

MODIFIZIERTE A-SÄULE: BESSERE SICHT, WENIGER GEWICHT

Die neue InCar plus-A-Säule bietet im Vergleich zu konventionellen A-Säulen zahlreiche Vorteile: ein deutlich größeres Sichtfeld, hohe passive Crashesicherheit und etwa 10 % weniger Gewicht. Ein geringerer Werkstoffeinsatz und innovative Fertigungstechniken ermöglichen ein Effizienz-Plus zu sehr moderaten Leichtbaukosten von 1,57 €/kg. Zusätzliche Kostenvorteile entstehen bei der Integration des neuen A-Säulen-Konzepts in eine modellübergreifende Gleichteilstrategie.

Hohe strukturmechanische Anforderungen sowie die Integration von Kopfairbags lassen die A-Säulen aktueller Fahrzeuggenerationen deutlich in die Breite wachsen. Infolgedessen werden größere Zonen des Sichtfelds verdeckt und dadurch wächst die Gefahr, andere Verkehrsteilnehmer nicht oder nicht rechtzeitig zu sehen, ❶. Der deutlich reduzierte Querschnitt einer im Rahmen des Projekts InCar plus entwickelten A-Säule vergrößert das freie Sichtfeld und trägt erheblich zur Unfallprävention bei. Zusammen mit einem gesteigerten Fahrkomfort schaffen diese Faktoren zusätzlichen Kundennutzen und können sich positiv auf die Kaufentscheidung auswirken. Ein zweites, nicht weniger wichtiges Ziel ist die Gewichtsersparnis.

Doch Sichtfeldoptimierung und Gewichtsreduktion stehen im Zielkonflikt mit den Erfordernissen der Crashesicherheit. Zudem stellt die komplexe Geometrie typischer A-Säulen hohe Anforderungen an die eingesetzten Werkstoffe und Fertigungsverfahren. Zur Beurteilung des neuen A-Säulen-Konzepts dient eine mehrteilige Schalenkonstruktion als Referenz, die alle heute maßgeblichen strukturmechanischen Anforderungen erfüllt und damit den Stand der Technik 2014 repräsentiert, ❷.

Bei InCar plus werden die Ziele mit einem warmumgeformten, geschlossenen Profil mit integriertem Scheibenauf-

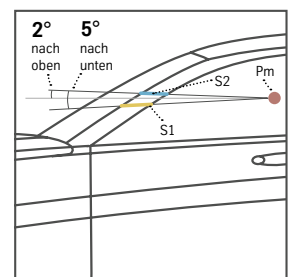
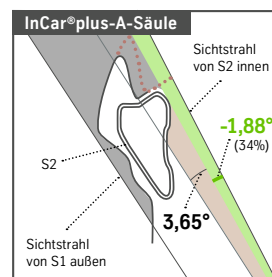
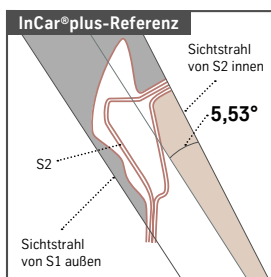
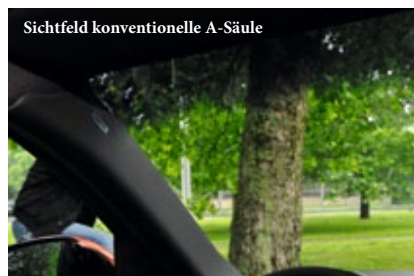
lagen-Flansch erreicht, das den vorgegebenen Bauraum der Referenz optimal ausnutzt, ❸. Dieses neue A-Säulen-Konzept verringert die Sichtwinkelverdeckung signifikant um 34 % und das Gewicht um 10 % beziehungsweise 3,22 kg pro Fahrzeug.

Die strukturmechanische Absicherung der neuen A-Säule basiert auf den Vorgaben des Euro-NCAP-, Euro-NCAP-Pole-, IIHS-Small-Overlap-Tests sowie des Dacheindrückttests FMVSS 216a. Insgesamt erfüllt die neue A-Säule alle Zielwerte der jeweiligen Crashlastfälle und bietet ein der Referenzstruktur vergleich-

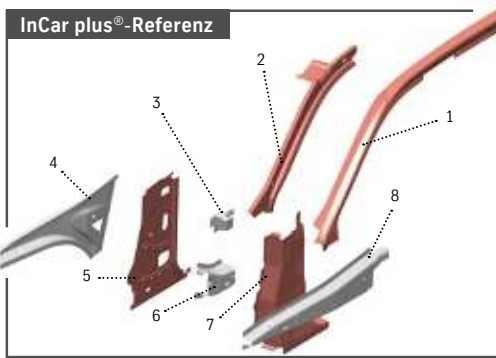
bares Crashverhalten. Gleiches gilt für die erzielten Torsions- und Biegesteifigkeiten. In Verbindung mit einer optimalen Ausgestaltung der Rückhaltesysteme lassen sich die Verletzungsrisiken so gering halten, dass im Euro-NCAP-Test fünf Sterne erreicht werden.

