** Für die neuesten Entwicklungen haben wir sogenannte Paten installiert, die quartalsweise ein Update liefern. Jeweils für Elektromobilität, aber auch für Wasserstofftechnologie sowie für die Dieselmotortechnik. Die Fragestellungen dabei sind: Wer forscht am Thema? Welche Interessengemeinschaften haben sich formiert, welche gesellschaftlichen und politischen Veränderungen gibt es zu beobachten? Welche Tendenzen gibt es beim Antriebsstrang?

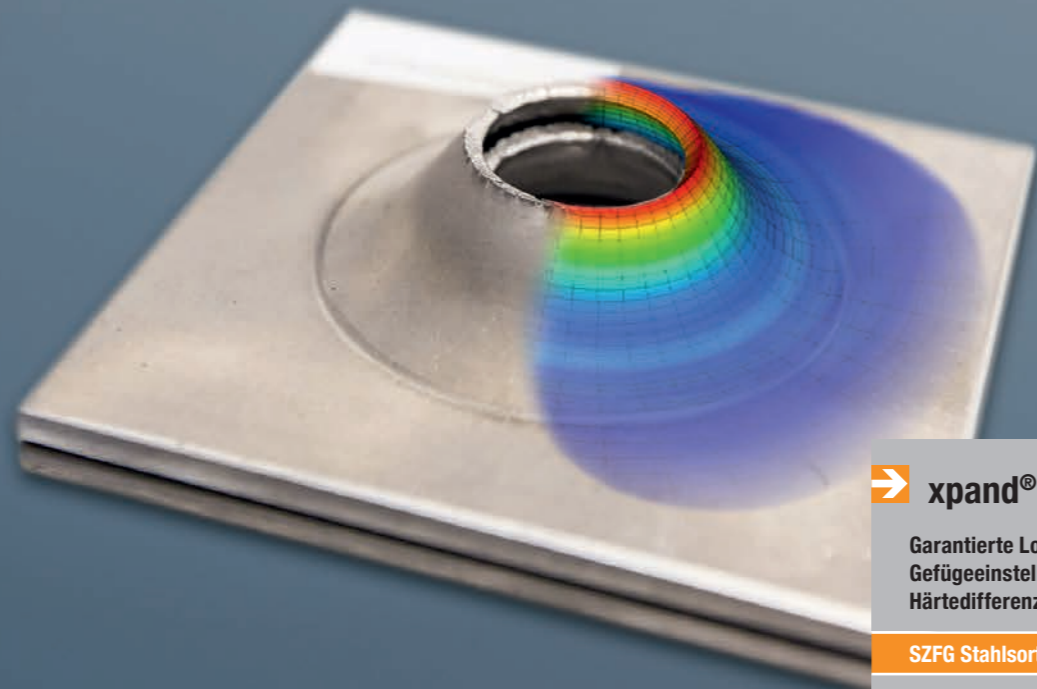
**Sal-Z:** Im Bereich Karosserie konkurriert Stahl in der Außenhaut mit Aluminium oder auch in der Struktur mit Aluminium. CFK-Wellen gibt es ja teilweise oder auch Federn. Gibt es materialseitig einen Wettbewerb?

**MPT/Zimmermann:** CFK schien eine Zeitlang als Alternative Potenzial zu haben. Beispielsweise im Flugzeugbau hat sich CFK bewährt. Im Automotive-Bereich eher nicht, wenn man das Beispiel BMWi3 sieht. Der Nachfolger wird wieder aus Stahl sein.

**Sal-Z:** Zurück zum Stahl: Wie wurde das Potenzial des SZBS800 entdeckt?

**MPT/Zimmermann:** Entstanden ist das Ganze aus einer Entwicklung für BMW, einer Schwingprobe aus dem Fahrwerks- bzw. Hilfsrahmenbereich. Die Torsionsprüfungen an der Lupe (geschweißtes Rohr) waren sehr erfolgversprechend: Steigende Torsionsmomente bei reduzierten Abmessungen über ein ganz neues Gefüge. Das brachte den Stein ins Rollen. Der SZBS800 wurde daraufhin ausführlich getestet. Temperaturbereiche zum Glühen wurden gefunden, die das eingestellte Gefüge nicht aufgehoben haben. Aus dem Portfolio der Kardanwellen haben wir dann zwei Abmessungen ausgewählt und erfolgreich durchgeprüft. Mit dem Ergebnis, dass wir aufgefordert wurden, einen Prototypen zu erstellen.

