



AUDI A2 - Karosserie

Konstruktion und Funktion

Selbststudienprogramm 239

Audi-Space-Frame ASF® des A2

Die Entwicklungsziele Audi A2

Gewichtseinsparung von mindestens 40 % gegenüber einer vergleichbaren Stahlkarosserie als Voraussetzung für ein zukünftiges 3-Liter Fahrzeug.

Ausschöpfung des Leichtbaupotentials.

Maßnahmen

Erreicht wird dies mit einer Aluminiumkarosserie in Space-Frame-Bauweise.

Welches durch den Einsatz der weiterentwickelten Aluminiumhalbzeuge Guss, Strangpressprofil und Blech konstruktiv ermöglicht wird.



SSP239_007

Wirtschaftliche Produktion für die weltweit erste Aluminium-Fahrzeugfertigung in Großserie.

Dies wurde durch eine Auslegung der Konstruktion, welche einen hohen Automatisierungsgrad in der Rohkarosserie-Fertigung ermöglicht, realisiert.

Erfüllung höchster Anforderungen bezüglich Steifigkeit und Crashverhalten - „best in class“.

Werkstoff Aluminium

Historische Entwicklung bei Audi	4
Herstellung	6
Eigenschaften	8
Recycling	12

Audi Space Frame - ASF® des A2

Technikkonzept	14
Übersicht ASF® - A8 und A2	16
Bauteile	18

Fügetechniken

Übersicht	24
Fertigungsverfahren	25
Stanznieten	25
Innen-Hochdruck-Umformung	26
Metall-Innert-Gas-Schweißen	28
Laser-Schweißen	29

OPEN SKY DACH

Aufbau und Funktion	34
Montagearbeiten	38

Insassenschutz 39

Reparaturkonzept 46

Lackierung 52

Rückblick A8 Aluminium-Technologie

ASF® im Audi A8	54
Reparaturkonzept	58

Das Selbststudienprogramm informiert Sie über Konstruktionen und Funktionen.

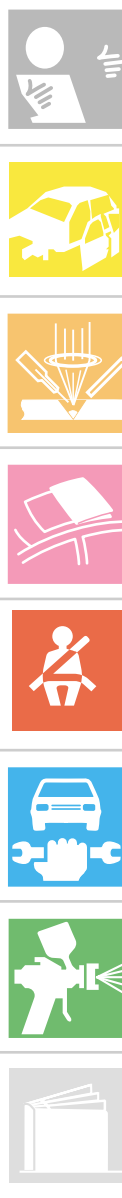
Das Selbststudienprogramm ist kein Reparaturleitfaden!

Für Wartungs- und Reparaturarbeiten nutzen Sie bitte unbedingt die aktuelle, technische Literatur.

Neu!



Achtung!
Hinweis!

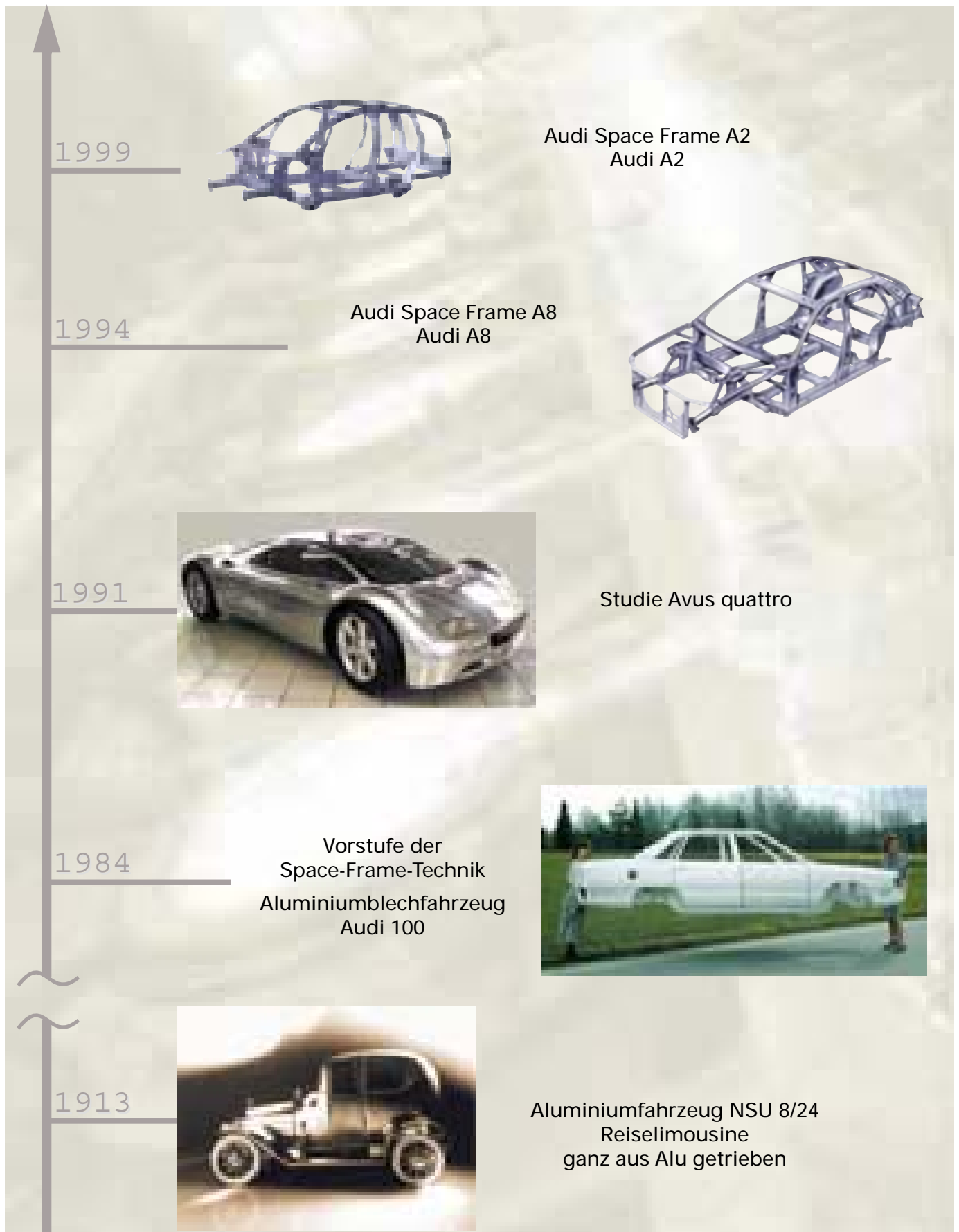


Werkstoff Aluminium



Historische Entwicklung bei Audi

Fahrzeugkonzepte





Werkstoff Aluminium



Herstellung

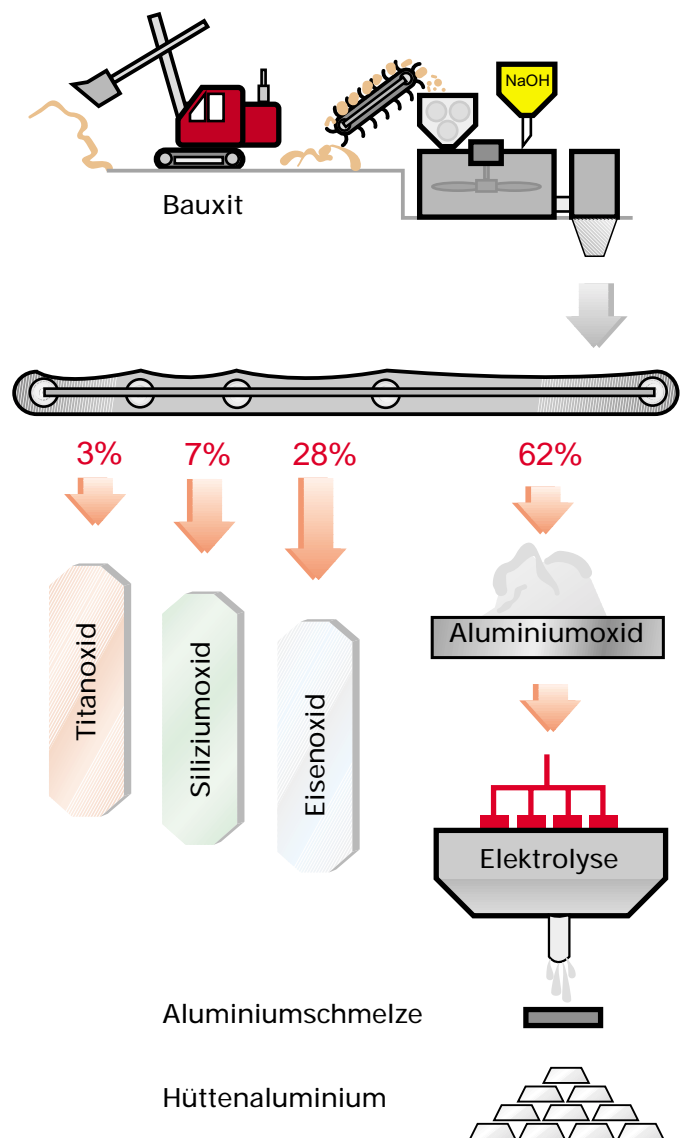
Der Rohstoff für Aluminium ist Bauxit

- Entstehung durch Verwitterung von Kalk- und Silikatstein unter entsprechenden klimatischen Bedingungen
- benannt nach dem Fundort Les Baux (Südfrankreich)

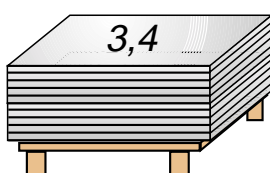
Es ist heute das nach Stahl am häufigsten verwendete Metall, obwohl seine wirtschaftliche Gewinnung erst seit ca. 100 Jahren möglich ist.

Die Schwierigkeit lag in seiner Herauslösung aus dem Erz, da Aluminium mit Sauerstoff eine sehr stabile Oxidverbindung eingeht und daher nicht wie z. B. Eisen oder Kupfer mit Hilfe von Kohle aus dem Erz gewonnen (geschmolzen) werden kann.

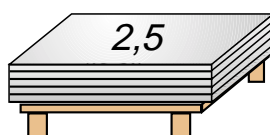
Erst durch die Dynamomaschiene des Werner v. Siemens gab es gegen Ende des 19. Jahrhunderts die Möglichkeit, Aluminium auf elektrolytischem Wege großtechnisch herzustellen.