NEUE VERFAHREN OPTIMIEREN FERTIGUNG

Die fertigungstechnische Umsetzung der komplexen A-Säulen-Geometrie steht im Fokus der Untersuchung. Das Bauteil startet am Schweller, führt entlang der



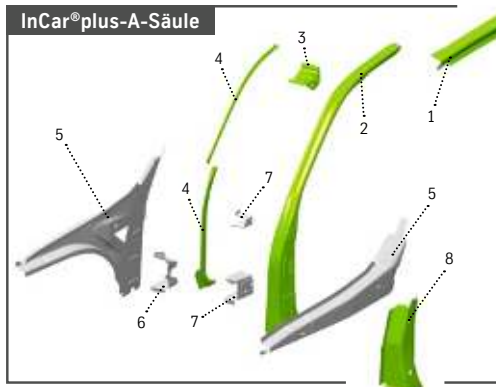
❶ Reduzierung des Sichtverdeckungswinkels



InCar plus®-Referenz

Nr.	Bauteil	Werkstoff	Oberfläche	Dicke	Gewicht
1	A-Säule oben außen links	CP-W® 800	Z100	1,80 mm	4,40 kg
2	A-Säule oben innen links	MBW® 1500	AS150	1,15 mm	1,29 kg
3	Konsole I-Tafelquerträger links	MHZ 340	Z100	1,50 mm	0,25 kg
4	Längsträger oben innen links	DP-K® 45/78	Z100	1,10 mm	2,07 kg
5	A-Säule unten innen links	RA-K® 40/70	Z100	1,10 mm	1,79 kg
6	Verstärkung A-Säule unten links	HX 220	Z100	1,20 mm	0,64 kg
7	A-Säule unten außen links	MBW® 1500	AS150	1,20 mm	2,53 kg
8	Längsträger oben außen links	DP-K® 45/78	Z100	1,10 mm	2,04 kg
Gesamtgewicht pro Fahrzeug					30,02 kg

2 Bauteile der Referenz-A-Säule



InCar plus®-A-Säule

Nr.	Bauteil	Werkstoff	Oberfläche	Dicke	Gewicht
1	Dachrahmen seitlich außen links	DP-K® 60/98	Z100	1,30 mm	1,00 kg
2	Profil A-Säule links	MBW® 1500	AS150/U	1,25 mm	4,95 kg
3	Konsole Dachquerträger vorne links	MHZ 260	Z100	1,15 mm	0,20 kg
4	Flanschabstützung oben/unten links	MHZ 260	Z100	0,90 mm	0,36 kg
5	Längsträger oben innen/außen links	DP-K® 45/78	Z100	1,10 mm	5,08 kg
6	Schottblech A-Säule unten	DP-K® 60/98	Z100	1,20 mm	0,31 kg
7	Verstärkung A-Säule oben/unten links	MHZ 420	Z100	1,20 mm	0,50 kg
8	A-Säule unten außen	DP-K® 60/98	Z100	1,20 mm	1,01 kg
Gesamtgewicht pro Fahrzeug					26,82 kg