Die Elektromobilität mit ihren Herausforderungen ist eine Beflügelung für alle – selbst noch für die Verbrennertechnologie. Denn auch hier wird als Antwort der Ingenieure eine echte Innovationswelle kommen.



➔ **xpand® DATEN & FAKTEN**

Garantierte Lochaufweitung durch gezielte Gefügeeinstellung, insbesondere reduzierte Härte­differenz

SZFG Stahlsorte	garantierte Lochaufweitung
SZBS600xpand®	75 %
SZBS800xpand®40	40 %
SZBS800xpand®50	50 %
HCT600Xxpand®	50 %
HCT780Xxpand®	30 %
HCT780Cxpand®	40 %
HCT980Xxpand®	20 %
HCT980XGxpand®	20 %

xpand® (Lat.: expandere = erweitern, ausweiten)

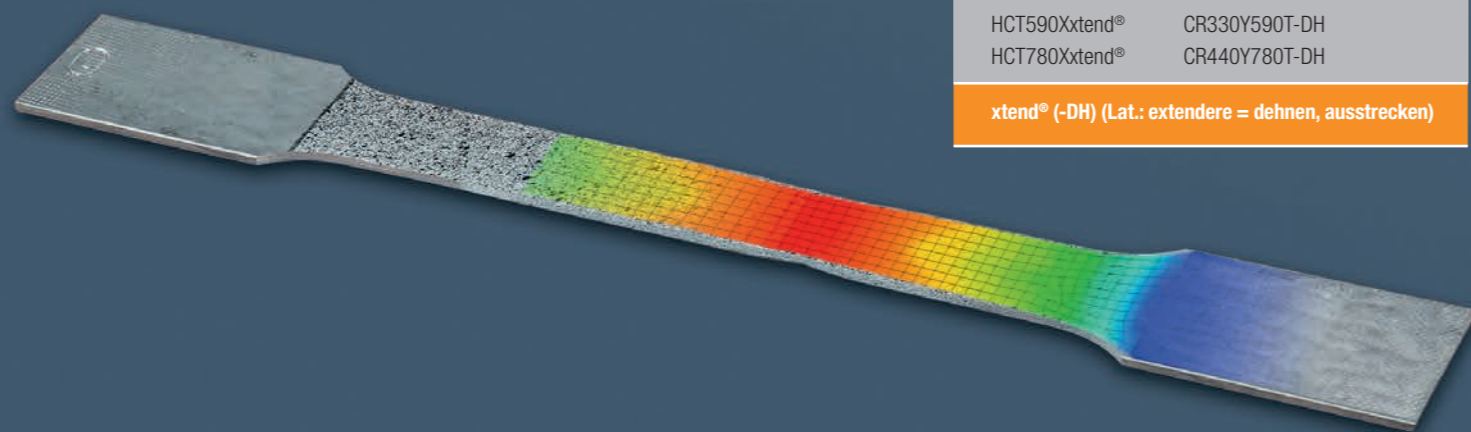
# xpand® vs. xtend®

➔ **xtend® DATEN & FAKTEN**

Verbesserung der Bruchdehnung und des n-Wertes, u.a. durch Restaustenit xtend® entspricht nach VDA 239-100 "-DH: Dualphase mit verbesserter Umformbarkeit"