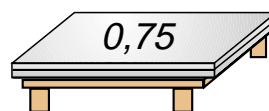
Produktion [in Miot 1980] einiger Erzeugerländer



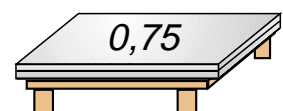
USA



ehemals
UdSSR



BRD



Norwegen

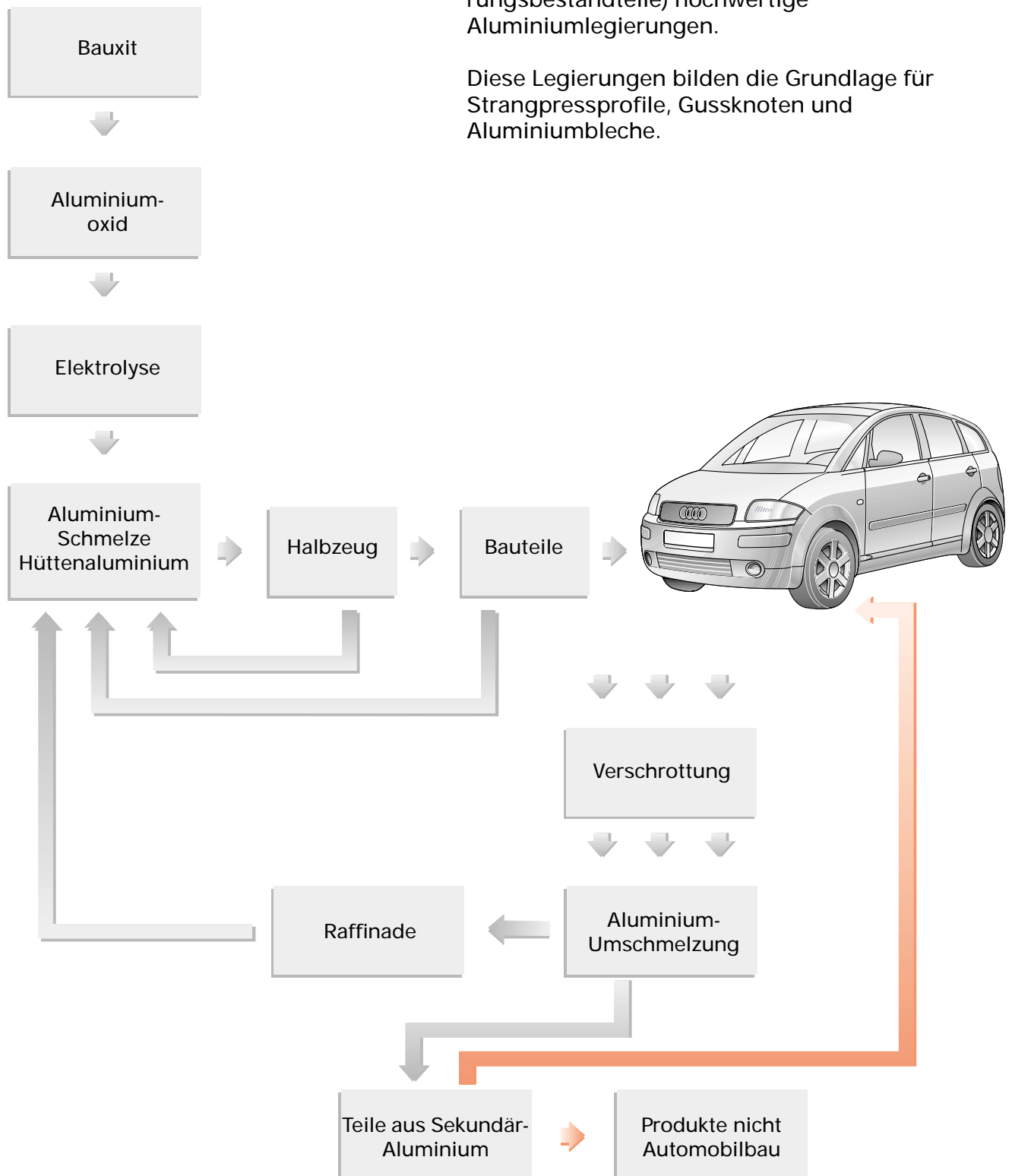
SSP239_069

Aluminium - Herstellungsprozess und Rückführung

Bauxit wird mit hohem Energieaufwand zu Aluminiumoxid und mittels Elektrolyse zu Hüttenaluminium verarbeitet.

Daraus werden dann durch Zusatz von Magnesium und Silizium (die wichtigsten Legierungsbestandteile) hochwertige Aluminiumlegierungen.

Diese Legierungen bilden die Grundlage für Strangpressprofile, Gussknoten und Aluminiumbleche.



SSP239_060



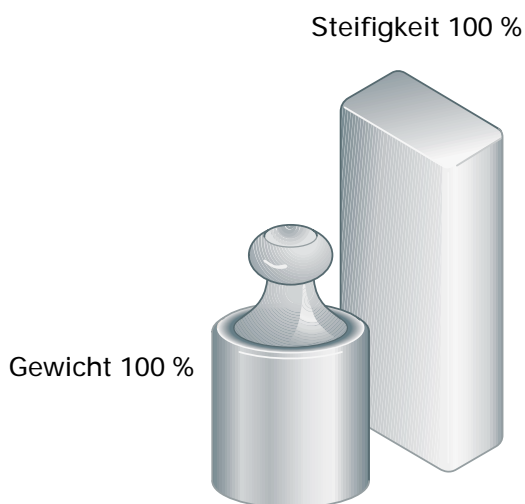
Eigenschaften

Vorteile des Aluminiums

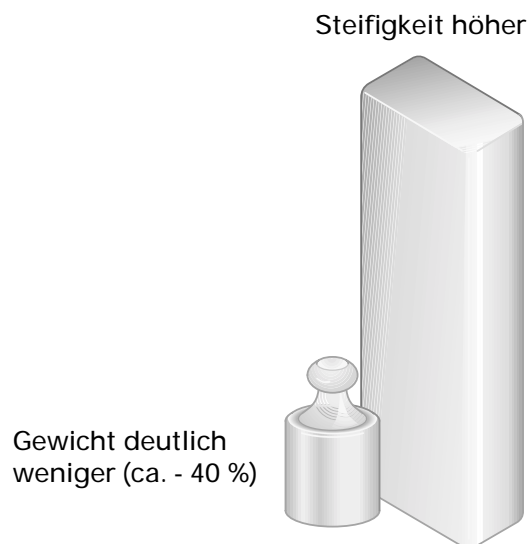
- Aluminium hat nur etwa 1/3 des spezifischen Gewichtes von Stahl.
- Zusammen mit Luftsauerstoff bildet es eine dünne Oxidschicht, die sich immer wieder erneuert und vor einer weiteren Zerstörung des Materials schützt.
- Aluminiumlegierungen sind leicht wiederverwertbar und aufzuarbeiten (Recycling).
- Bei Wiederaufbereitung sind nur 5 % des Energieaufwandes von Primäraluminium notwendig.
- Es lässt sich vielfach recyceln.
- Das Material ist ungiftig.
- Günstige Festigkeitswerte: Festigkeit 60 bis über 500 N/mm².
- Gute chemische Witterungs- und Seewasserbeständigkeit.
- Gute Umformbarkeit.
- Sehr gut geeignet für Verbindungsarbeiten mit Schutzgas- (MIG/WIG) und Strahlschweißen (z. B. Laserschweißen).

MIG = Metall-Inertgasschweißen
WIG = Wolfram-Inertgasschweißen
Inert = Schutzgas

Stahl in Schalenbauweise



Audi Space Frame ASF®



SSP239_058

Etwa 40 % weniger Gewicht der Karosserie bei gleicher Steifigkeit einer Stahlkarosserie.

Karosseriesteifigkeit des ASF®

Die höhere Steifigkeit der Aluminium- gegenüber Stahlkarosserie beruht ausschließlich auf größeren Querschnitten zusammen mit entsprechenden Profilkonstruktionen.

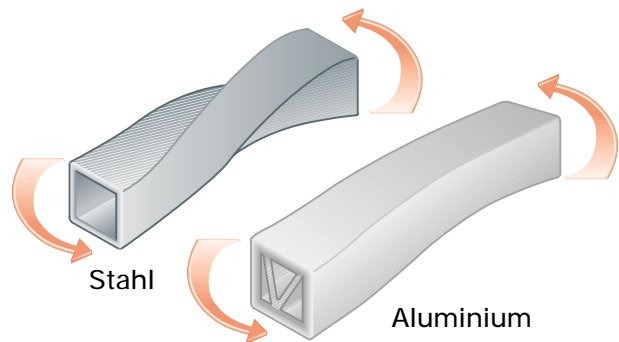
Dies ist die Basis für eine statisch und dynamisch steife Alu-Karosserie.

Neue Herstellungsverfahren in Strangpress-, Blech- und Gusstechnologie werden beim A2 eingesetzt.

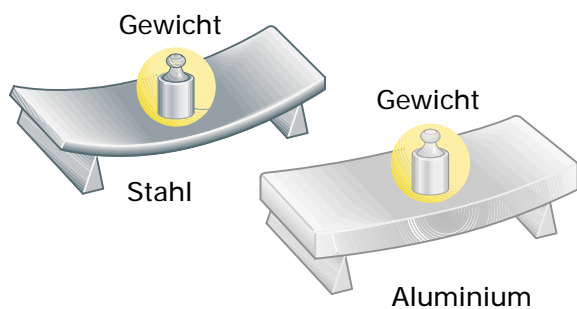
Jedes Bauteil der Rohbaukarosserie ist der Materialbeanspruchung entsprechend im Querschnitt und im Gewicht optimal dimensioniert.

Das Ergebnis sind die leichtesten Karosserien in ihrer Fahrzeugklasse mit optimalen Werten für die Verwindungs-, Biege- und Beulfestigkeit.