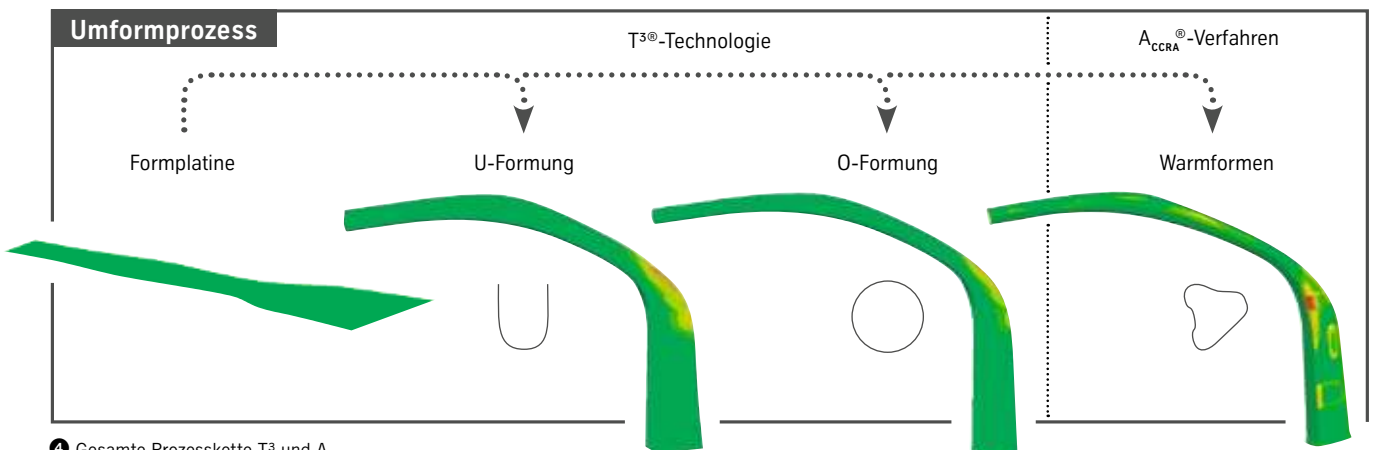
3 Bauteile der InCar plus-A-Säule

Scharniersäule, der Neigung der Windschutzscheibe, über den Bereich des Dachrahmens und endet an der Anbindung der B-Säule. Das Profil aus höchstfesten Stählen weist alle Anbindungsflächen der Referenzkonstruktion auf, sowie die vom Bauraum vorgegebene dreidimensionale Gestaltung. Notwendige Verstärkungen sind in das geschlossene Profil mit bewährten konventionellen Rohbaumethoden integriert.

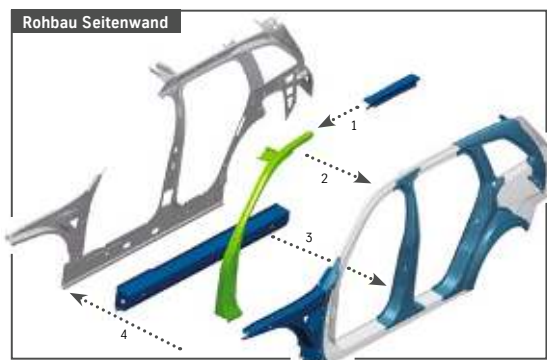
Zur Herstellung kommen zwei sich ergänzende Umformtechniken zum Einsatz, 4. Die T³-Technologie ist ein Fertigungsverfahren zur Herstellung von dünnwandigen, geschlossenen oder offenen Hohlprofilen mit flexiblen Querschnitt. Zunächst wird mithilfe der T³-Technologie ein gekrümmtes, rohrförmiges Halbzeug mit variierenden Querschnitten erzeugt. Dieses Halbzeug erhält seine finale Geometrie in einer

weiteren, dann warm durchgeführten Umformoperation, dem von Linde + Wiemann entwickelten A_{CCRA}-Verfahren.

Im Projekt InCar plus haben die Ingenieure ergänzend ein Industrialisierungskonzept entwickelt, das die Fertigung der geschlossenen Profile unter konventionellen Serienbedingungen und Standard-Taktzeiten ermöglicht. Das A-Säulen-Halbzeug kann dabei entweder auf einer Einzelpresse oder auf konventi-



4 Gesamte Prozesskette T³ und A_{CCRA}



Fügefänge Seitenwand/Fahrzeug	InCar®plus- Referenz	InCar®plus- A-Säule	Differenz Referenz-Profilkonzept
Anzahl Schweißpunkte	1.325	1.293	-32
MIG-/MAG-Schweißen	700 mm	3.856 mm	+3.156 mm
Laserstrahlschweißen	0 mm	1.440 mm	+1.440 mm
Festigkeitsklebstoff	31.470 mm	28.702 mm	-2.768 mm

5 Integration der InCar plus-A-Säule in die Seitenwand außen/innen (links) mit wichtigen Fertigungsparametern (rechts)

onellen Pressenstraßen gefertigt werden. Durch den Einsatz der Formplatinen und einer optimalen Schachtelung wird eine hohe Materialnutzung erreicht.