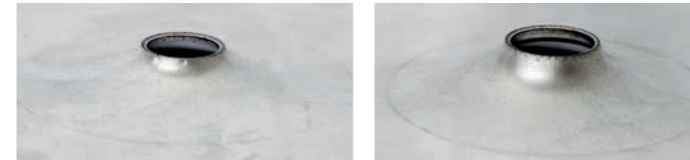
SZFG Stahlsorte	VDA 239-100
HCT590Xxtend®	CR330Y590T-DH
HCT780Xxtend®	CR440Y780T-DH

xtend® (-DH) (Lat.: extendere = dehnen, ausstrecken)



Seit fast zwei Jahrzehnten werden bei der Salzgitter Flachstahl Mehrphasenstähle in Festigkeitsbereichen von 450 bis 980 Megapascal produziert. Viele dieser Spezialisten stehen nun auch in weiter verfeinerten Varianten zur Verfügung, welche in intensiver Zusammenarbeit zwischen Kunden, Salzgitter Mannesmann Forschung und Salzgitter Flachstahl entwickelt wurden.

**xpand®**



Getestet wird das Lochaufweitvermögen und damit die Kantenrissempfindlichkeit durch ein Testverfahren nach ISO 16630. Das Testverfahren wird bei Salzgitter Flachstahl durchgeführt und ist von führenden Automobilherstellern anerkannt.

Eine besondere Eigenschaft der xpand® Mehrphasenstähle der Salzgitter Flachstahl ist das überdurchschnittlich hohe Lochaufweitvermögen und die damit verbundene und garantierte geringe Kantenrissempfindlichkeit. Diese Variante führt den Namenszusatz xpand®.

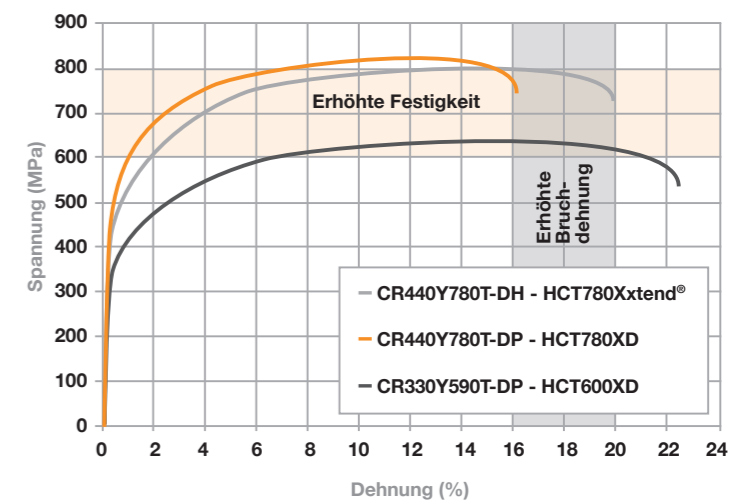
xpand®-Stähle kommen dann zum Einsatz, wenn in schergeschnittenen Bereichen erhöhte Anforderungen an das Umformverhalten des Werkstoffs gestellt werden. Ein Beispiel dafür sind beschnittene und somit kaltverfestigte Bereiche einer Platine, aus denen im weiteren Verlauf der Bauteilherstellung Kragen oder Abstellungen ausgeformt werden sollen. Der Lochaufweitungswert kann als Zeugniswert angefragt werden.

Der Begriff xpand® leitet sich von dem lateinischen expandere (= erweitern, ausweiten) ab und steht für ein garantiertes, erhöhtes Lochaufweitungsvermögen des Werkstoffs.

**xtend®**

Die zweite verbesserte Werkstoffvariante sind Mehrphasenstähle mit dem Zusatz xtend®. Dieser Namenszusatz bezieht sich auf das lateinische extendere (= dehnen) und steht für die verbesserte Umformbarkeit hinsichtlich der Dehnung der Stahlsorten. Die optimierte Eigenschaft zeigt sich durch einen erhöhten Wert der Bruchdehnung im einachsigen Zugversuch.