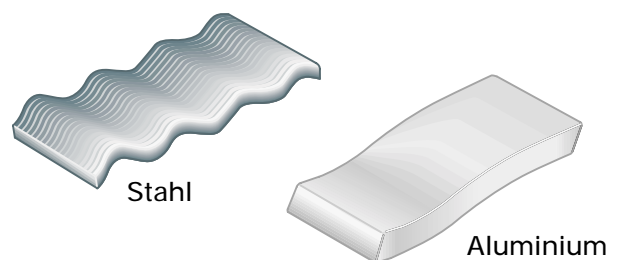
Verwindungssteifigkeit



Biegesteifigkeit



Beulfestigkeit



Werkstoff Aluminium



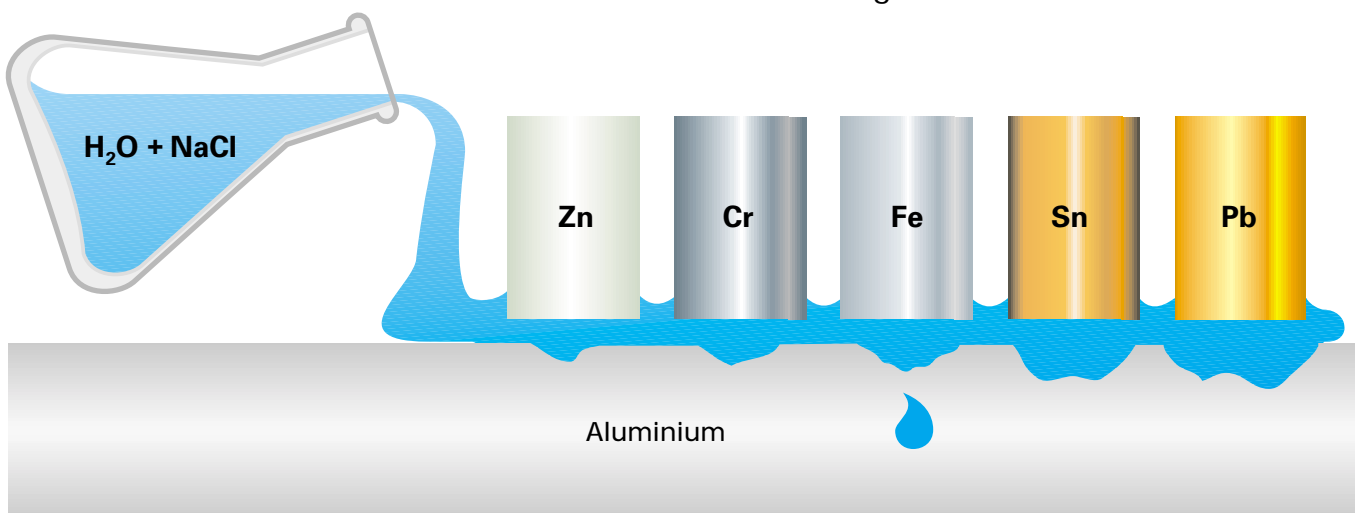
Elektrochemische Spannungsreihe

Die Berührung unterschiedlicher, in der elektrochemischen Spannungsreihe auseinanderliegender Metalle, entsteht bei Anwesenheit eines Elektrolyten Kontaktkorrosion.

Das Metall, das in der Spannungsreihe niedriger liegt, wird zersetzt.

Die Zersetzung ist um so stärker, je weiter die Metalle in der Spannungsreihe auseinander liegen.

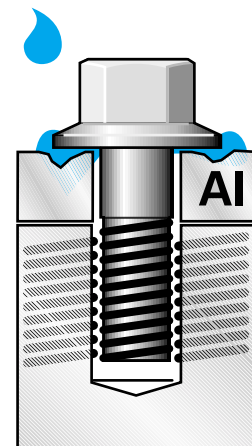
Kontaktkorrosion am Aluminium führt zu schneller Zerstörung insbesondere dünnwandiger Bauteile an der Kontaktstelle.



SSP239_052

Elektrochemische Spannungsreihe (Auszug)

Blei - Pb
Zinn - Sn
Eisen - Fe
Chrom - Cr
Zink - Zn
Aluminium - Al



Korrosion

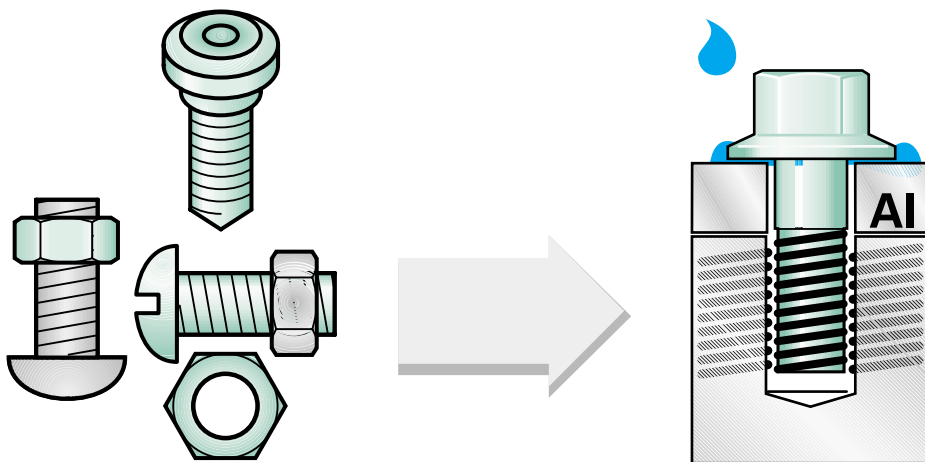
SSP239_011

Schraubverbindungen beim Audi A2

Alle mit Aluminium in Kontakt stehenden Befestigungen haben eine Dacromet oder Delta Ton Beschichtung bzw. andere Überzüge zur Vermeidung von Kontaktkorrosion.

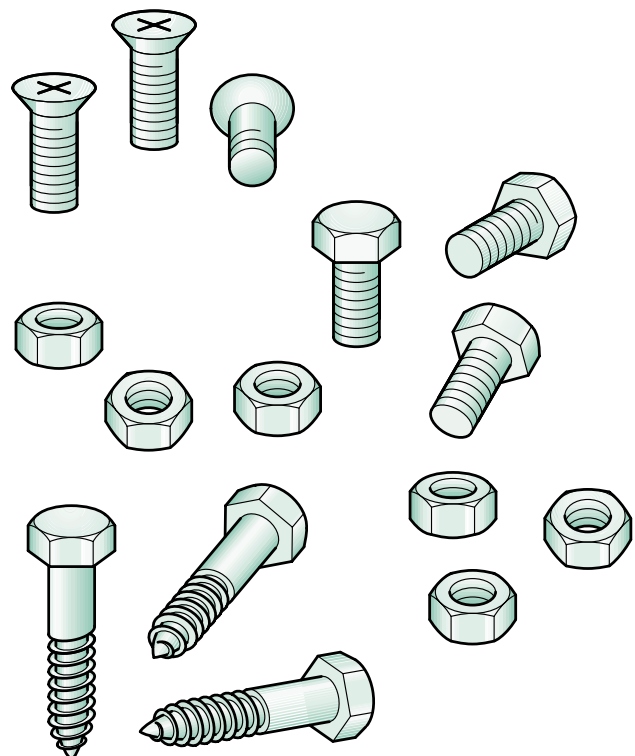
Zusätzlich erhalten diese Teile eine grüne Gleitmitteleinfärbung auf Alkydharzbasis, damit es nicht zu Verwechslungen mit normalen Befestigungsteilen kommt.

Oberflächenschutz



Mögliche Überzüge zur Vermeidung von Kontaktkorrosion

1. zink- und aluminiumstaubhaltige Überzüge (Delta Tone[®], Dacromet[®])
2. spezielle Zinklegierungsüberzüge (mechanisch Zn/Sn und galvanisch ZnNi)
3. galvanische Aluminiumüberzüge
4. Zinnüberzüge (für Buntmetalle)
5. Duplex-Systeme (Zink + Lack)



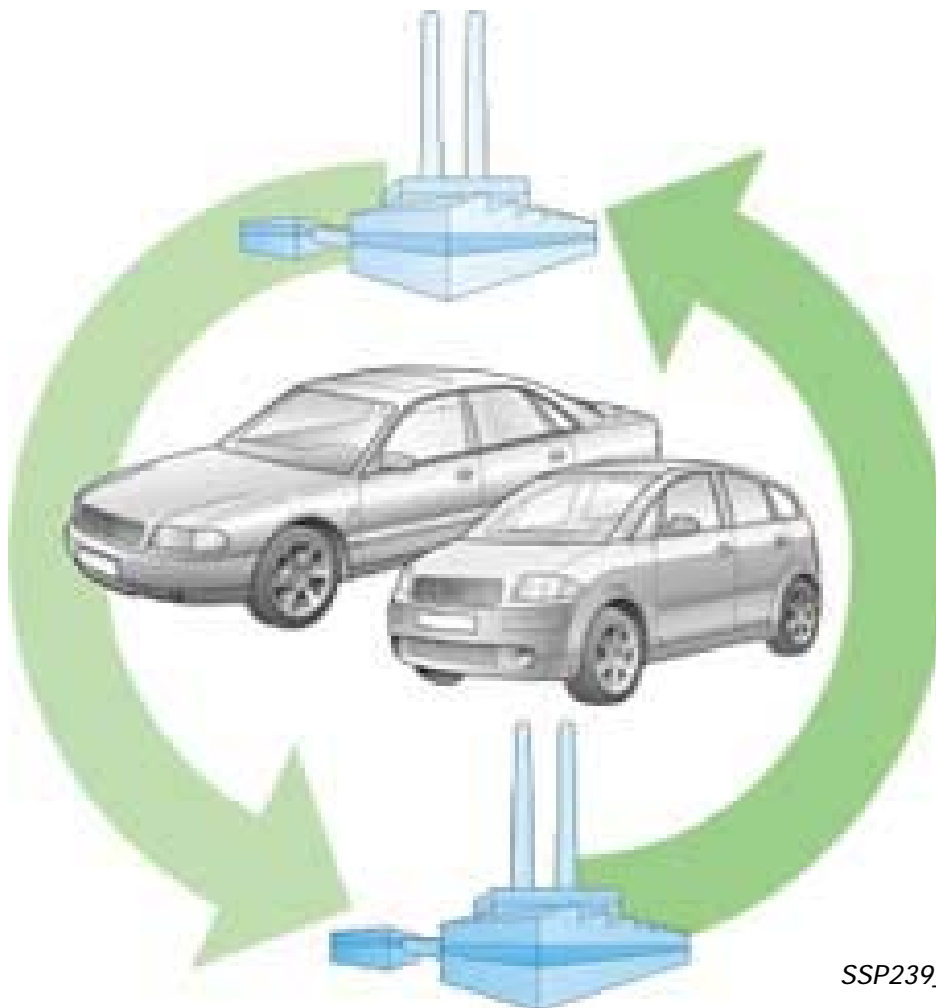


Recycling

Der hohe Schrottwert des Aluminiums macht das Sammeln und Wiederaufbereiten wirtschaftlich sinnvoll.
Der Energieaufwand ist gering.
Die Qualität der Eigenschaften des Metalls bleibt erhalten.

Die wirtschaftlichen Vorteile scharfer Trennungen werden an den Handelswerten von Schrotten deutlich.

Geeignete Methoden zum vollautomatischen Sortieren von Metallen nach Legierungsbestandteilen sind vorhanden (Laser-Detektion).



SSP239_002

Am Ende eines „Aluminiumprodukt-Lebens“ steht nicht die Deponie sondern die Wiederverwertung.

Unsortierter zerkleinerter Aluminiumschrott wird mittels lasergestützter Spektroskopietechnik identifiziert und getrennt.



