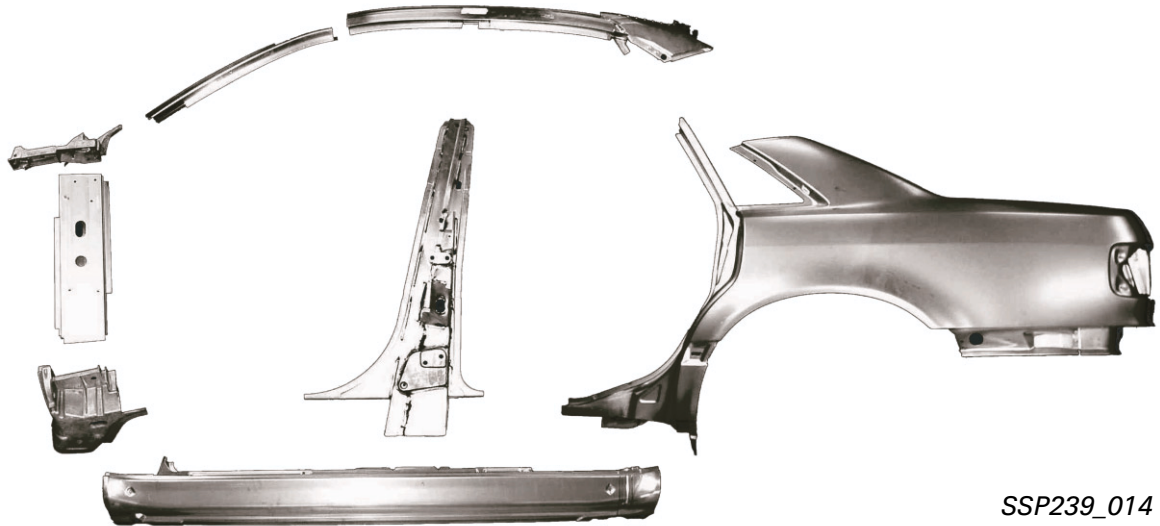


Audi Space Frame – ASF®

Reduzierung Karosserieteile

Seitenwandteil



SSP239_014

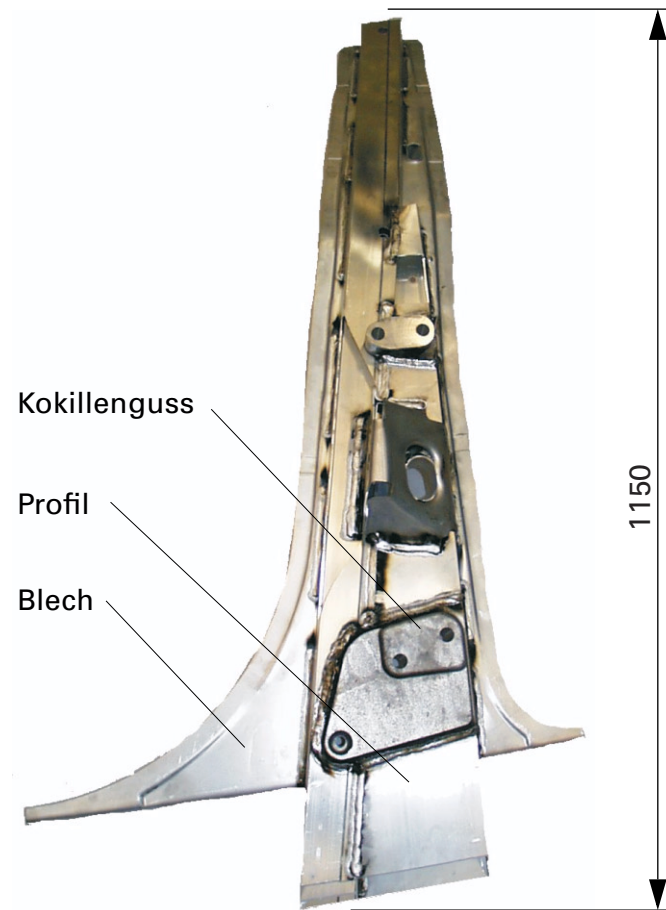
Die Seitenwand A8 besteht aus 8 Teilen.



SSP239_015

Die Seitenwand des A2 ist einteilig.

Vergleich B-Säule A8 und A2



SSP239_016

Die B-Säule des A8 besteht aus 8 Teilen, und es sind verschiedene Fertigungsverfahren notwendig.

Teilezahl: 8
Gewicht: 4180 g



SSP239_017

Die B-Säule des A2 ist einteilig und in einem Fertigungsverfahren hergestellt.

Teilezahl: 1
Gewicht: 3200 g

Vakuum Druckguss
minimale Wanddicke 2 mm



Übersicht

Vergleich der Profilarten

Die Gegenüberstellung der verschiedenen Profilarten verdeutlicht den großen Einfluss der Formgebung auf die Effektivität im Fahrzeugrohbau und damit unmittelbar auf die Anzahl der gefertigten Fahrzeuge pro Tag.

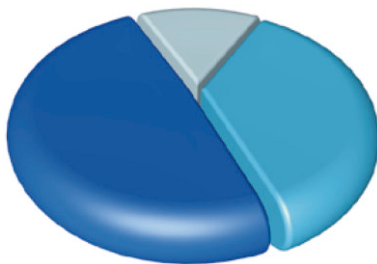


Durch die Reduzierung komplexer Endbeschnitte verbessert sich die Passgenauigkeit der Teile zueinander und ein notwendiger Toleranzausgleich kann auf ein Minimum beschränkt werden.