Derzeit stellt die Salzgitter Flachstahl ihren Kunden xtend®-Güten in feuerverzinkter Ausführung zur Verfügung. Im Unterschied zu den xpand®-Güten kommen die xtend®-Stahlsorten dann zum Einsatz, wenn erhöhte Anforderungen an das Umformverhalten des Werkstoffs gestellt werden. Das zeigt sich besonders bei der Herstellung von hochkomplexen Tiefziehbauteilen aus dem Karosseriebereich, wie zum Beispiel Knotenblechen oder Säulenverstärkungen. So erlaubt die erhöhte Bruchdehnung, komplexere Bauteile bei gleicher Festigkeit oder festere Bauteile bei gleicher Komplexität herzustellen.



Die erhöhte Bruchdehnung erlaubt, komplexere Bauteile bei gleicher Festigkeit oder festere Bauteile bei gleicher Komplexität zu fertigen.

Was auch immer Sie vorhaben. Fordern Sie uns. Wir haben den richtigen Stahl für Ihre Anwendung.



# Ein kleiner Anteil Bor – eine große Wirkung



Presshärten im Versuchsfeld der Salzgitter Mannesmann Forschung.

## Die Mangan-Bor Stähle der Salzgitter Flachstahl bieten höchste Festigkeiten bei guten Umformeigenschaften

Konventionell oder elektrisch angetrieben – leichtere Autos senken den Verbrauch oder erhöhen die Reichweite. Stahl sorgt dafür, dass diese Autos gleichzeitig immer sicherer werden. Doch festere Stahlsorten bedeuten auch höhere Umformkräfte in den Werkzeugen der Automobilhersteller. Hier kommen nun die warmumformbaren Stähle wie der Mangan-Bor-Stahl und deren Verarbeitungsform, das Presshärten, ins Spiel.

Früher wie heute gerne für verschleißfeste Teile wie Eggen und Pflüge verwendet, findet der Werkstoff mit maximal 0,005 Prozent Bor heute auch im Automobilbau immer mehr Einsatz. Bor ist das Legierungselement mit der größten härteerhöhenden Wirkung. Es verzögert die Umwandlung in weiche Gefügearten wie Ferrit, Perlit oder Bainit. So liegt im Auslieferungszustand typischerweise ein ferritisch-perlitische Gefüge zu Grunde und die Bleche kommen nur auf Festigkeiten von etwa 450 bis 750 MPa.

Doch durch die Warmumformung (oder auch Presshärten genannt – siehe Information Warmumformung) können sie Zugfestigkeiten bis zu 2.000 MPa erreichen, denn es entsteht durch das Härten im Werkzeug ein martensitisches Gefüge.

Daher werden sie immer mehr für Stoßfängerverstärkungen, Seitenaufprallschutzsysteme und höchstfeste Strukturbauteile innerhalb der Rohkarosserie eingesetzt. Noch ein weiterer Vorteil dieser Stahlgruppe mit seiner besonderen Verarbeitungsform: Die Rückfederung im Vergleich zu kaltumgeformten, höchstfesten Stählen ist deutlich reduziert, so dass sehr komplexe und maßhaltige Bauteile gefertigt werden können.

Bei der Salzgitter Flachstahl sind momentan etwa zwei Dutzend verschiedene Mangan-Bor-Analysen erhältlich, wobei der Kohlenstoffgehalt von 0,10 Prozent bis zu 0,40 Prozent je nach Anwendungszweck einstellbar ist. Sprechen Sie uns an!