Energieeinsatz

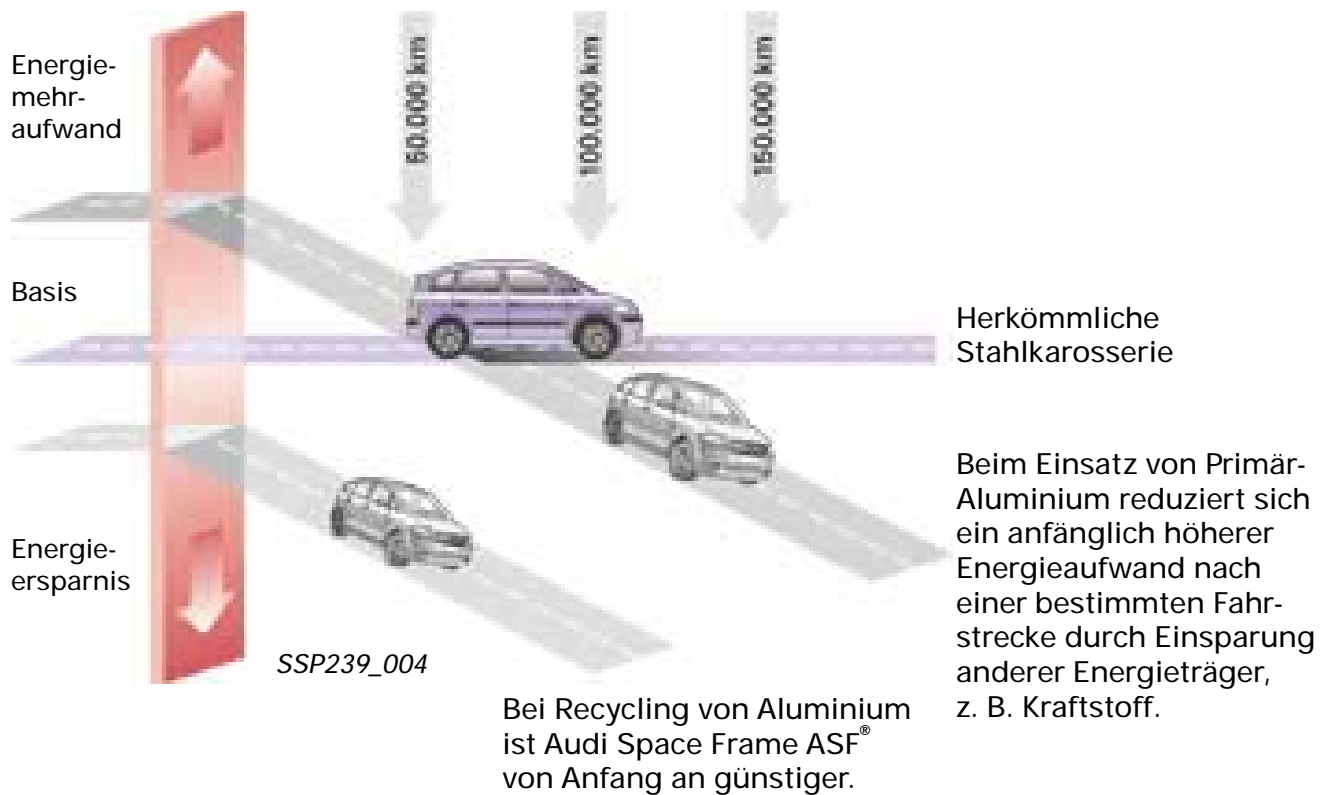
Herstellung

Fahrbetrieb

Energie-
mehr-
aufwand

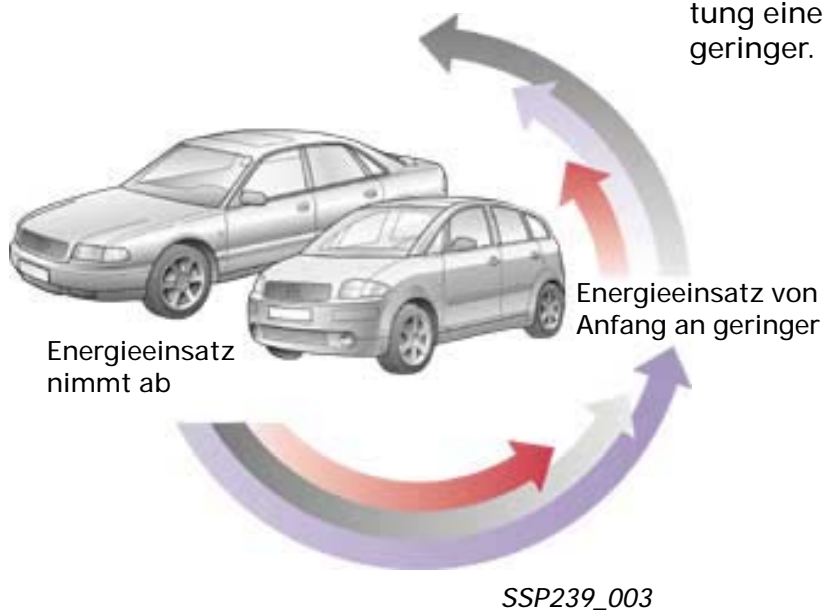
Basis

Energie-
ersparnis



Energieeinsparung

Der relative Energieaufwand für eine neue Aluminiumkarosserie im Vergleich zu einer Stahlkarosserie wird mit jeder Wiederverwertung einer Aluminium-Schrott-Karosserie geringer.



Fahrzeug aus recyceltem Aluminium

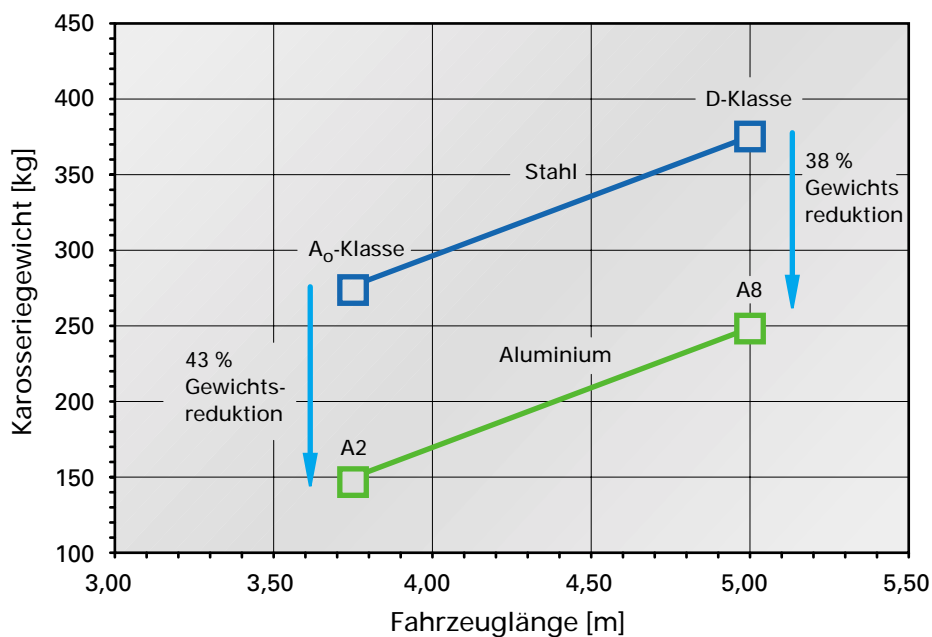
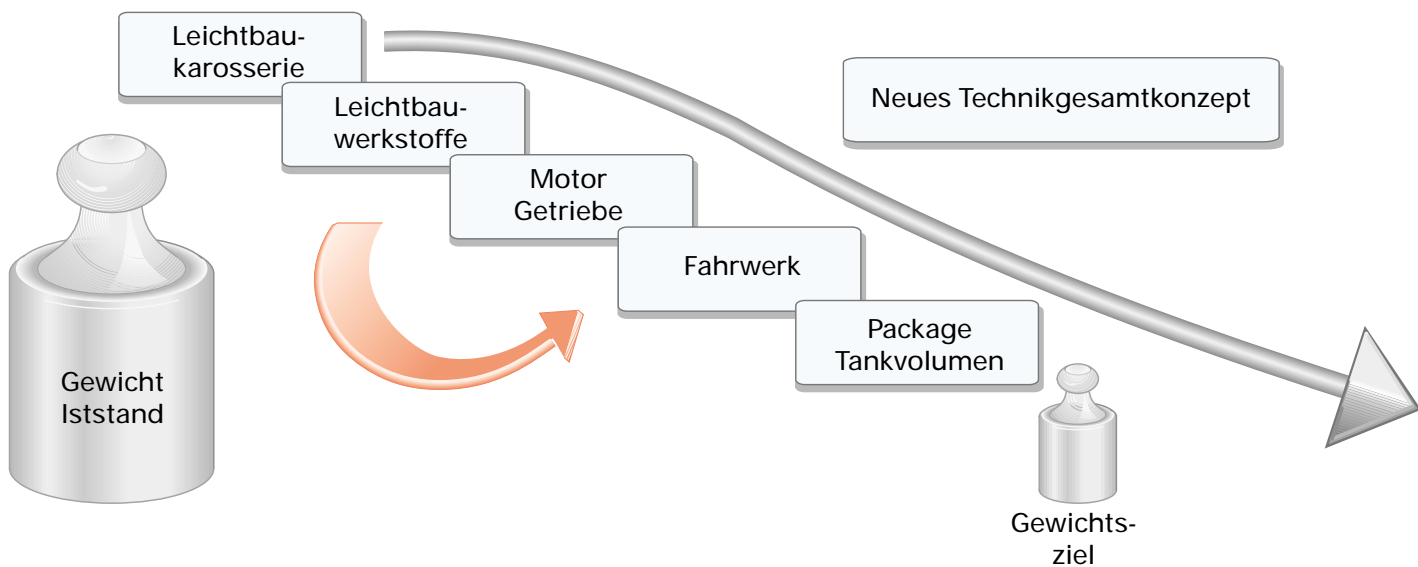
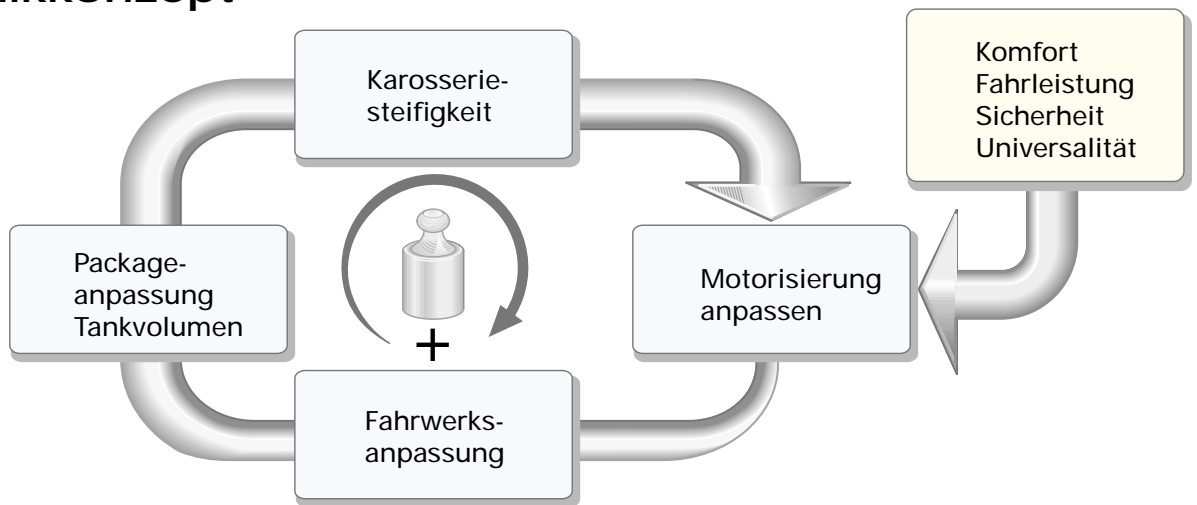
Stahlkarosserie
(konventioneller PKW)

Aluintensiver PKW
Primäraluminium

Die Aluminiumrückgewinnung aus Schrott kostet nur noch ein Bruchteil der ursprünglichen Energie.