Folgende Merkmale kennzeichnen den Audi Space Frame A8:

- geringer Automatisierungsgrad, ca. 20 %
- komplexe Endbeschnitte
- Toleranzausgleich durch Gussknoten
- hoher Anteil an gebogenen Profilen

Teileanzahl ASF® A8



Anteil an gebogenen Profilen

	gerade Profile	– 49 %
	2-D gebogene Profile	– 34 %
	3-D gebogene Profile	– 17 %

Der Audi Space Frame A2 hebt sich durch folgende Merkmale hervor:

- hoher Automatisierungsgrad, ca. 85 %
- Verbindung T-Stoß an Kehlnaht ergibt hochpräzise Bauteile
- einfache Endbeschnitte
- Laserschweißen
- nur noch 4 gebogene Profile

Teileanzahl ASF® A2

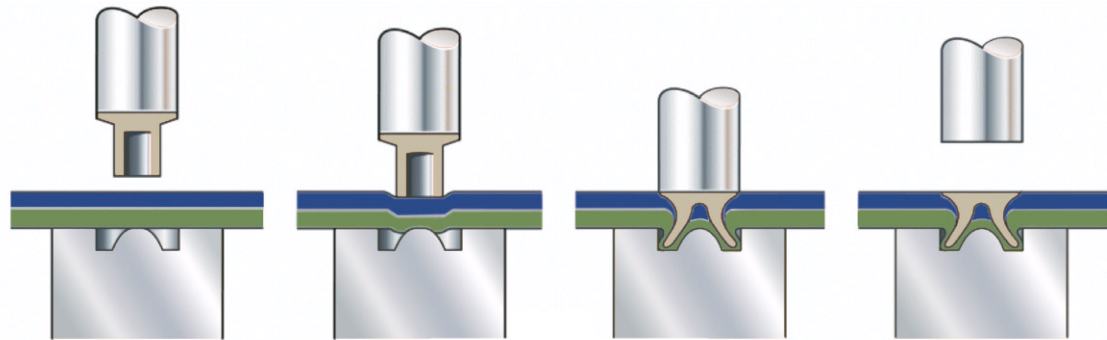


Anteil an gebogenen Profilen

	gerade Profile	– 82 %
	2-D gebogene Profile	– 9 %
	3-D gebogene Profile	– 9 %

Fertigungsverfahren

Stanznieten

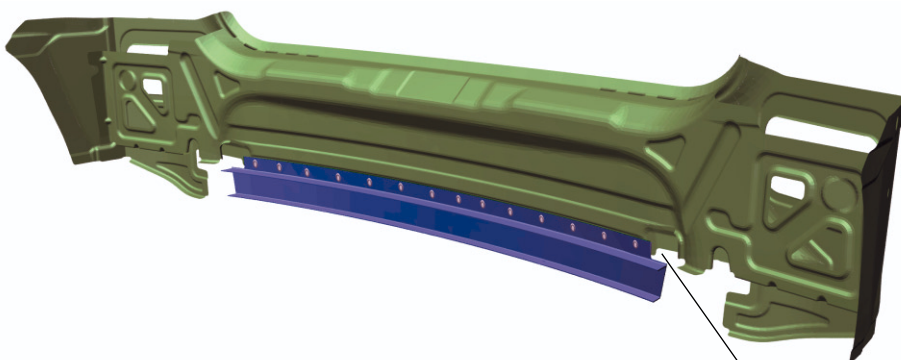


SSP239_066

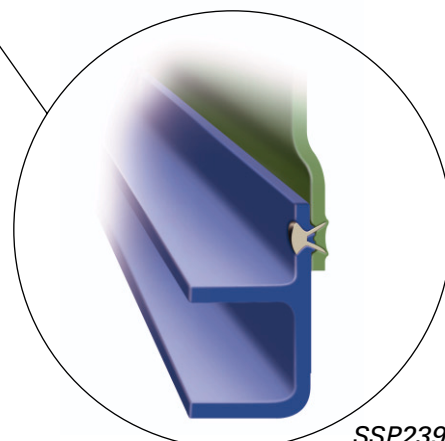
Der Anteil an Stanznietverbindungen hat sich verglichen mit dem A8 durch den Verzicht auf die Fügetechniken „Durchsetzfügen“ und „Widerstandspunktschweißen“ um etwa 40 % auf ca. 1800 Verbindungspunkte erhöht.

Dies resultiert aus den positiven Erfahrungen beim Einsatz des Stanznietens im A8-Space-Frame.

Im A2-Space-Frame werden ausschließlich Halbhohlprofile mit unterschiedlichen Abmessungen, je nach Bauteilkombination, eingesetzt.

