

Zeitschrift: Werk, Bauen + Wohnen
Herausgeber: Bund Schweizer Architekten
Band: 71 (1984)
Heft: 11: Konstruieren mit Blech = Constructions en tôle = Sheet metal constructions

Artikel: Die Technik als Funktion der Form : die Verwendung von Stahl in der Automobilindustrie
Autor: Liso, Vincenzo de
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-54302>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Technik als Funktion der Form

Die Verwendung von Stahl in der Automobilindustrie

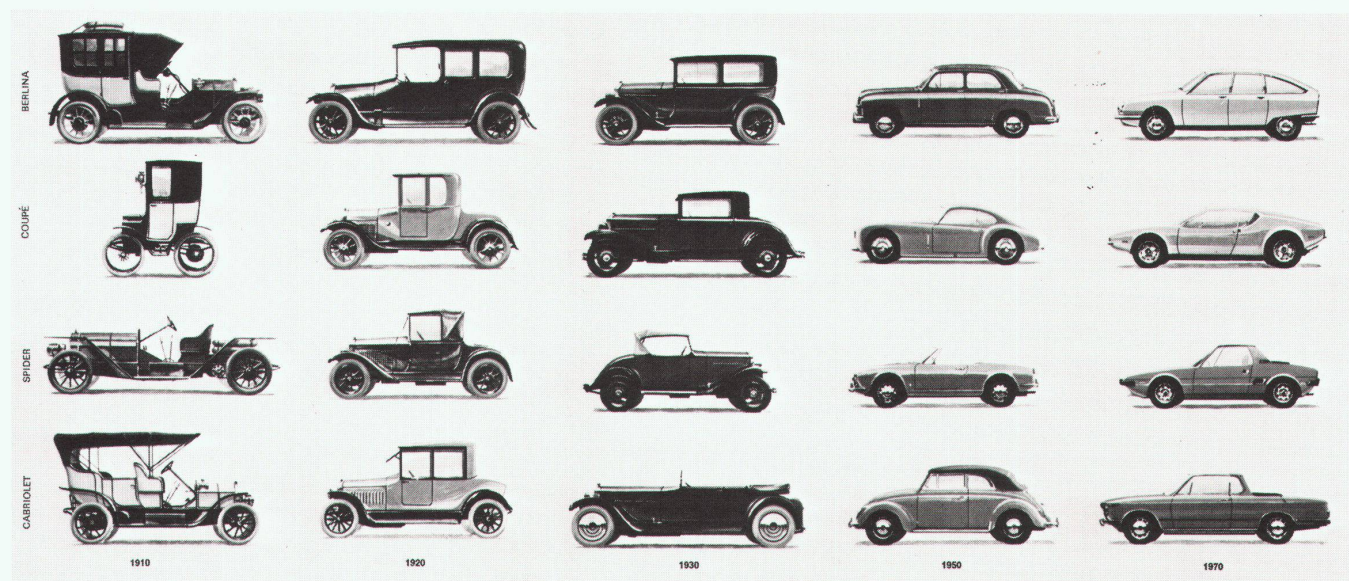
Die Architektur der 30er Jahre fand in der Luft- und Schiffsindustrie eine Quelle der Inspiration, da deren Konstruktionstechnologie die Verwendung von Blechen zur Herstellung aerodynamischer Formen vorsah. Heute muss die Automobilindustrie sich neuen technischen Problemen stellen, da sich immer spezifischere Qualitätsansprüche an die Materialien ergeben, sei dies nun im Bereich der Materialfestigkeit oder in der entgegengesetzten Anforderung, der der Plastizität. Es gibt drei aktuelle Zielsetzungen innerhalb der Automobilindustrie, die sich auf den Karosseriebau beziehen und teilweise analoge Probleme stellen, wie sie bei der Konstruktion von Gebäudeaussenhüllen aus Blech auftauchen: eine Verringerung des Gewichtes bei gleicher Materialfestigkeit, eine möglichst lange Lebensdauer des Materials (Oberflächenbehandlung) und eine optimale aerodynamische Form (bestmögliche Luftdurchdringungskoeffizienten). Der folgende Beitrag vermittelt einen Einblick in die neue technische Forschungsarbeit, die die «alte» Abhängigkeit der Form vom Material umzukehren versucht: die Materialtechnik als Funktion der Form.