Audi Space Frame - ASF[®]

Technikkonzept



SSP239_070

Neuerungen am Audi Space Frame des A2



SSP239_096

Bei jeder Neu- oder Weiterentwicklung eines Fahrzeuges muss der Hersteller einander widersprechende Forderungen erfüllen. Einerseits soll das Fahrzeug eine hohe Variabilität bei bestmöglicher Ausstattung und geringstem Kraftstoffverbrauch aufweisen. Andererseits führen zusätzliche Ausstattungs- und verschiedene Anpassungsmaßnahmen zu einer Gewichtszunahme, die einem niedrigen Kraftstoffverbrauch entgegensteht.

Um diese Gewichtsspirale zu durchbrechen, wurde mit dem A2 ein neues Technikkonzept durch Einsatz von Aluminium und ASF® erstellt.

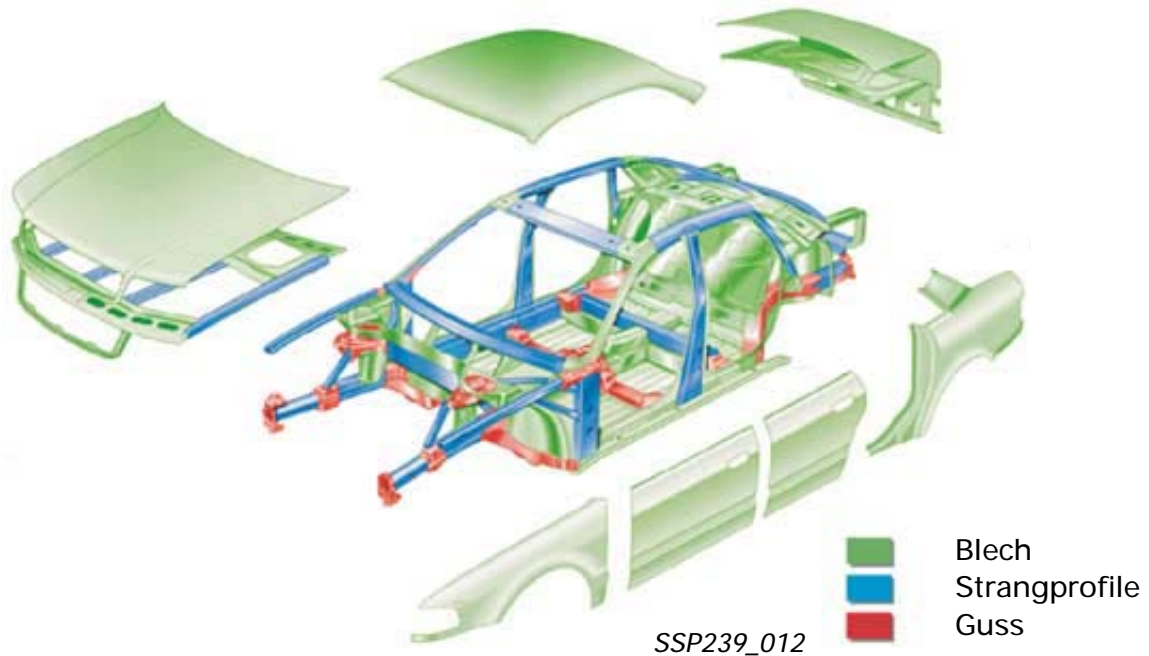
Wie schon mit dem Audi A8 ist auch beim Audi A2 die Gewichtsreduzierung durch das neue Konzept erstaunlich.

Die Neuerungen am Audi Space Frame bestehen in:

- Reduzierung der Karosseriebauteile auf nur ca. 230 Bauteile
- multifunktionelle Großussteile
- Weiterentwicklung der Aluminiumtechnologie z. B.:
 - 30 m Laserschweißnähte
 - Aluminiumprofile für Dachrahmen im Innenhochdruckverfahren geformt,
 - Seitenteil aus einem Stück gepresst

Audi Space Frame - ASF[®]

Übersicht ASF[®] - A8 und A2



Der Audi Space Frame[®] A8 ist ein Verbund von Aluminium-Profilen und Aluminium-Druckguss-Knoten.

An dieser Audi Rahmenkonstruktion werden alle weiteren Alu-Karosserieteile durch Schutzgasschweißen, Stanznieten, Kleben sowie durch Clinchen (Verstemmen zweier Bleche) befestigt.

Gewichtsverteilung

Blechteile - 55 %	=	138,20 kg
Profilteile - 22,7 %	=	56,50 kg
Gussteile - 21,8 %	=	54,30 kg

Gesamtgewicht des ASF [®]	=	249,00 kg

Teileanzahl

Blechteile - 71 %	=	237 Teile
Profilteile - 14 %	=	49 Teile
Gussteile - 15 %	=	50 Teile

Gesamtteilezahl des ASF [®]	=	336 Teile

Übersicht Fügearten

Stanznieten	=	1100 Stück
MIG-Nähte	=	70 m
Schweißpunkte	=	500 Stück
Clinche	=	178 Stück



SSP239_013

Der Audi Space Frame® A2 besteht aus einem Verbund von Aluminiumstrangprofilen in multifunktionalen Vakuumdruckgussteilen (Großgussteile).

Durch konsequente Weiterentwicklung wurde die Anzahl der Teile reduziert.

Neu ist das Laserstrahlschweißverfahren.

Gewichtsverteilung

Blechteile - 60,6 %	=	92,80 kg
Profilteile - 17,6 %	=	27,00 kg
Gussteile - 22,1 %	=	33,20 kg

Gesamtgewicht des ASF®	=	153,00 kg

Teileanzahl

Blechteile - 81,3 %	=	183 Teile
Profilteile - 9,8 %	=	22 Teile
Gussteile - 8,9 %	=	20 Teile

Gesamtteilezahl des ASF®	=	225 Teile

Übersicht Fügearten

Stanznieten	=	1800 Stück
MIG-Nähte	=	20 m
Laser-Nähte	=	30 m

Audi Space Frame - ASF[®]

Bauteile



Multifunktionale Großgussteile mit funktions-optimierter Wandstärke und Gewicht, sowie optimierter Bauteilstruktur.

Vakuum-Druckgussteile besitzen neben guten Festigkeitseigenschaften auch eine hohe Verformbarkeit, da sie in der Struktur wie z. B. bei den Längsträgern 2, Federbeinaufnahmen sowie A- und B-Säulen vorwiegend in crashrelevanten Bereichen eingesetzt werden.

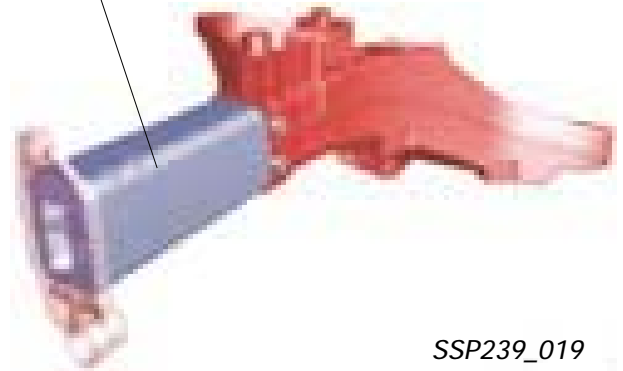
Der Längsträger 2 hat durch die Ausführung als Vakuumgussteil eine Reihe von Vorteilen gegenüber herkömmlicher angewandter Fertigungstechniken:

- Die beiden Halbschalen der Längsträger sind bezüglich ihrer Wandstärkenverteilung und der nach Strukturberechnung festgelegten Rippenstruktur für ein definiertes Deformieren konzipiert.
- Die Anschraubpunkte der Vorderachse in den Unterschalen wurden so konstruiert, dass die Deformationsenergie in den Längsträger und nicht in den steifen Hilfsrahmen geleitet wird.
- Durch Integration der Getriebe- und Motorlageranbindung, der Anbindung Hilfsrahmen, der Aufnahme Einsteckwagenheber sowie der Gehängeaufnahmepunkte bilden diese beiden Gusschalschalen ein multifunktionales Großbauteil.
- Neben der Gewichtseinsparung konnte auch die Teilezahl verringert werden.

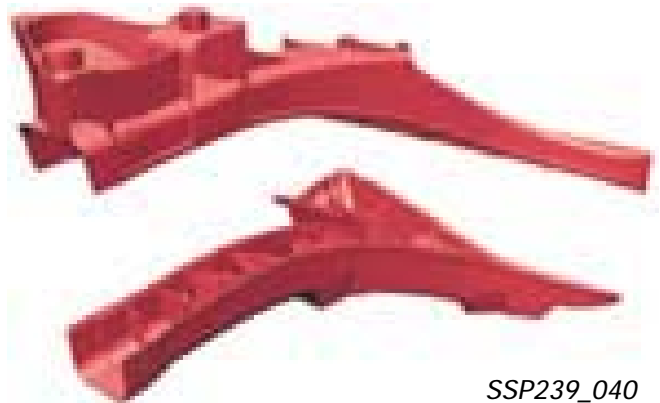
Vorderwagen

Aus dieser Längsträgerstruktur wird dann durch ein zusätzliches Großgussteil „Federbeinaufnahme“, der Stirnwand vorn, dem Pedalquerträger und den vorderen Radhäusern der komplette Vorderwagen gebildet.

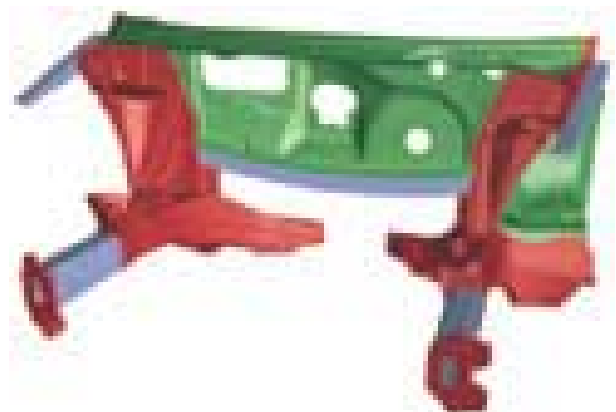
geschraubter Längsträger



SSP239_019



SSP239_040



SSP239_097

Die Weiterentwicklung des Vakuum-Druckgießens ermöglicht heute wesentlich größere Bauteilgeometrien, z. B. die A- und B-Säulen im Audi A2.