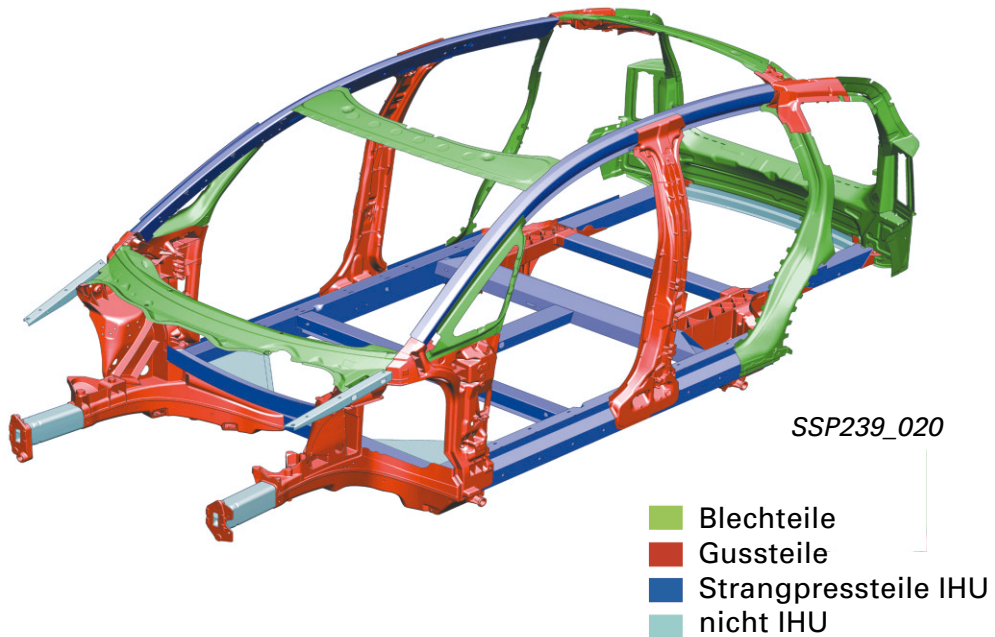


Das Stanznieten kommt vorwiegend beim Fügen von Blechen, Strangpressprofilen und deren Kombinationen im gesamten A2 Space Frame zum Einsatz.



SSP239_065

Innen-Hochdruck-Umformung IHU



Prozessfolge IHU und Biegen

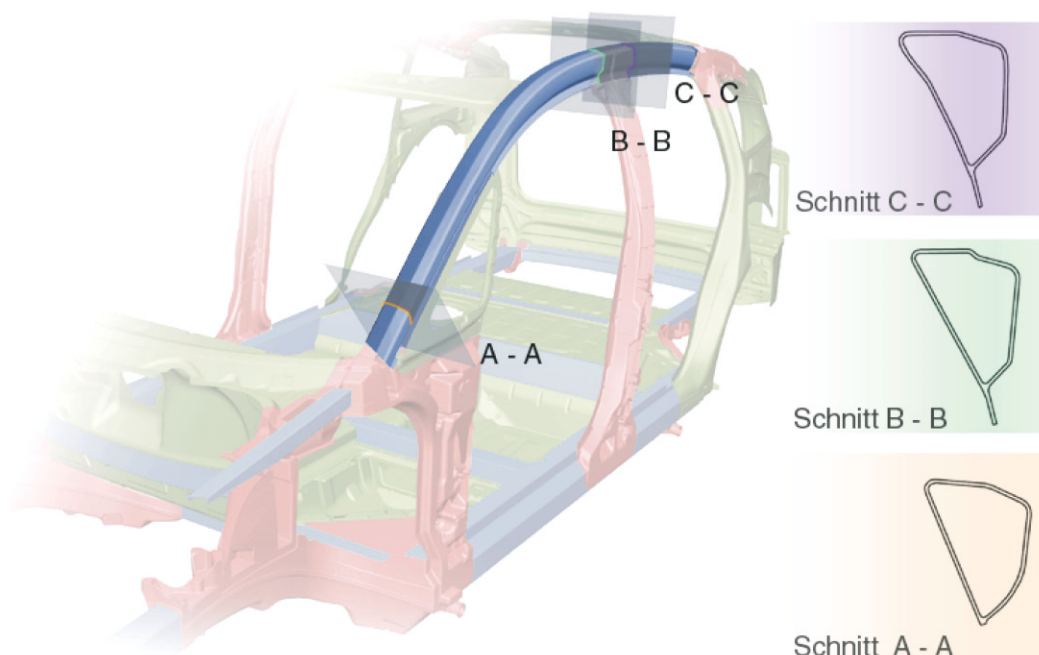
Die hohe Gestaltungsfreiheit bezüglich der Profilquerschnittsgeometrie ermöglicht, ein Bauteil hinsichtlich Form, Funktion und Gewicht zu optimieren.

IHU-geformter Dachrahmen A2

Die erforderlichen Toleranzen $\pm 0,2$ mm können nur durch IHU hergestellt werden.

Auf nachfolgende Bearbeitungsprozesse kann verzichtet werden.

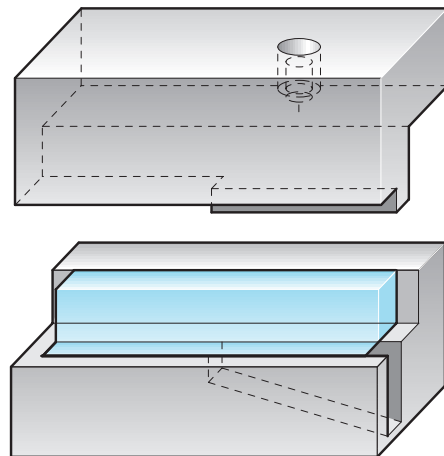
Dieses Verfahren ermöglicht, den Dachrahmen als ein Bauteil mit unterschiedlichen Querschnitten herzustellen.



SSP239_030

Fertigungsablauf am Beispiel eines Längsträgers

Das abgelängte Profil wird in ein Werkzeug bestehend aus Ober- und Unterteil eingelegt.



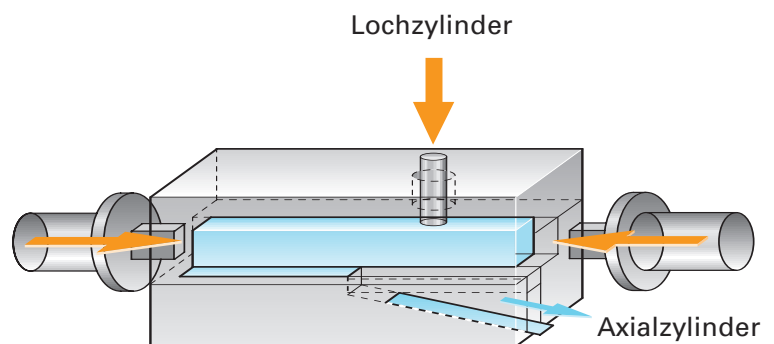
SSP239_024

Beim Zufahren der Werkzeuge erfolgt der Flanschbeschnitt. Gleichzeitig werden die Axialzylinder eingefahren und das Profil mit Flüssigkeit befüllt.