L'utilisation de l'acier dans l'industrie automobile

L'architecture des années 30 trouva une source d'inspiration dans l'industrie aéronautique et navale dont les techniques de construction faisaient appel à la tôle pour réaliser des formes aérodynamiques. Aujourd'hui, l'industrie automobile doit se poser de nouveaux problèmes techniques, car les matériaux doivent répondre à des critères de qualité toujours plus spécifiques, soit au plan de leur résistance, soit dans le domaine opposé des exigences de plasticité. Au sein de l'industrie automobile actuelle, trois objectifs concernant la confection des carrosseries posent des problèmes dont certains s'apparentent à ceux soulevés par la construction des enveloppes de bâtiment en tôle: réduction du poids de sa durée (par traitement de surface) et forme aérodynamique optimale (meilleurs coefficients possibles de pénétration dans l'air). L'article qui suit donne un aperçu sur les nouvelles recherches techniques qui tentent d'inverser la «vieille» dépendance de la forme par rapport au matériau: la technique du matériau comprise comme une fonction de la forme.

The Use of Steel in the Manufacture of Cars

To the architecture of the 30ies, both aircraft industry and naval industry proved to be a source of inspiration, as their technology of construction included the use of sheet metal in manufacturing aerodynamic shapes. Nowadays the automotive industry has to face new technical problems and ever more specific demands on the quality of the material, no matter whether in the area of the sturdiness required of the material or the opposite demand for its plasticity. There are three aims within the automotive industry of today relating to the car body and raising somewhat analogous problems to those encountered when constructing building exteriors out of sheet metal: a diminishing of the weight while retaining the same sturdiness of material as before, as long a servicable life (surface treatment) of the material as possible and an optimal aerodynamic shape (with the best possible coefficient of air penetration). The following contribution provides some information on the new kind of technical research under way, trying to turn the "old" dependency of shape from material into the opposite: the technique of how to treat a certain material as a function of form.



Als man daranging, die Pferdekutsche zu motorisieren, erbten die Konstrukteure jener Zeit Formen, die auf stilistische Anforderungen grundsätzlich ästhetischer Natur zurückgingen; Formen und Linien also, die nichts anderes waren als die Weiterführung derer, die sich schon bei den Pferdekutschen bewährt hatten. Die Problematik, der sich der Neukonstrukteur gegenüber sah, bestand jedoch aus der blossen und keineswegs stilistischen Notwendigkeit, das «Motorvolumen», das im allgemeinen vor die «Führerkabine» zu liegen kam, neu zu verschalen. Das Erfordernis, diese zwei Volumen miteinander zu verbinden, wurde noch nicht erkannt, und zudem gab es noch zahlreiche andere Probleme zu lösen.

Später, als das System «Wagen + Motor» das System «Wagen + Pferde» abgelöst hatte und die Verwendung immer weiter entwickelter Motoren auch eine eindeutig höhere Leistung erbrachte, als das die von Pferden gezogenen Vehikel je vermochten, begann man auch über Konzeption und Form zu sprechen.

Dies war denn auch die historische Epoche, während der der «Designer» jener Zeit mit Hilfe der Form den Eindruck von Geschwindigkeit als Ausdruck der Leistungsstärke schuf.

In diese Zeit gehört auch das Ver-

schwinden der abgerundeten Kotflügel, der verbundenen Motorschutzhauben und des länglichen Rumpfteiles. Ein stilistisch wichtiges, wenn auch von der Technik her problematisches Element war ohne Zweifel auch der Kotflügel, vor allem der vordere. Eigentlich ein blosses Accessoire in bezug auf die Karosserie, war dieses Element, wenn auch nicht gerade das allerwichtigste, so doch lange Zeit für den Designer eindeutig eines der signifikantesten, da es ja die Form zu bestimmen half.

Der Designer jener Zeit entwarf grundsätzlich wohlgefällige mehr oder wenig aerodynamisch wirkende Formen, die aber in streng technischem Sinne kaum etwas von echter Aerodynamik an sich hatten. In jeder Karosseriewerkstatt wurden die einzelnen Teile einer Karosserie von Hand hergestellt, und man schuf Modelle eines sehr hohen Verformungsgrades, ausgehend von einem gewalzten, flachen Stahl, den die Eisenverarbeitungsindustrie mit der Qualifikation «gewalztes Schmiedeeisen» in den Handel brachte; nur die Plastizität des Materials zählte.