Gussteile ASF[®] A8

Knotenelemente mit Toleranzausgleich
Diese Teile werden im Vakuumdruckgussverfahren (Vacural[®]) hergestellt.

Für den weiteren Montageprozess sind porenarme und gut schweiszbare Teile erforderlich.

Diese Teile haben gute Eigenschaften im Crashverhalten bezüglich Verformung und Energieabsorption.

Gussteile ASF[®] A2

Multifunktionale Großgussteile mit minimierter Wandstärke und Gewicht sowie verbesserter Bauteilgenauigkeit.

Durch neu entwickelte Legierungen konnte das Gießverfahren weiter entwickelt, das Recycling verbessert und auf nachfolgende Wärmebehandlung verzichtet werden.

Zusammen mit einer optimierten Peripherie (Werkzeugtechnik) wurde die Maßhaltigkeit der Teile erhöht.

Die vorgegebenen Möglichkeiten der bisherigen Knotentechnik konnten durch die Großgussteile erweitert werden.

Eine reduzierte Teilezahl und damit auch ein geringerer Fügeaufwand sind die Folge.

Durch diese optimierten Gestaltungsmöglichkeiten wurde so eine Integration von Multifunktionalität sowie die Reduzierung von Teilen erreicht.



SSP239_032

Knotenelemente A-Säule (A8)



SSP239_033

Großgussteil A-Säule (A2)



Audi Space Frame - ASF[®]

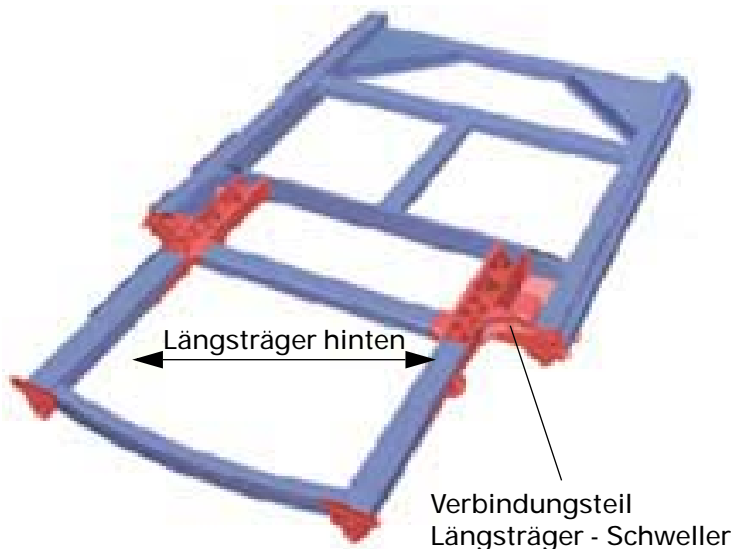


Anbindung Mittelboden und Hinterwagen

Der Rahmen der Unterbodenstruktur besteht aus geraden Strangpressprofilen, die mittels MIG-Kehlnahtschweißen verbunden sind. Dabei entfallen die noch beim Audi A8 notwendigen Guss-Verbindungsknoten.

Der ebenfalls relativ einfach strukturierte Hinterwagen mit seiner Längs- und Querträgerstruktur wird durch ein weiteres multifunktionales Großgussteil am Mittelboden angebunden.

Dieses „Verbindungsteil Längsträger-Schweller“ beinhaltet die Hinterachs-anbindung, die Auflage Federteller, die Aufnahme Einsteckwagenheber und die Aufnahmepunkte für die Fertigung.



SSP239_023

Anbau- und Außenhautbleche



Durch eine einteilige Bodenwanne und ein höherliegendes Bodenblech vorn im Bereich des Fahrer- und Beifahrersitzes konnte ein zusätzlicher Stauraum für diverse Nebaggregate und Steuergeräte geschaffen werden.



Die Beinfreiheit der Fondpassagiere sowie die ergonomische Sitzposition wurde durch eine tiefliegende Fond-Bodenwanne wesentlich verbessert. Die Größe und Komplexität der Bodenwanne sowie eine aus Festigkeitsgründen relativ geringe Wanddicke konnten nur durch eine konstruktionsbegleitende Tiefzieh-simulation realisiert werden.

SSP239_027

Anbau- und Außenhautbleche

Beim Audi A2 kommen vorwiegend warmaushärtbare Werkstoffe zum Einsatz, da sie den besten Kompromiss aus guter Umformbarkeit, guten mechanischen Eigenschaften und guter Korrosionsbeständigkeit darstellen.

Nach der Umformung bzw. Fertigstellung der Rohkarosserie wird das Material durch eine Wärmebehandlung (205 °C) in der Karosseriebau-Linie dahingehend verändert, dass die mechanischen Eigenschaften wie Streckgrenze und Zugfestigkeit erhöht und Werte vergleichbar mit konventionellen Tiefziehstählen erreicht werden.

Die durch die nachträgliche Wärmebehandlung erzielte Verbesserung der Materialkennwerte erlaubt eine zusätzliche Gewichtsoptimierung.

Dimensionierungskriterium für die Außenhautbleche ist die Vermeidung bleibender Beulen durch Hagelschlag oder lokale Drücke beim Polieren oder Schließen von Klappen.



SSP239_013

Audi Space Frame - ASF[®]

Reduzierung Karosserieteile

Seitenwandteil



SSP239_014

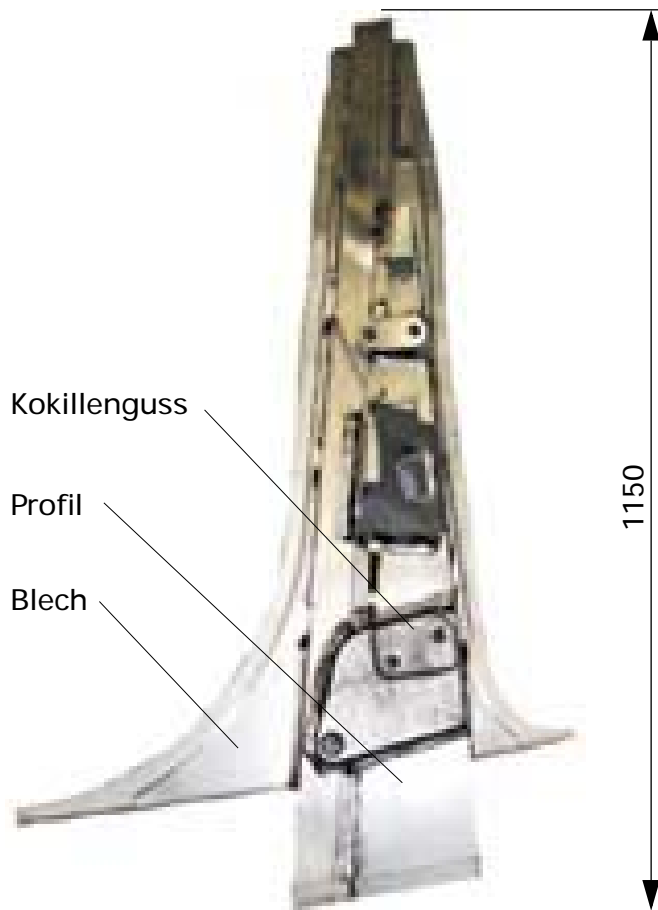
Die Seitenwand A8 besteht aus 8 Teilen.



SSP239_015

Die Seitenwand des A2 ist einteilig.

Vergleich B-Säule A8 und A2



SSP239_016



SSP239_017

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

Teilezahl: 8
Gewicht: 4180 g

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

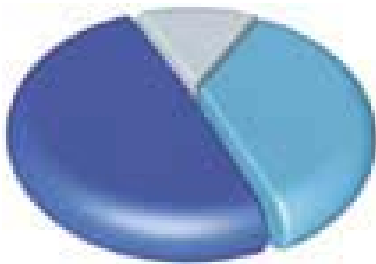
Die Gegenüberstellung der verschiedenen Profilarten verdeutlicht den großen Einfluss der Formgebung auf die Effektivität im Fahrzeuggrobbau und damit unmittelbar auf die Anzahl der gefertigten Fahrzeuge pro Tag.

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

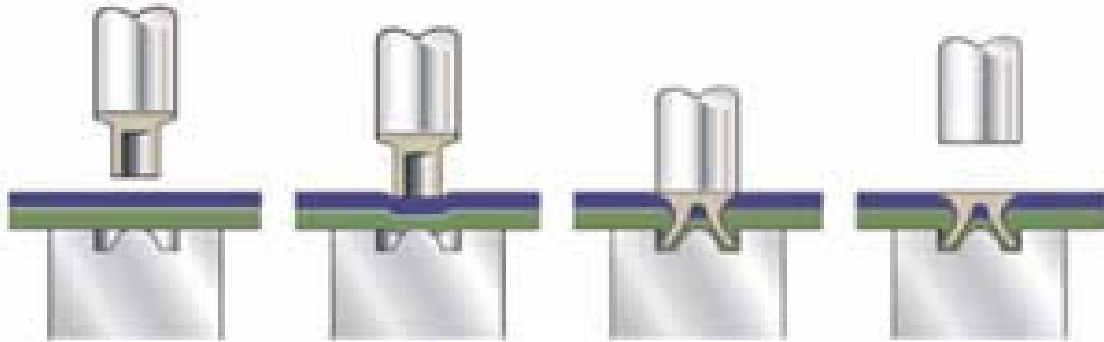


Anteil an gebogenen Profilen

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

Fertigungsverfahren

Stanznieten



SSP239_066

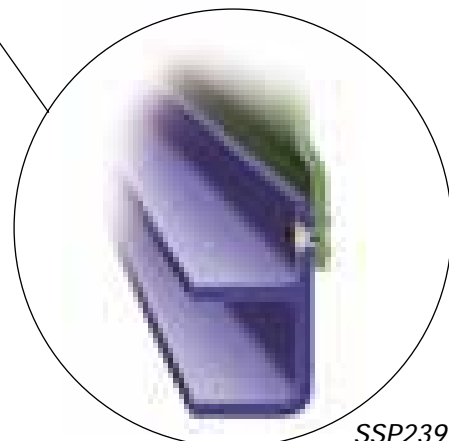
Der Anteil an Stanznietverbindungen hat sich verglichen mit dem A8 durch den Verzicht auf die Fügetechniken „Durchsetzfügen“ und „Widerstandspunktschweißen“ um etwa 40 % auf ca. 1800 Verbindungspunkte erhöht.

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.