Anschließend wird ein Druck von ca. 1700 bar aufgebaut und das Profil in die Werkzeugform ausgeformt und kalibriert.

Bei Erreichen des Enddruckes werden die Lochzylinder, die bis dahin die Öffnungen für zusätzliche Lochoperationen verschlossen haben, nach außen gefahren.

Dadurch wird mit dem Lochzylinder ein definierter Teil aus dem Profil nach außen gedrückt und so der Durchbruch hergestellt.



SSP239_025

Anschließend kann das Teil entnommen werden.

Der ganze Vorgang dauert ca. 25 sec.



SSP239_026



Metall-Innert-Gas-Schweißen

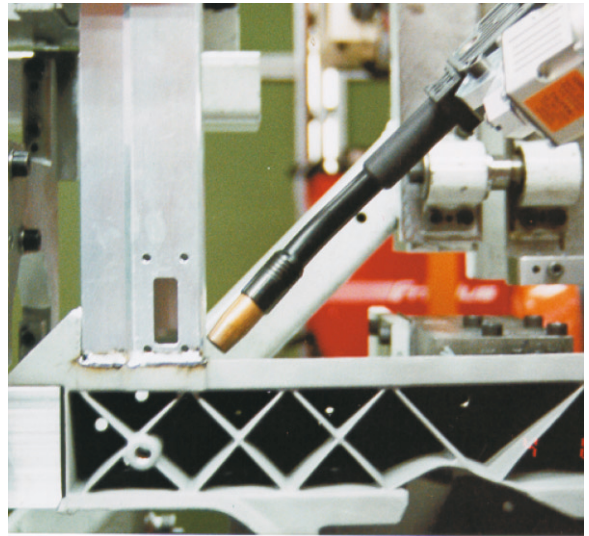
Das MIG-Schweißen wird beim Aufbau der aus Strangpressprofilen bestehenden Rahmenstruktur eingesetzt.

Bei diesem thermischen Fügeverfahren kann auf eine umfassende Serienerfahrung zurückgegriffen werden. Beim Audi A8 werden damit ca. 70 m Schweißnaht pro Fahrzeug gefertigt.

Dieses Verfahren hat sich als kostengünstig und hoch flexibel erwiesen. Nachteilig ist allerdings der hohe Wärmeeintrag und die geringe Fügegeschwindigkeit.

Beim Audi A2 werden nur noch ca. 20 m an Schweißnaht benötigt.

Die weiterentwickelte Anlagentechnik wird durch eine Prozessüberwachung gesteuert. Es kommen Großrollen zum Einsatz, die die Fügegeschwindigkeit erhöhen und auf das Pendelschweißen kann verzichtet werden.



SSP239_047

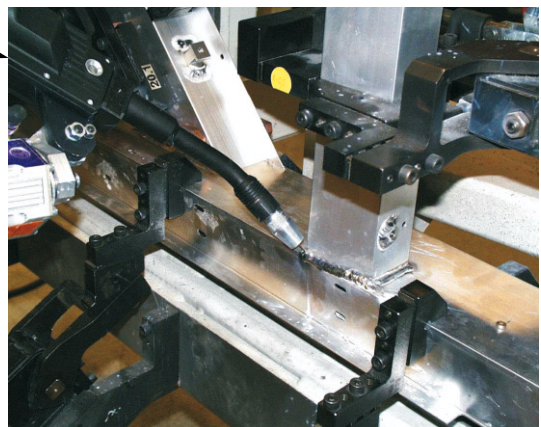
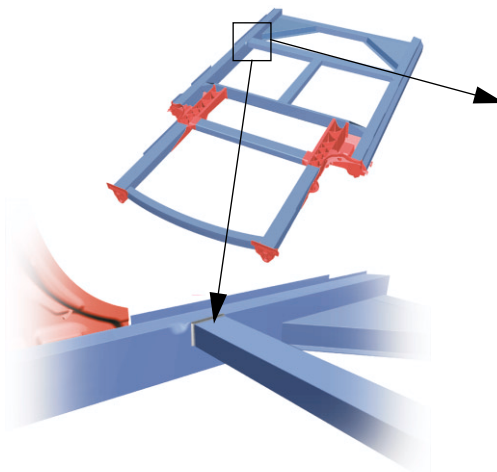
Wie beim Audi A8 wird auch beim Audi A2 das MIG-Schweißen angewandt.

Durch Optimierungsmaßnahmen in der Fertigung, sowie eine deutlich gesteigerte Bauteilpräzision aufgrund der IHU-Kalibrierung, konnte eine Erhöhung der Automatisierung erreicht werden.