## Mechanische Eigenschaften

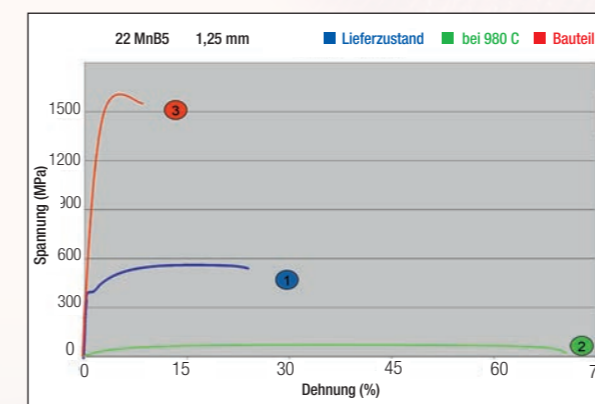
Stahlsorte	Dehngrenze $R_{p0,2}$	Zugfestigkeit $R_m$	Bruchdehnung $A_{80}$	Bruchdehnung $A_5$
1,85 – 6,00 mm	MPa	MPa	%	%
10MnB5	280 – 490	470 – 570	≥ 16	≥ 20
20MnB5	300 – 530	490 – 650	≥ 15	≥ 19
22MnB5	310 – 550	500 – 700	≥ 15	≥ 18
26MnB5	360 – 580	580 – 740	≥ 12	≥ 14
27MnB5	370 – 590	590 – 750	≥ 11	≥ 13
27MnCrB5-2	320 – 570	590 – 760	≥ 11	≥ 13
30MnB5	360 – 600	610 – 760	≥ 10	≥ 12
34MnB5	380 – 620	620 – 820	≥ 9	≥ 12
37MnB5	380 – 680	630 – 830	≥ 8	≥ 11
40MnB5	390 – 780	650 – 950	≥ 7	≥ 11
(46MnB4)	400 – 820	670 – 990	≥ 6	≥ 9

### Warmumformung / Presshärtung

Bei der Warmumformung beziehungsweise dem Presshärten wird das Material austenitisiert und anschließend unter Nutzung der bei diesen Temperaturen höheren Dehnung in einem gekühlten Werkzeug umgeformt und auch gehärtet. Zusätzlich besteht die Möglichkeit die mechanischen Eigenschaften maßgeschneidert über eine partielle Erwärmung und Kühlung lokal im Bauteil einzustellen.

Die Basis für das Presshärten bilden die in der DIN EN ISO 683-2 genormten Güten 22MnB5, 26MnB5 und 34MnB5 sowie der 27MnCrB5-2. Davon ausgehend können in enger Zusammenarbeit mit der Technischen Kundenberatung der Salzgitter Flachstahl verschiedenste Mangan-Bor-Analysen abgestimmt werden, die individuell auf die Wünsche und Anforderungen des Kunden zugeschnitten sind.

### Einordnung der Eigenschaften warmumformbarer Stähle



Typische Spannungs-Dehnungs-Diagramme eines 22MnB5 in verschiedenen Zuständen (Lieferzustand, während der Warmumformung, finaler Bauteilzustand)

### Einteilung der unterschiedlichen Härten bei Bauteilen

Die Bauteile werden je nach Beanspruchung in der Karosserie maßgeschneidert, um bestes Leichtbaupotential zu bieten. In der heute angestrebten Mischbauweise einer Karosserie können folgende Werkstoffklassen unterschieden werden:

- Außenhautbauteile mit anspruchsvoller Geometrie, die „weich“ sind (Streckgrenze bis 180 MPa)
- hochfeste Bereiche mit komplexer Geometrie (Streckgrenze: 180 bis 260 MPa)
- höherfeste Strukturbauteile mit hoher Festigkeitsbeanspruchung (Streckgrenze: 260 bis 300 MPa)
- Crashbereiche mit Energieaufnahme auf hohem Niveau etwa für Stoßstangen und Abstandshalter (Streckgrenze: 300 bis 420 MPa)
- pressgehärtete tragende Strukturbauteile mit höchstem Widerstand gegen Deformation (Streckgrenze über 1.000 MPa), zum Beispiel als Seitenaufprallschutz. Die Bauteile aus dem vergüteten Stahl 22MnB5 weisen dabei eine Zugfestigkeit von bis zu 2.000 MPa auf