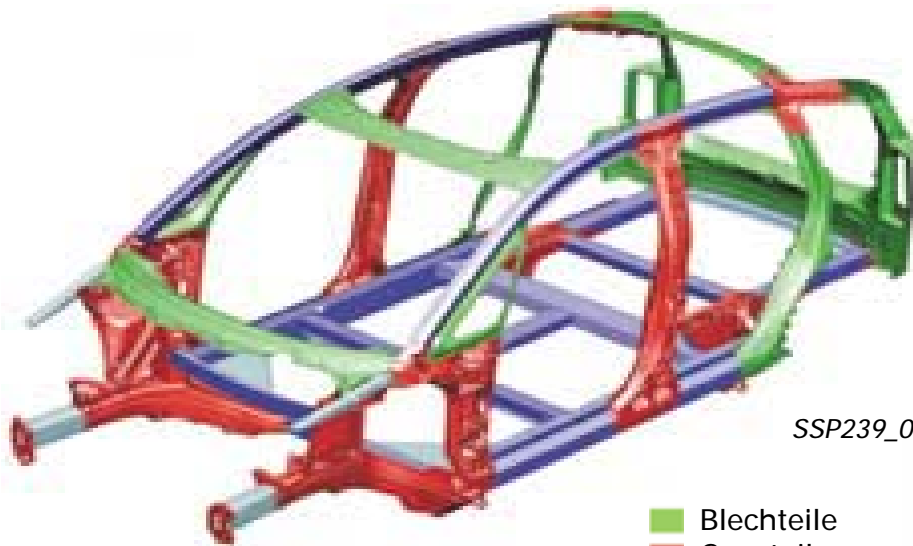


Das Stanznieten kommt vorwiegend beim Fügen von Blechen, Strangpressprofilen und deren Kombinationen im gesamten A2 Space Frame zum Einsatz.



SSP239_065

Innen-Hochdruck-Umformung IHU



SSP239_020

- Blechteile
- Gussteile
- Strangpressteile IHU
- nicht IHU

Prozessfolge IHU und Biegen

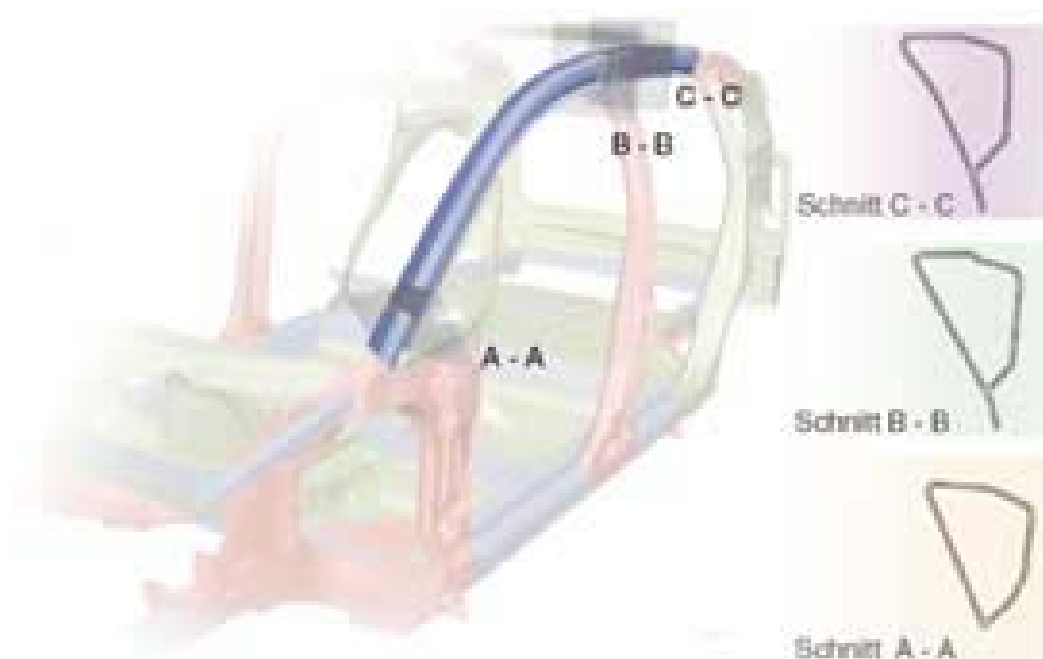
Die hohe Gestaltungsfreiheit bezüglich der Profilquerschnittsgeometrie ermöglicht, ein Bauteil hinsichtlich Form, Funktion und Gewicht zu optimieren.

IHU-geformter Dachrahmen A2

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

Auf nachfolgende Bearbeitungsprozesse kann verzichtet werden.

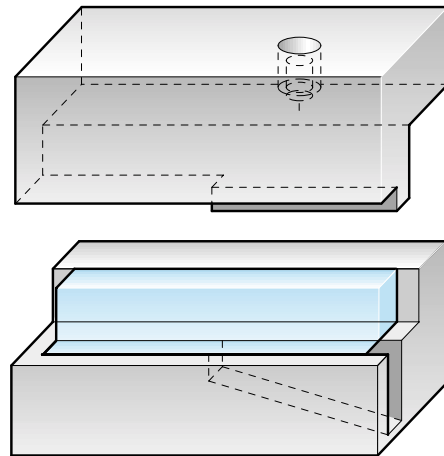
Dieses Verfahren ermöglicht, den Dachrahmen als ein Bauteil mit unterschiedlichen Querschnitten herzustellen.



SSP239_030

Fertigungsablauf am Beispiel eines Längsträgers

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



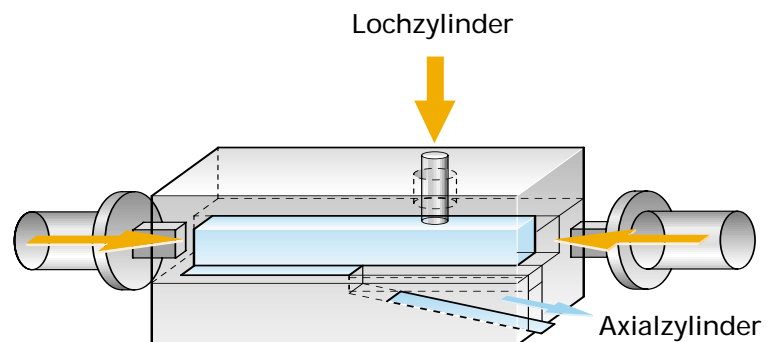
SSP239_024

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



Fügetechniken

Metall-Innert-Gas-Schweißen

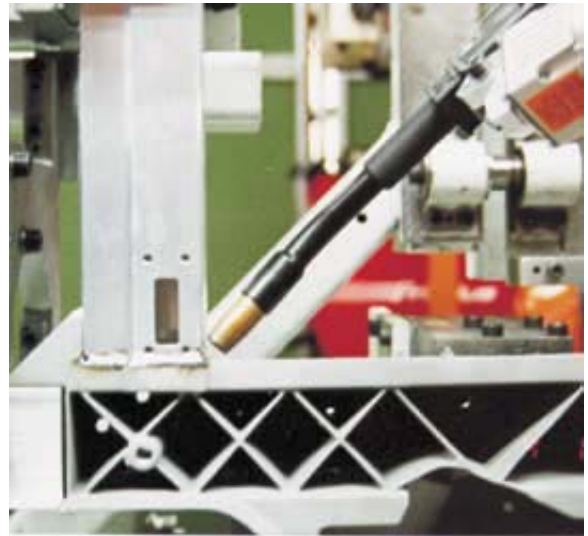
Das MIG-Schweißen wird beim Aufbau der aus Strangpressprofilen bestehenden Rahmenstruktur eingesetzt.

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.



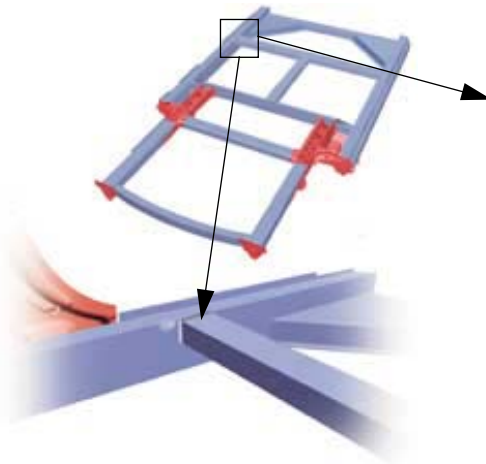
SSP239_047

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:

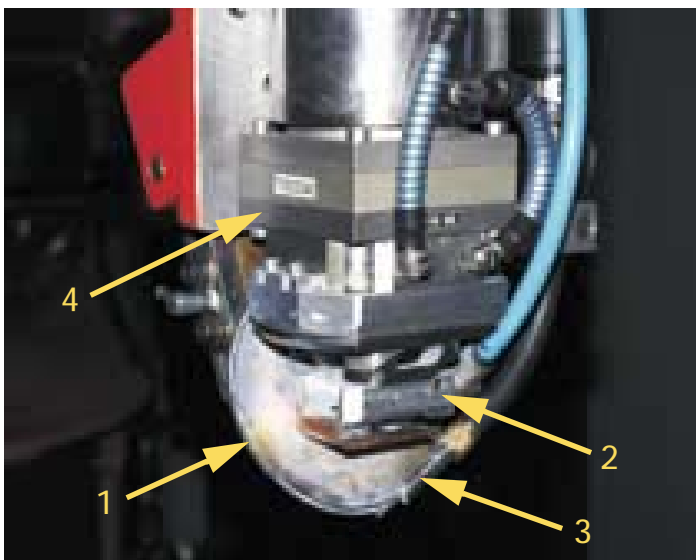
- Blech an Blech
- Blech an Gussteile
- Gussteile an Profile.

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
Karosserierohbau



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



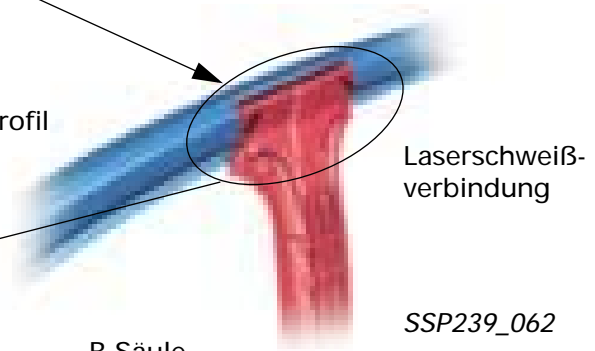
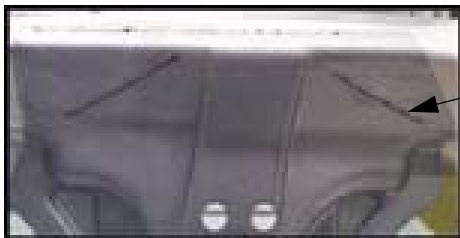
Fügetechniken