MIG-Schweißung in Bodenstruktur A2

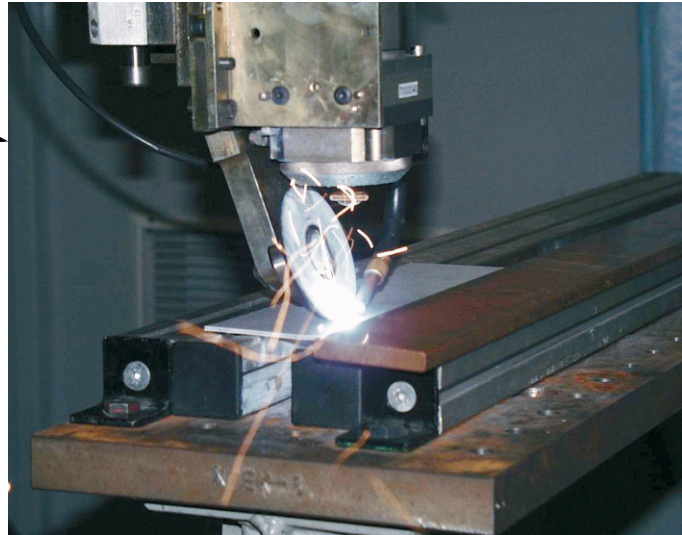
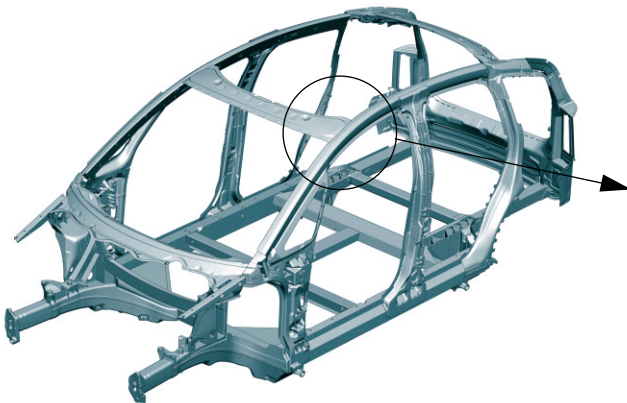
Das MIG-Schweißen kommt vorwiegend zum Verbinden der Strangpressprofile in der Bodengruppe (Profil-T-Stoßverbindung) zum Einsatz.

Desweiteren erfolgt der Einsatz des MIG-Schweißens im Aufbau bzw. Vorder- und Hinterwagen wo Strangpressprofile, Druckgussteile und deren Kombinationen geschweißt werden.



SSP239_049

Laser-Schweißen



SSP239_051

Das Laserschweißverfahren wird zum Verschweißen von Blech/Strangpressprofilen und Gussteilen verwendet.

Im A2 werden folgende Verbindungen mit einer Überlappnaht realisiert:

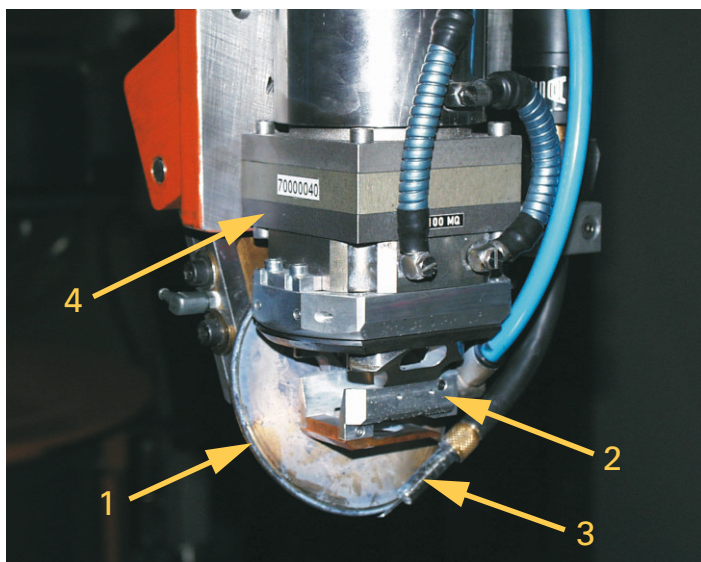
- Blech an Blech
- Blech an Gussteile
- Gussteile an Profile.

Damit können Punktschweiß-, Niet- und MIG-Schweißfügetechnologien ersetzt werden.

Das Laserschweißen bietet folgende Vorteile:

- hohe Produktivität
- hohe Steifigkeit
- Gewichtsersparnis (durch kleinen Überlapp)
- Zugänglichkeit nur von einer Seite notwendig
- geringer Verzug durch geringen Prozesswärme-Eintrag
- einfaches, sauberes Nahtdesign
- keine Oberflächenvorbehandlung notwendig

Laserschweißkopf



- 1 - Andruckrolle
- 2 - Crossjet
- 3 - Drahtzufuhr
- 4 - Fokussieroptik

Fügetechniken

Lasereinsatz bei Audi-Stahlfahrzeugen



A4 Limousine
Säule C

Lasereinsatz im
Karosserierohrbau



A6 Limousine/Avant
Dach/Seite



A3
Dach/Seite

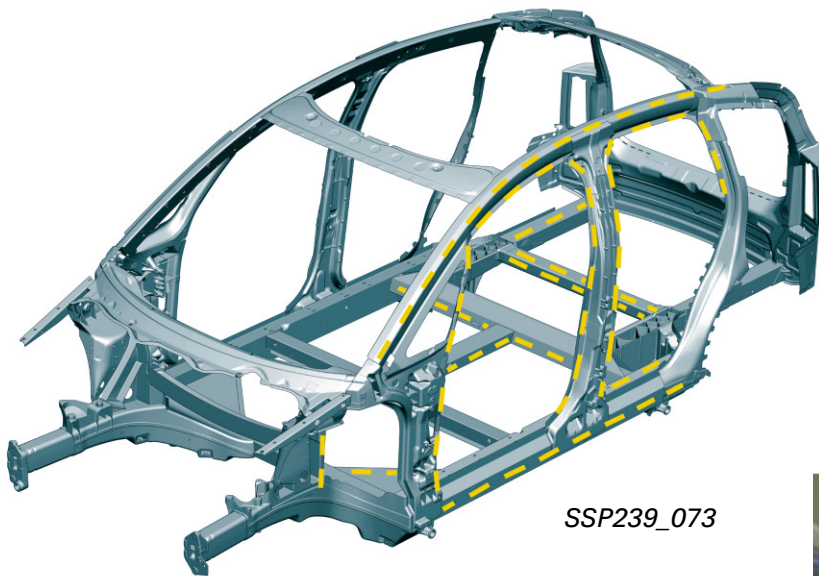


A4 Avant
Dach/Seite



TT
Säule C (Löten)