Stahlsorte	Dehngrenze $R_{p0,2}$	Zugfestigkeit $R_m$	Bruchdehnung $A_{80}$	Bruchdehnung $A_5$
6,01 – 12,70 mm	MPa	MPa	%	%
10MnB5	290 – 460	450 – 550	–	≥ 18
20MnB5	310 – 540	470 – 600	–	≥ 16
22MnB5	310 – 550	480 – 670	–	≥ 15
26MnB5	340 – 570	520 – 700	–	≥ 11
27MnB5	350 – 570	530 – 720	–	≥ 10
27MnCrB5-2	300 – 580	530 – 730	–	≥ 10
30MnB5	340 – 590	600 – 750	–	≥ 10
34MnB5	350 – 620	620 – 790	–	≥ 9
37MnB5	380 – 630	630 – 810	–	≥ 9
40MnB5	400 – 760	640 – 890	–	≥ 7
(46MnB4)	430 – 820	670 – 950	–	≥ 6

Vollverkettete Großserienfertigung hydrogeformter Fahrwerkkomponenten bei der Salzgitter Hydroforming



# Fahrwerke für die E-Mobilität

## Bainitische Stähle und Hydroforming reduzieren Gewicht und steigern die Betriebsfestigkeit

Aktuelle batterieelektrisch oder hybrid angetriebene Fahrzeuge haben Mehrgewichte durch Energiespeicher und teilweise doppelte Komponenten im Antriebsstrang. Das Fahrzeuggewicht nimmt daher erheblich zu. Sowohl im Crash als auch im Fahrbetrieb führt dies zu sekundärem Mehrgewicht, durch die angepasste Struktur der Karosserie und des Fahrwerks.

ein höheres Festigkeitsniveau auf, sondern zeigen insbesondere bei dynamischen Beanspruchungen auch in Schweißkonstruktionen einen deutlichen Performancegewinn:

Eine besondere Herausforderung ist die Absicherung der Betriebsfestigkeit von Fahrwerk-Rahmenstrukturen unter Berücksichtigung der gegenüber konventionellen Antriebskonzepten nochmals engeren Package-Restriktionen.

Die Initiative Automotive der Salzgitter AG hat diese bainitischen Stähle gemeinsam mit dem Hydroforming für die weiteren Achslaststeigerungen im Zuge der Elektromobilität und den daraus resultierenden höheren statischen und zyklischen Lasten untersucht. Hierfür wurde der SZBS600 der Salzgitter Flachstahl bei der Salzgitter Hydroforming als Rohr seriennah erfolgreich verarbeitet und mit einer Referenz aus S460MC verglichen. Dabei war die anspruchsvolle Umformung bei höherem Festigkeitsniveau absolut vergleichbar mit dem weniger festen S460MC. Die Umfangsdehnungen waren sogar mit 13,38 % gegenüber 11,33 % deutlich höher.

Schon heute werden Achsrahmen meist durch Hydroforming beanspruchungsgerecht gestaltet und Fertigungsverfahren, Werkstoff und Wanddicke sorgfältig aufeinander abgestimmt. Hydrogeformte Achsen gelten daher in Fachkreisen als technisch besonders hochwertig und sind durch moderne vollverkettete Produktionskonzepte auch wirtschaftlich attraktiv.

Fordern Sie uns: Sowohl der Werkstoff SZBS600 als auch das Herstellverfahren Hydroforming sind bei Salzgitter uneingeschränkt zur Steigerung der Betriebsfestigkeit und/oder Gewichtsreduzierung sofort nutzbar.

Warmgewalzte bainitische Stähle der Salzgitter Flachstahl weisen im Vergleich zu alternativen Werkstoffen z. B. in der Ausführung als SZBS600 oder SZBS800 nicht nur bei statischen Kennwerten

Prüfrichtung (längs)	Dehngrenze $R_{p0,2}$ [MPa]	Zugfestigkeit $R_m$ [MPa]	Bruchdehnung $A_{80}^{(1)}$ [%]	Bruchdehnung $A_5^{(1)}$ [%]
SZBS600	460 – 560	560 – 680	≥ 16	≥ 18
SZBS800	660 – 820	760 – 960	≥ 10	≥ 12

<sup>1)</sup> Es gilt für die Nenndicke e: e < 3 mm:  $A_{80}^{(1)}$ ; e ≥ 3 mm:  $A_5^{(1)}$

Neben der herkömmlichen Warmbandausführung kann die Warmbandgüte auch mit den Oberflächenbeschichtungen ZM (StronSal<sup>®</sup>), Z (feuerverzinkt) und ZE (elektrolytisch verzinkt) hergestellt werden. Die feuerverzinkten Ausführungen weisen aufgrund ihrer Wärmebehandlung im Mittel leicht höhere Festigkeitswerte als die unverzinkten bainitischen Stähle auf. Die Stahlsorten können auch als xpanse<sup>®</sup>-Variante geliefert werden. Hier wird ein Lochaufweitungswert garantiert.