Die verschiedenen Teile waren jedoch nicht einer speziellen mechanischen Beanspruchung unterworfen, ausser vielleicht der, selbsttragend sein zu müssen.

Erst nach dem Verschwinden des

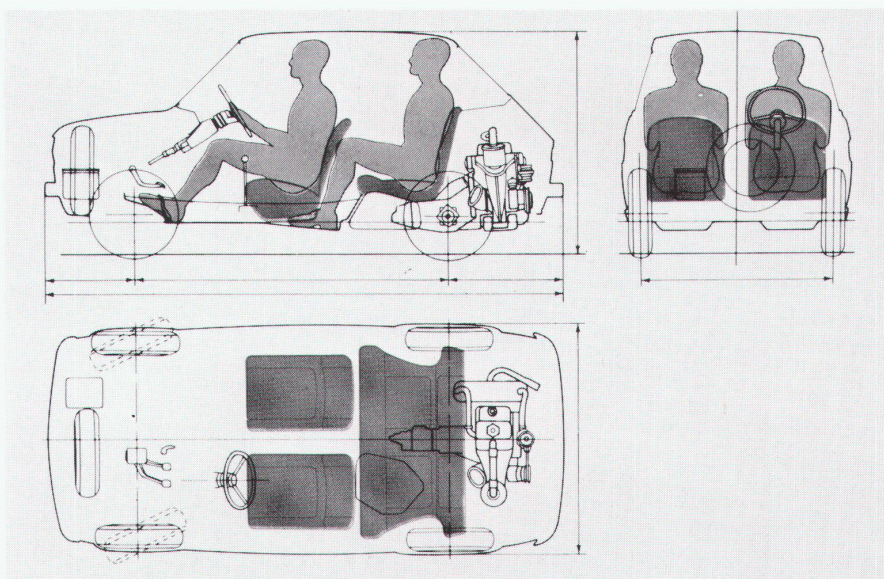
eigentlichen Fahrgestells und der tragenden Karosseriekonstruktion forderte man Eigenschaften wie mechanische Belastbarkeit und Plastizität.

Mechanische Festigkeit und Plastizität waren zur Konstruktion komplexer Strukturen aus verschiedenen Elementen und für verschiedene Funktionen notwendig: für den tragenden Aufbau, den Differentialwiderstand und die äussere Verschalung.

Die zeitgenössische Entwicklung der Kraftfahrzeugtechnologie, die immer effizientere Antriebseinheiten anbot, hat – zusammen mit der Verbesserung des Strassennetzes – zur Determinierung des Übergangs vom Konzept «Form + Vorstellung» zu einem anderen Formtypus beigetragen, der – aufgrund der Forschungstechnologie, auf der er beruht – «technische Form» genannt wird.

Die neue Konzeption des Fahrzeug + Motor-Systems schliesst somit eine Forschung nach immer höherer Leistung mit ein, die sich in den folgenden Punkten zusammenfassen lässt:

- weniger Gewicht bei gleichbleibender Belastbarkeit;
- weniger energieerzeugende Installationen und kleinerer Benzinverbrauch, um – des besseren Durchdringungskoeffizienten wegen – einen kleineren Fahrtwiderstand zu erzielen.



1 Karosseriemodelle von 1910 bis 1971 / Maquettes de carrosseries / Models of car bodies

2 Studium der ergonomischen Proportionen bei einem Kleinwagen / Etude des proportions ergonométriques sur une petite voiture / Study of the ergonomic proportion of a light car

All dies trug zur Entwicklung jener Technik bei, die man mit «Optimierung der Form durch mathematisches Durchdenken der Karosserie» umschrieb. Form und Funktion also – bekanntlich auch für die Architektur ein echtes Problem.

Die unmittelbarste Konsequenz dieser neuen Methode, Automobile zu entwerfen, bestand in der Forderung nach einem Basisprodukt, das immer ausgeprägtere Eigenschaften der Formbarkeit und mechanischen Belastbarkeit aufweisen sollte. Es sind dies in bezug auf einfaches Schmiedeeisen nahezu unvereinbare Charakteristika, die erst durch die Technik legierten Stahls realisierbar wurden.