Lasernähte im ASF® des Audi A2



SSP239_073

 Lasernähte

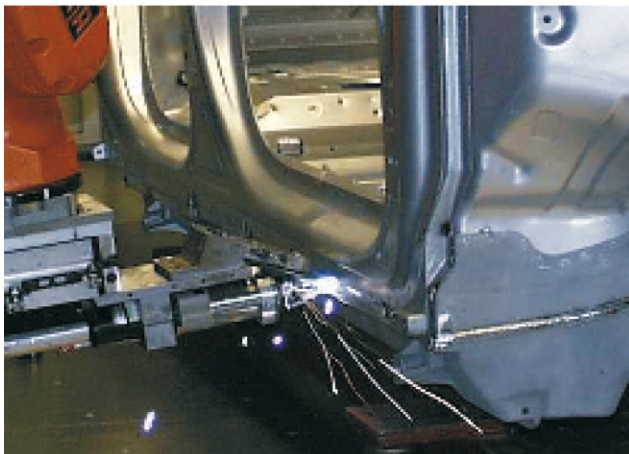
Zum Zeitpunkt der Fertigungsplanung für den A8 wurde das Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen als noch nicht realisierbar betrachtet, was unter anderem zur Wahl des MIG-Schweißens führte.

Schon in der Konzeptphase des A2-Space-Frames jedoch wurde über alternative Schweißverfahren nachgedacht.

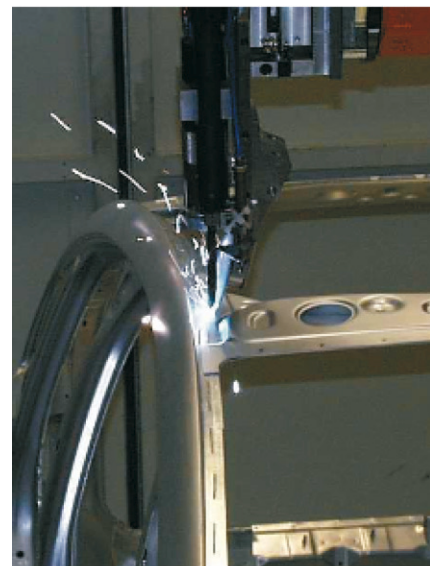
Seit wenigen Jahren sind nun Hochleistungs-Laserstrahlquellen verfügbar, die die für Aluminium erforderlichen Bedingungen erfüllen und in der Produktion einsetzbar sind.



SSP239_054



SSP239_056



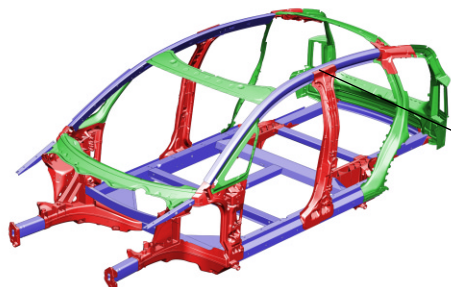
SSP239_055



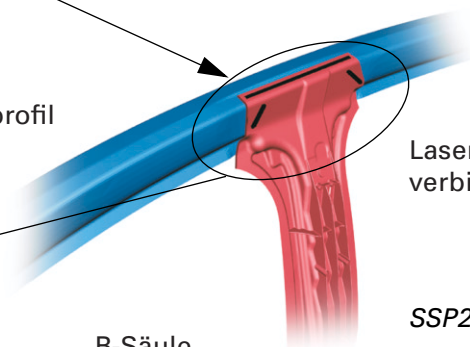
Fügetechniken

Laserschweißverbindungen B-Säule

Das Laserstrahlschweißen wird im A2 vorwiegend zum Verschweißen großflächiger Blechteile mit der Karosseriestruktur aus Guss- und Profiltteilen eingesetzt.



Dachrahmen
seitlich Strangpressprofil

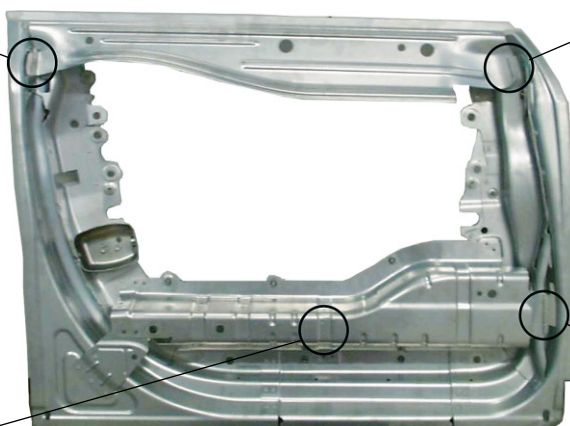
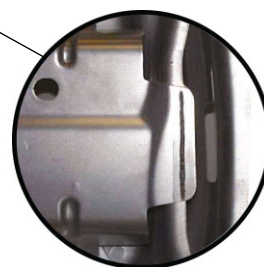
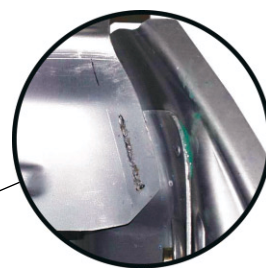