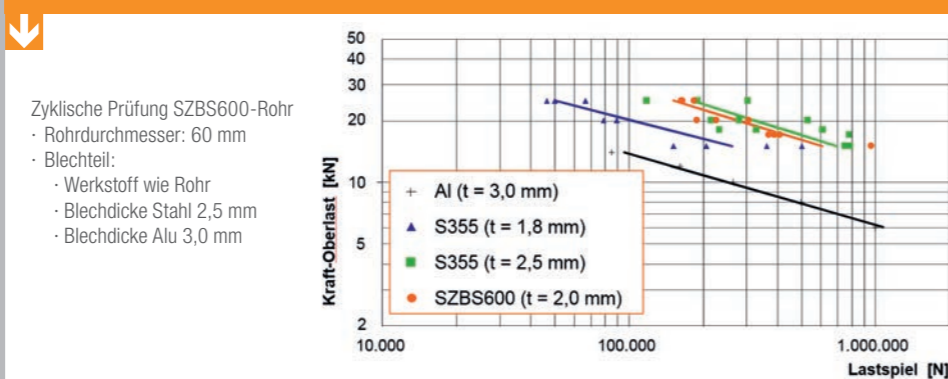
Stahlsorten (xpanse <sup>®</sup> )	Garantierte Lochaufweitung HET <sup>2)</sup> [%]
SZBS600xpanse <sup>®</sup>	≥ 75
SZBS800xpanse <sup>®</sup> 40	≥ 40
SZBS800xpanse <sup>®</sup> 50	≥ 50

<sup>2)</sup> Hole expansion test nach ISO 16630

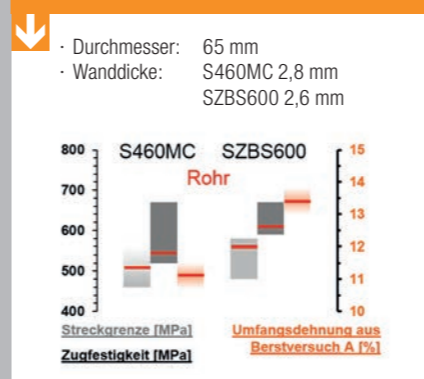
### Geschweißte bauteilnahe Probengeometrie für die Betriebsfestigkeitsprüfung



### Zyklische Kennwerte im Bauteil-Wöhlerdiagramm für die geschweißte Probengeometrie



### Eigenschaften SZBS600-Rohr



### Innenhochdruckumformung



# Werkstoff- kennwerte für die Simulation

Ob Kotflügel, Möbelbeschläge oder Gasflasche, heute führt bei der Auslegung von Bauteilen und Strukturen kein Weg an der virtuellen Betrachtung vorbei. Doch egal welche Software genutzt wird, die wohl wichtigste Voraussetzung für eine erfolgreiche Bauteil-auslegung sind exakte und repräsentative Materialdaten. Schließlich führen Ungenauigkeit und Fehler in der Machbarkeitsanalyse zu hohen Folgekosten, da auf Basis der dort entstandenen Ergebnisse die Fertigungsmethode geplant und Investitionen getätigt werden.