A_{CCRA} ist ein innovatives Fertigungsverfahren für crashoptimierte, ultrahochfeste Strukturbauteile aus geschlossenen Hohlprofilen (Form Blow Hardening = FBH) und vereint die Vorteile aus Innenhochdruck-Umformen und Presshärten. Die mit der T³-Technologie hergestellten Profilhalbzeuge werden beim A_{CCRA}-Verfahren in einem Ofen auf Austenitisierungstemperatur (880 °C bis 950 °C) erwärmt und vollautomatisch in ein Warmform-Werkzeug eingelegt. Das Schließen des Werkzeugs formt das Halbzeug in den dreidimensionalen Strakverlauf ein. Abdichtelemente verschließen das Halbzeug beidseitig an den Enden. Anschließend wird das Bauteil durch Innenhochdruck (im einfachsten Fall mit Druckluft) von bis zu 600 bar in die finale Kontur umgeformt. Nach der Umformung sinkt der Innendruck und durch die Abdichtelemente wird das Bauteil von Wasser durch-

strömt. Diese Direktkühlung führt in Abhängigkeit der Materialstärke zu einer äußerst raschen und gleichmäßigen Abkühlrate von bis zu 350 K/s. Diese gewährleistet eine prozesssichere und reproduzierbare Gefügewandlung von Austenit in Martensit. Die Gefügestruktur und somit auch die Eigenschaften des fertigen Bauteils sind mit konventionell pressgehärteten Schalenbauteilen vergleichbar. Nach der Warmumformung beschneiden Laser die Enden des Bauteils und bringen Löcher und Ausschnitte ein. Rückfederungen sind in der Regel nicht zu erwarten, da die Umformung des Halbzeugs im austenitischen Zustand, beziehungsweise vor der Erwärmung im Anlieferungszustand, erfolgt. Die Formtoleranzen des fertigen Bauteils liegen im Bereich von +/- 0,5 mm.

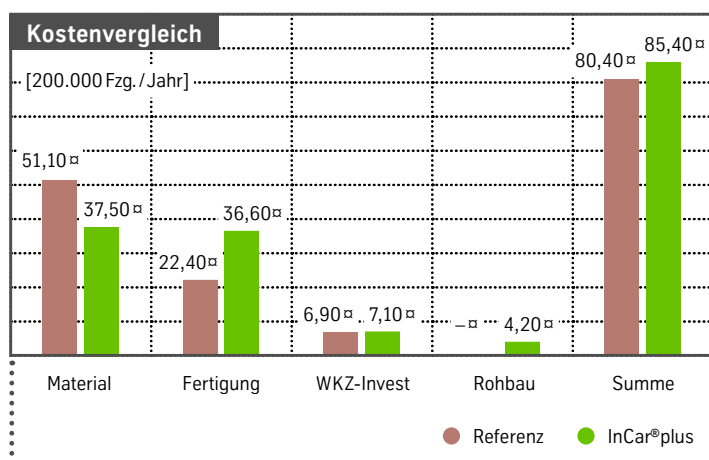
Die Verknüpfung der beiden innovativen Techniken ermöglicht äußerst komplexe Bauteilgeometrien, die bisher mit bekannten Fertigungstechniken und vergleichbaren Materialfestigkeiten nicht herstellbar waren. Aufgrund der techni-

schen Merkmale warmgeformter Hohlprofile aus MBW 1500 leisten beide **Techniken** einen entscheidenden Beitrag zur Gewichtsoptimierung von Strukturbauteilen. Sie sind in der Regel, zum Beispiel durch geänderte Fügefolgen und angepasste Fügeverfahren, problemlos in bestehende Rohbauanlagen integrierbar. So konnten die T³-Technologie und das A_{CCRA}-Verfahren erfolgreich in die Rohbauanlage der Referenz-A-Säule unter Beibehaltung der vorgegebenen Taktzeit eingepasst werden. 5 zeigt beispielhaft die Fügefolge der Seitenwand außen/innen.

Eine abschließende Kostenbetrachtung erfolgt unter Berücksichtigung der angepassten Rohbauumfänge. In Verbindung mit dem geringeren Materialeinsatz ergeben sich attraktive Leichtbaukosten von 1,57 €/kg bei einer Gewichtseinsparung von etwa 3,2 kg pro Fahrzeug, 6.

GLEICHTEILSTRATEGIE MIT HALBZEUG UND FERTIGEM BAUTEIL MÖGLICH

Das warmumgeformte A-Säulenprofil hat noch einen weiteren Vorteil: Es ist kundenspezifisch anpassbar – etwa in Bezug auf eine fahrzeugspezifische geometrische Anpassung. Das bedeutet, dass sowohl die Länge der A-Säule variiert werden kann als auch eine Übertragung des Profils in andere Modelle im Zuge einer Gleichteilstrategie möglich ist. Zudem lässt sich das Fertigungsverfahren auch auf andere Karosserie-, Fahrwerks- oder Lenkungsbauteile übertragen. Die Gleichteilstrategie bezieht sich dabei nicht nur auf die Verwendung des gleichen Halbzeugs. Dies kann für den finalen formgebenden Fertigungsverfahren sowohl eine technisch als auch wirtschaftlich interessante Option darstellen.



6 Leichtbau-Kostenvergleich von Referenz und neuer A-Säule