Einer der wichtigsten Pluspunkte dieses Stahls ist die Fähigkeit, bis auf die Ebene des Tiefziehverfahrens kontinuierliche Negativ- und Positivformen anzunehmen, ohne dass es dabei zu Dehnungen, Stauchungen oder Verzerrungen kommt. Die Suche nach einem idealen Kompromiss zwischen Plastizität und mechanischer Belastbarkeit, unter Berücksichtigung der Tatsache, dass auch die Funktionstüchtigkeit gewährleistet werden muss, drängt sich auf.

Man kann nicht sagen, die Metallindustrie habe auf diese Forderungen nicht reagiert. Deshalb sind denn auch die heute am meisten verwendeten Produkte, die diesen Anforderungen zu genügen vermögen, unter dem Begriff «im Kaltpressverfahren hergestelltes Walz-

gut» klassifizierbar.

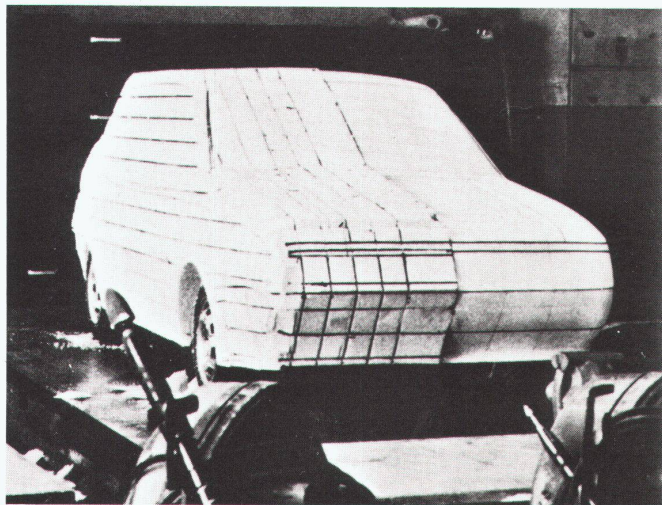
Diese mit Aluminium versetzten Stahlsorten werden durch ein Kaltwalzverfahren gewonnen, was eine geringere Dicke als beim vorher verwendeten Warmwalzverfahren ermöglicht. Das Walzverfahren versieht das Produkt mit einer perfekten Oberfläche, einem geeigneten Durchmesser sowie einer inneren Planarität und Homogenität wie nie zuvor. Diese Stahlsorten können in die Kategorien «geringes, mittleres und tiefes Ziehen» sowie nach ihrem Kohlenstoff-Mangan-Gehalt unterteilt werden. Sie entsprechen so auch bestimmten Normen, wie den Afnor DIN oder ähnlichen Klassifikationskategorien.

Das Bewahren einer perfekten Oberflächenstruktur nach der Formgebung ist ebenfalls von ziemlicher Wichtigkeit. Die Zeiten, in denen der Fahrzeugkonstrukteur praktisch die gesamte Aussenhaut der Karosserie vor dem Lackieren grundieren musste, sind endgültig vorbei. Die heute verwendeten Bleche erlauben eine direkte Phosphatisierung unter Weglassung jeglicher Vorarbeiten, das heisst die Applikation der ersten Farbschicht und der darauffolgenden Lackschicht via elektrostatische Verfahren, was eine äussere Verschalung mit der vielgeschätzten Oberfläche ermöglicht. Zu den von diesen Materialien geforderten Eigenschaften gehört auch die Biegsamkeit. Sie müssen Biegungen von bis zu 180° zulassen, und dies in einem

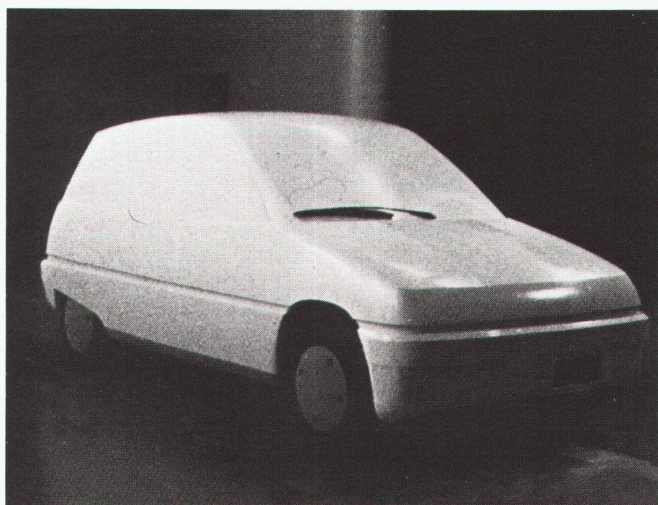
minimem – der Hälfte ihrer Stärke entsprechenden – Umkreis und ohne dass dabei am Rande der Biegung Risse entstünden. Diese Eigenschaft wird als ausschlaggebend betrachtet, da die Konstruktionspraxis der Aussenhaut fast immer ein Umfalzen der Aussenplatte direkt auf dem Chassis mit einschliesst.