Die Salzgitter-Flachstahl und die Salzgitter Mannesmann Forschung unterstützen ihre Kunden seit Jahren mit entsprechenden Materialdaten. Die dort nach SEP1240 charakterisierten Stahlgüten haben repräsentativen Charakter für das Lieferprogramm der Salzgitter Flachstahl und können online aus der Werkstoffdatenbank

COMDaS heruntergeladen werden. Diese kostenlose Datenbank gewährt schnellen Zugriff auf umfassende und experimentell ermittelte Materialdaten, die bei der Salzgitter Flachstahl an repräsentativen Materialchargen erhoben wurden.

COMDaS steht für Customer Online Material Data System und wird über [www.comdas-online.de](http://www.comdas-online.de) abgerufen. Die Datenbank stellt nach einmaliger kostenfreier Anmeldung die Ergebnisse vieler Untersuchungen wie

- chemische Analyse
- Zugversuch
- Grenzformänderungsdiagramm
- Hochgeschwindigkeitszugversuch
- zyklische Kennwerte

komfortabel im passenden Dateiformat der eingesetzten Software zum Download bereit.

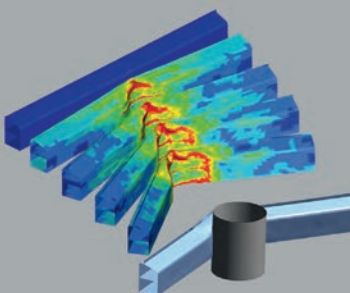
Darüber hinaus werden auch programmspezifische Materialkarten gängiger Simulationssoftware (AutoForm, PamStamp, PamCrash, LS-Dyna) und zusammenfassende Datenblätter verfügbar gemacht.

Die Datenbasis wird ständig auch nach VDA239 erweitert und um neue Werkstoffgüten ergänzt. Sollte einmal Ihr gesuchter Werkstoff nicht verfügbar sein, so zögern Sie nicht, uns über die E-Mailadresse anzusprechen:

[werkstoffkennwerte@salzgitter-ag.com](mailto:werkstoffkennwerte@salzgitter-ag.com)

**Crashberechnung:**

Schon im frühen Entwicklungsprozess hilft COMDaS die Potenziale eines Werkstoffes einzuschätzen und das Material- bzw. Bauteilverhalten mittels Simulation voraussagen zu können.



Die neue Online Werkstoffdatenbank COMDaS stellt umfassende Materialkennwerte bereit.

# Team

# Initiative Automotive

Ihre Ansprechpartner



**Thorsten Gintaut**  
Verkauf Automobilindustrie

Telefon: +49 5341 21 2654  
E-Mail: [gintaut.t@salzgitter-ag.de](mailto:gintaut.t@salzgitter-ag.de)



**Christian Pelz**  
Technische Kundenberatung  
Automobil

Telefon: +49 5341 21 6561  
E-Mail: [pelz.c@salzgitter-ag.de](mailto:pelz.c@salzgitter-ag.de)



**Nils Wallosek**  
Marketing

Telefon: +49 5341 21 6401  
E-Mail: [wallosek.n@salzgitter-ag.de](mailto:wallosek.n@salzgitter-ag.de)



**Ansgar Geffert**  
Engineering & Simulation,  
Salzgitter Mannesmann Forschung

Telefon: +49 5341 21 3691  
E-Mail: [a.geffert@sz.szmf.de](mailto:a.geffert@sz.szmf.de)

Impressum:  
Herausgeber:  
Salzgitter Flachstahl GmbH  
Inhaltlich verantwortlich:  
Frank Heidelberger  
Konzept und Gestaltung:  
Matzke & Heintz GmbH, Braunschweig,  
[www.matzke-heintz.de](http://www.matzke-heintz.de)  
Druck:  
Salzgitter Flachstahl GmbH  
Auflage: 1.200 Stück

Technische Änderungen sowie  
Satz- und Druckfehler vorbehalten.

**Salzgitter Flachstahl GmbH**

Eisenhüttenstraße 99

38239 Salzgitter

Germany

Tel.: +49 5341 21-2890

Fax: +49 5341 21-8536

Postanschrift/Postal address:

38223 Salzgitter

Germany

[www.salzgitter-flachstahl.de](http://www.salzgitter-flachstahl.de)