Laserschweißverbindungen B-Säule

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



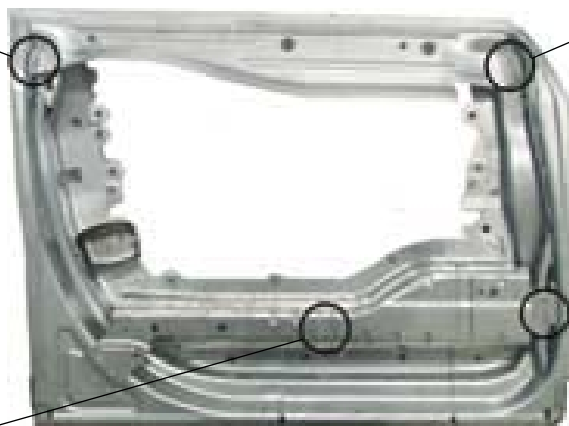
Dachrahmen
seitlich Strangpressprofil



B-Säule
Vakuum-Druckguss

SSP239_062

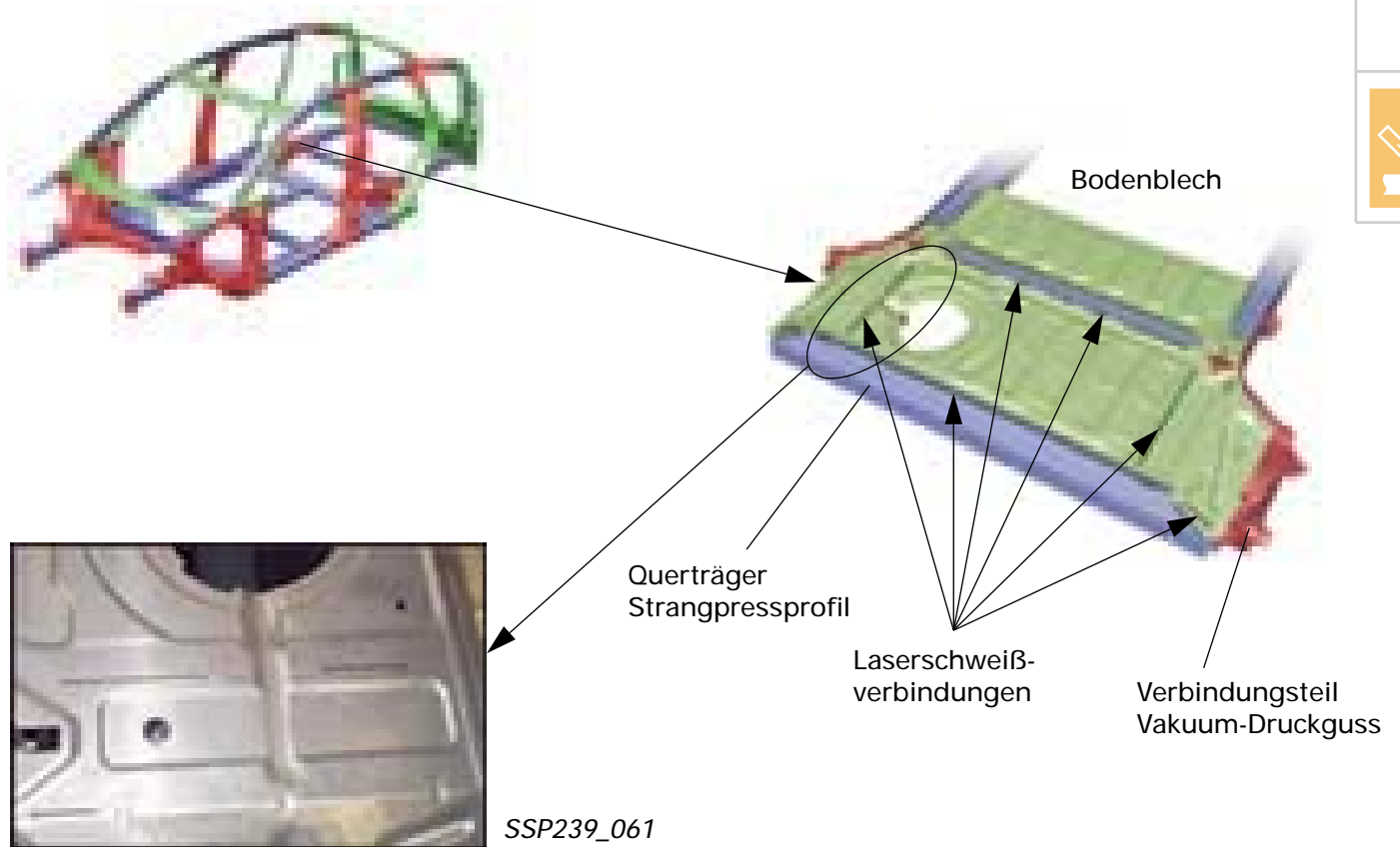
Laserschweißverbindungen Tür vorne



SSP239_063



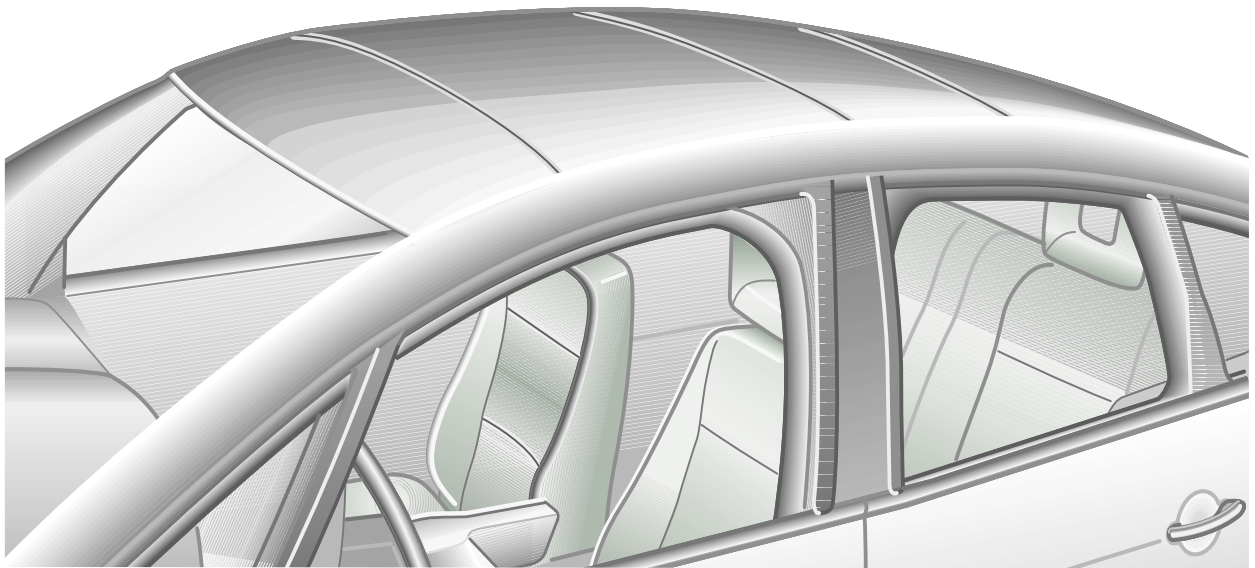
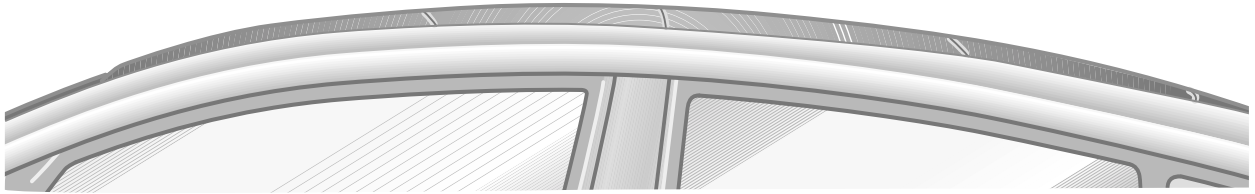
Laserschweißverbindungen Bodengruppe



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



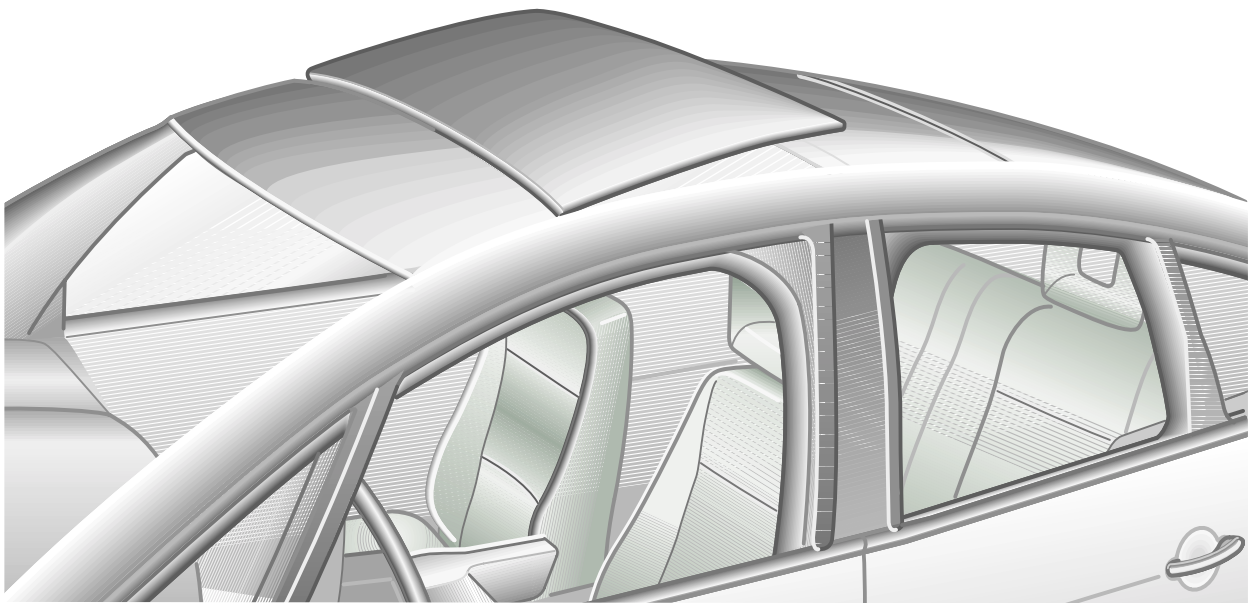
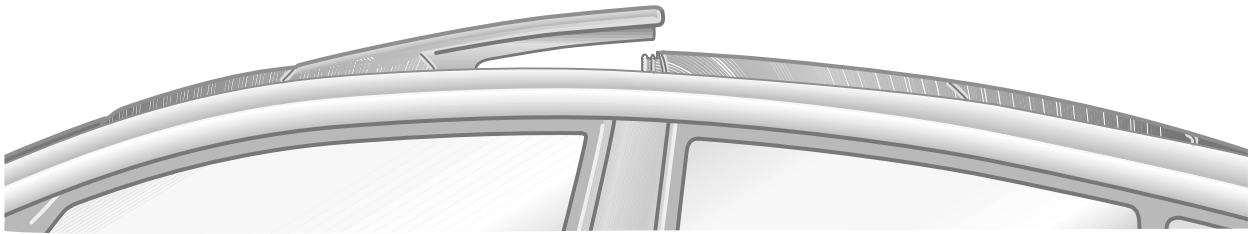
SSP239_036

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.