Laserschweiß-
verbindung

B-Säule
Vakuum-Druckguss

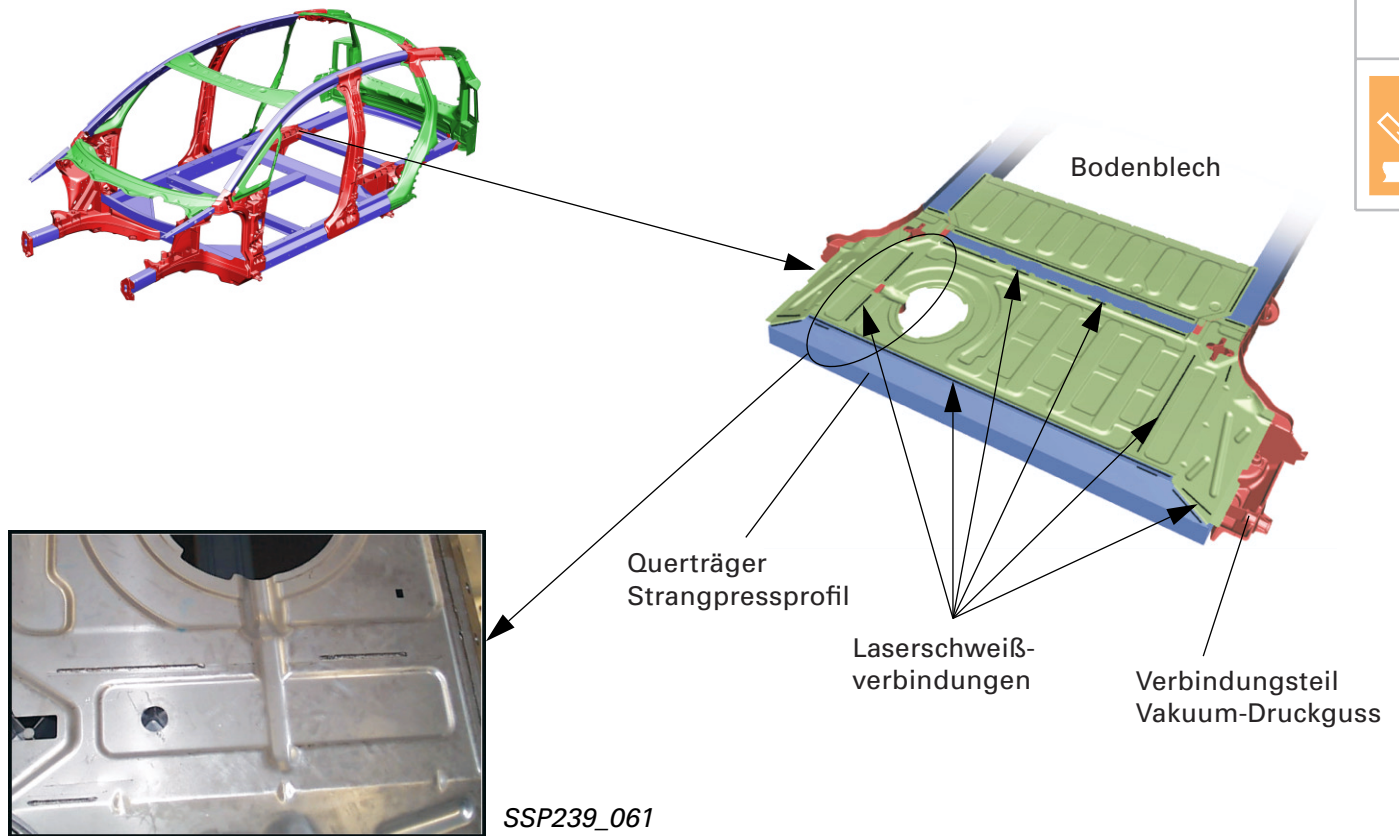
SSP239_062

Laserschweißverbindungen Tür vorne



SSP239_063

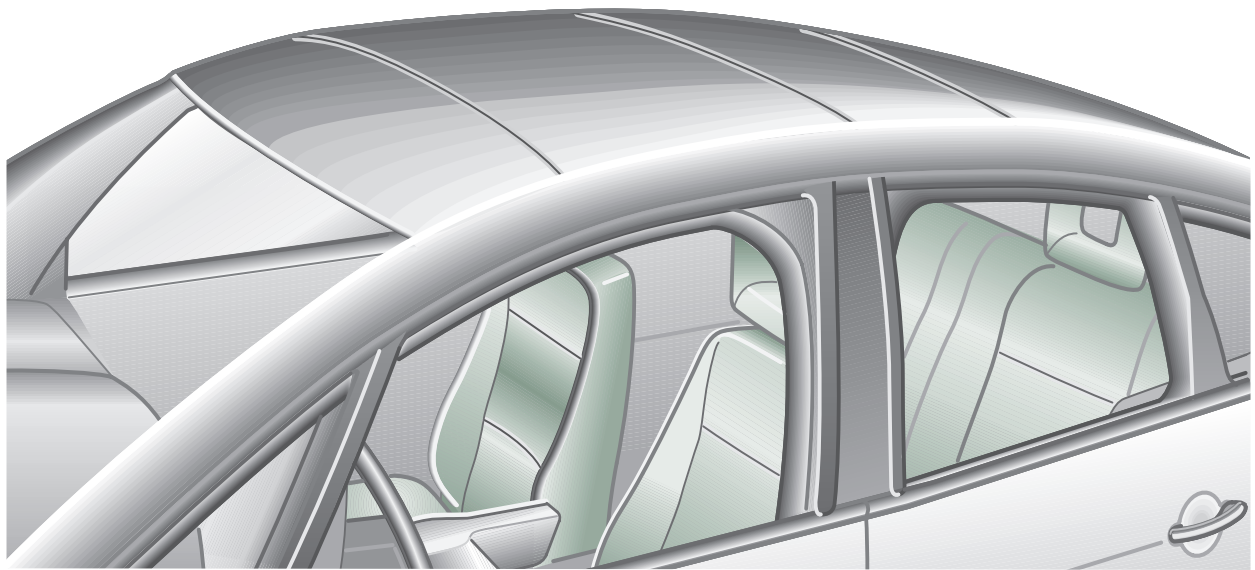
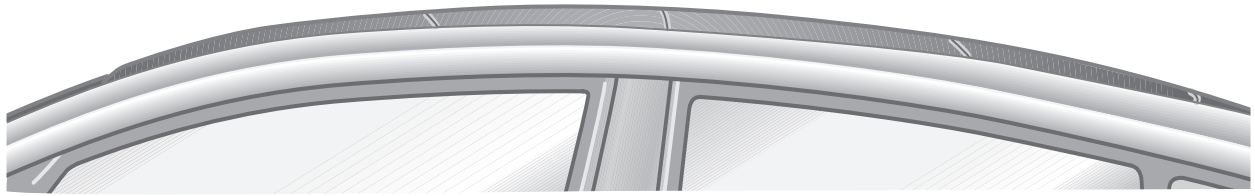
Laserschweißverbindungen Bodengruppe