Diese Stahlsorten haben zweifelsohne grosse Fortschritte in der Formfindung möglich gemacht; dennoch kann auch ihre mechanische Belastbarkeit gewisse Grenzen nicht überschreiten. So können denn auch einige der für spezielle Funktionen vorgesehenen Komponenten nicht daraus hergestellt werden. Dazu braucht es andere Arten von Stahl. Die Entwicklung der metallurgischen Technik hat zu sogenannten «hochresistenten Stählen» geführt, die heute ohne Zweifel die fortgeschrittenste Stufe innerhalb der zur Automobilherstellung verwendeten Stahlsorten darstellen.

Speziell geeignet für die im Kaltpressverfahren hergestellten mechanisch arbeitenden Komponenten und den Aufbau sind diese legierten Stahlsorten komplexer Art, und sie weisen – dank ihrem niedrigeren Kohlenstoffgehalt und dem Vorhandensein verschiedener Legierungen, wie Mangan, Silicium, Aluminium, Niobium, Titanium, Zirkonium, Vanadium und in manchen Fällen auch Zerium – Eigenschaften auf, die es erlauben, resistente Strukturen im Kaltziehverfahren mit anders unrealisierbaren



3
46



4

Formen und Gewichten herzustellen. Ihr Entstehen geht ohne Zweifel auf eine spezifische Forderung, nämlich die nach einem möglichst kleinen Gewicht ohne Verlust der Belastbarkeit, zurück. Sie verfügen über den Vorteil einer erhöhten Elastizitätslimite und einer erhöhten Dehnungsfähigkeit. Tatsächlich weisen sie in bezug auf die gewöhnlichen hochresistenten und hochelastischen Stahlsorten die folgenden Charakteristika auf:

- eine Plastizität und Verschweissbarkeit, die des niedrigen Kohlenstoffgehaltes wegen eindeutig besser ist und dem Elastizitätswert entspricht;
- eine deutlich höhere Elastizitätsgrenze, die dem Formpressverhältnis gleichkommt, was erlaubt, die Struktur mit höheren spezifischen Lasten oder gleichermassen mit den aufgeladenen spezifischen Lasten verschiedener Formen niedrigeren Gewichtes zu belasten.

So erzielen auch das Kaltbiegeverfahren, die Materialermüdung, die Bruchfestigkeit und die Verschweissbarkeit bessere Resultate. Trotzdem ist bei der Verwendung dieser Stahlsorten das Kosten/Nutzen-Verhältnis noch im Negativbereich. Die Ursache liegt bei den hohen Kosten der für ihre Herstellung benötigten Eisenlegierungen.

Aber gerade in ihrer Anwendung vermag der Fahrzeughersteller einen echten Verbündeten zur Realisierung der vielgesuchten passiven Sicherheit der

Struktur zu finden, die sich in der differentiellen Deformierbarkeit ausdrückt.

Die Entwicklung des Automobils kann nicht unter Ausschluss der Wirtschaftlichkeit dieses Gutes, das immer weniger als ein Konsumgut, immer mehr aber als ein dauerhaftes Instrumentalgut angesehen wird, betrachtet werden. Die Neigung des Käufers, das Auto als dauerhaftes Gut anzusehen, zwingt die Hersteller dazu, ein Fahrzeug anzubieten, das speziell in bezug auf die Karosserie nicht einem raschen Zerfall unterliegt.

Die grosse Schlacht gegen die Korrosionserscheinungen führte deshalb zur Forderung nach beidseitig geschützten und doch gleichermassen formbaren Materialien wie das blanke Blech. Diese Produkte erschienen ungefähr vor 10 Jahren auf dem Markt. Ehrlich gesagt: die ersten Versuche des Formpressverfahrens ohne Veränderung der Schutzschicht waren ziemlich enttäuschend. Aber die Produktionstechnik hat sich derart weiterentwickelt, dass diese im allgemeinen einseitig verzinkten Bleche heute ausgezeichnet für die äussere Verschalung verwendet werden können ebenso wie für die Türen, Schutzhauben, Gehäuseelemente und Bodenschichten.