Insgesamt werden ca. 30 m Laser-Verbindungs-länge im A2-Space-Frame realisiert.

Beispiele hierfür sind die Anbindung der Säule B, der Bodenbleche an die MIG-geschweißte Strangpressprofil-Rahmenstruktur, die Anbindung des Daches an den Karosserie-Aufbau oder die Verbindung der einteiligen Seitenwand an den Dachrahmen sowie der Türen.

Aufbau und Funktion



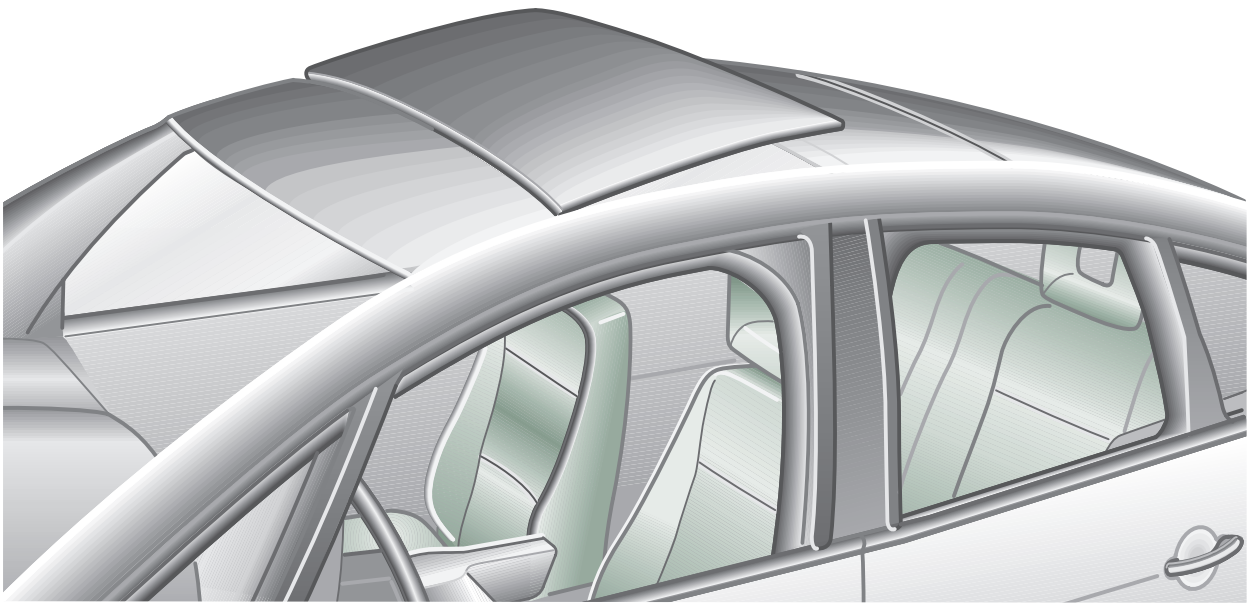
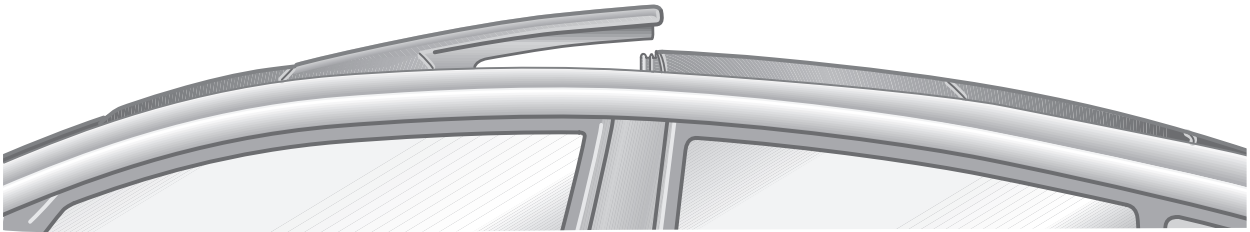
SSP239_036

Dach geschlossen

Das Open-Sky Glasmoduldach ist weltweit das erste, das gesamte Fahrzeugdach ausfüllende Dachsystem.

Die Durchsichtsfläche von innen ist ca. 166 % größer als bei einem vergleichbaren Ausstell-dach.

Die durchgehende Glasoptik bildet eine komplette Einheit. Das Dachsystem reicht von der Frontscheibe bis zur Heckscheibe sowie vom linken bis zum rechten Seitenwandrahmen.



Dach ausgestellt

SSP239_037

Bei ausgestellttem Dach kommt es zu einer Unterstützung des vorhandenen Frischluftsystems. Eine angenehme Belüftung ist die Folge.