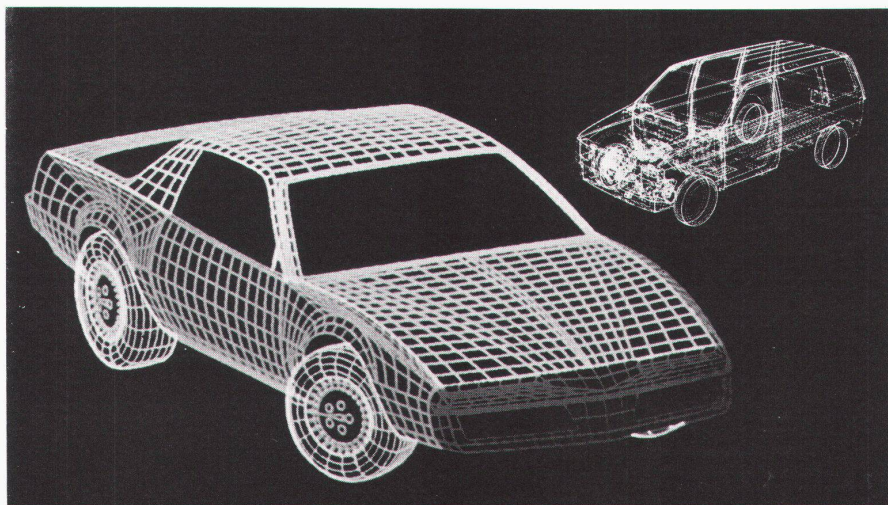
Diese Produkte verhalten sich auch ausserordentlich gut, wenn es nötig ist, kontinuierliche Falzungen und Gegenfalzungen herzustellen, die nicht bloss stilistischer Motive wegen erforderlich werden, da die äussere Verschalung ein sehr

hohes Oberflächen/Durchmesser-Verhältnis und ein zu niedriges Tiefziehverhältnis aufweist. Ihr grosser Vorteil besteht in der Konservation der inneren Oberflächen, die ohnehin schwer zu behandeln sind, und dies gerade da, wo die elektrolytische Korrosionsaktivität am höchsten ist. Heute besteht die Tendenz zur Forschung nach Stahllarten, die immer spezifischeren Anforderungen zu genügen vermögen; ihr Ziel kann mehr als je zuvor unter der Doppelbezeichnung «Materialfestigkeit/Plastizität» zusammengefasst werden.

Das alte Verhältnis zwischen Stahlproduzent und Konstrukteur hat sich umgedreht: die Form ist nicht mehr Funktion der Grenzen des verwendeten Stahls; man kann heute sagen, der Stahl sei Funktion der Form geworden.

Man nimmt an, dass der Stahl noch lange Zeit in der Automobilkonstruktion Verwendung finden wird, auch wenn sporadisch versucht wird, Karosserien aus anderen Materialien zu konstruieren.

V. D. L.



5 Werk, Bauen+Wohnen Nr. 11/1984

3 Übertragung der einzelnen Karosserieschnitte auf ein Polystyrol-Grundmodell, an dem der C_w -Wert im Windkanal überprüft werden kann / Report des différentes coupes d'une carrosserie sur une maquette en polystyrène expansé permettant l'étude du coefficient C_w en soufflerie / Transfer of the car body sections to a basic model of polystyrol, making a testing of the C_w -rate in a wind tunnel possible

4 Versuchsmodell eines Kleinwagens mit C_w -Wert 0,22 / Maquette d'essai d'une petite voiture ayant un coefficient C_w de 0,22 / Trial model of a mini car with a C_w -rate of 0,22

5 Zeichnung eines existierenden Serienautomobils, realisiert mit der Methode des CAD «Computer Aided Design» (aus «Katalog der Automobilrevue», 1984) / Dessin d'une automobile de série réalisé à l'aide de la méthode CAD «Computer Aided Design» (extrait du «Catalogue de la Revue Automobile», 1984 / Drawing of an already existing serial car, realised with the help of the CAD method «Computer Aided Design»; (in: «Katalog der Automobilrevue», 1984)