

FAHRZEUGTECHNIK

KAROSSERIE- UND FAHRZEUGBAU

TECHNOLOGIE

FACHSTUFE

Dipl.-Ing. Gerd Lausen, Oberstudienrat, Rendsburg (Herausgeber)

Dipl.-Ing. Manfred Erhardt, Oberstudienrat, Stuttgart

Helmut Raschke, Oberstudienrat, Rendsburg

Dipl.-Ing. Bernd Winkler, Studienrat, Kassel

5., durchgesehene Auflage

HANDWERK UND TECHNIK – HAMBURG

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	III	1.3.3.2 Anpressen/Einpressen als unlösbare Verbindung – Nageln als Metallverbindung	55
Bildquellenverzeichnis	IX	1.3.3.3 Fügen durch Umformen	56
Vorwort	X	1.3.3.4 Fügen durch Schweißen	73
		1.3.3.5 Fügen durch Löten	104
		1.3.3.6 Fügen durch Kleben	108
1 Halbzeuge und Bauteile aus Metall bearbeiten		1.4 Umformen	117
1.1 Werkstoffe und Halbzeuge		1.4.1 Umformen – Definition	117
Fahrzeugbau	1	1.4.2 Umformverfahren	117
1.1.1 Flacherzeugnisse aus Stahl	1	1.4.2.1 Auswahlkriterien zu Umformverfahren	117
1.1.1.1 Herstellung von Flacherzeugnissen aus Stahl	1	1.4.2.2 Abkanten	119
1.1.1.2 Flacherzeugnisse aus Stahl mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen	3	1.4.2.3 Runden	124
1.1.1.3 Tailored Blanks, Tailor Rolled Blanks, Tailored Tubes ..	5	1.4.2.4 Schweißen und Einziehen	127
1.1.1.4 Normung von Blechen und Bändern	7	1.4.2.5 Bördeln	130
1.1.1.5 Wärmebehandlung von Stahl	12	1.4.2.6 Treiben	134
1.1.2 Leichtmetalle und ihre Legierungen	16	1.4.2.7 Profilbiegen	137
1.1.2.1 Aluminium – Herstellung	16	1.4.3 Blechversteifungen	140
1.1.2.2 Aluminiumlegierungen	17	1.4.3.1 Leichtbauweise durch Blechversteifungen	140
1.1.2.3 Aluminium – Möglichkeiten der Festigkeitssteigerung	19	1.4.3.2 Flächenversteifung	140
1.1.2.4 Aluminiumwerkstoffe im Karosserie- und Fahrzeugbau	20	1.4.3.3 Randversteifung	148
1.1.3 Profile	25	2 Nichtmetallische Werkstoffe und Verbundstoffe bearbeiten	
1.1.3.1 Leichtbau durch Profile	25	2.1 Kunststoffe bearbeiten	152
1.1.3.2 Stahlprofile	26	2.1.1 Aufbau von Kunststoffen	152
1.1.3.3 Leichtmetallprofile	27	2.1.2 Herstellung von Kunststoffen	152
1.2 Werkstoffprüfverfahren	31	2.1.3 Arten und Eigenschaften von Kunststoffen	154
1.2.1 Werkstoffprüfung unter Werkstattbedingungen	31	2.1.3.1 Thermoplaste	154
1.2.1.1 Ergebnisse der Werkstatt-Werkstoffprüfungen	31	2.1.3.2 Elastomere	156
1.2.1.2 Prüfung von Eigenschaften der Werkstoffe unter Werkstattbedingungen	31	2.1.3.3 Duromere	156
1.2.1.3 Prüfung der Werkstoffart unter Werkstattbedingungen	32	2.1.3.4 Faserkunststoffverbund (FKV)	157
1.2.1.4 Prüfung auf Werkstofffehler unter Werkstattbedingungen	33	2.1.3.5 Faserverstärkte Kunststoffe (FVK)	157
1.2.2 Werkstoffprüfung unter Laborbedingungen	34	2.1.3.6 Kunststoffschäume	160
1.2.2.1 Ergebnisse der Labor-Werkstoffprüfungen	34	2.1.4 Verwendung von Kunststoffen im Karosserie- und Fahrzeugbau	160
1.2.2.2 Prüfung von Eigenschaften der Werkstoffe unter Laborbedingungen	34	2.1.5 Ver- und Bearbeiten von Kunststoffen	163
1.2.2.3 Prüfung der Werkstoffart unter Laborbedingungen	38	2.1.5.1 Handauflegeverfahren	166
1.2.2.4 Prüfung auf Werkstofffehler unter Laborbedingungen	39	2.1.5.2 Faserspritzen	167
1.3 Fügen	41	2.1.5.3 Wickelverfahren (Wickeln)	168
1.3.1 Fügeverfahren – Überblick	41	2.1.5.4 Nasspressen	169
1.3.2 Lösbare Verbindungen	42	2.1.5.5 Trockenpressen	169
1.3.2.1 Vorteile von lösbaren Verbindungen	42	2.1.5.6 Schutzmaßnahmen beim Ver- und Bearbeiten von Mehrkomponentenharzen	170
1.3.2.2 Zusammensetzen	42	2.1.5.7 Werkzeuge	171
1.3.2.3 Anpressen/Einpressen als lösbare Verbindung	43	2.1.5.8 Erkennen von Kunststoffen	171
1.3.3 Unlösbare Verbindungen	55	2.1.5.9 Schrauben für Kunststoffverbindungen	172
1.3.3.1 Vorteile von unlösbaren Verbindungen	55	2.2 Silicone	173
		2.3 Holz bearbeiten	174
		2.3.1 Aufbau des Holzes	174
		2.3.2 Eigenschaften des Holzes	175

2.3.3	Arbeiten des Holzes	176	4	Mechanische, hydraulische und pneumatische Systeme installieren	
2.3.4	Holzwerkstoffe im Karosserie- und Fahrzeugbau	177	4.1	Triebwerk	231
2.3.5	Lagerung und Haltbarmachung des Holzes	179	4.1.1	Systematik des Fahrzeugantriebs	231
2.3.6	Holzverbindungen	180	4.1.2	Kraftmaschine	231
2.3.6.1	Schrauben als Holzverbindung	180	4.1.2.1	Ottomotor	231
2.3.6.2	Nageln als Holzverbindung	181	4.1.2.2	Dieselmotor	245
2.4	Umweltschutz und rationelle Energieverwendung	183	4.1.3	Kraftübertragung	246
2.4.1	Werkstoffverwendung entsprechend der Ressourcen und des Recyclings	183	4.1.3.1	Kupplung	249
2.4.1.1	Recycling von Stahl	183	4.1.3.2	Getriebe	251
2.4.1.2	Werkstoffauswahl zum Umweltschutz	184	4.1.3.3	Gelenkwellen	254
2.4.2	Senkung der Schadstoffemissionen	189	4.1.3.4	Ausgleichsgetriebe (Differential)	256
			4.1.3.5	Radantrieb	258
3	Elektrische und elektronische Systeme installieren		4.2	Fahrwerk	260
3.1	Energieversorgung	193	4.2.1	Der Begriff Fahrzeug-Fahrwerk	260
3.1.1	Batterie	193	4.2.2	Fahrwerksbaugruppen	260
3.1.2	Brennstoffzelle	194	4.2.2.1	Räder	260
3.1.3	Generator	194	4.2.2.2	Radaufhängungen	265
3.1.3.1	Gleichstromgenerator	194	4.2.2.3	Federung	267
3.1.3.2	Drehstromgenerator	195	4.2.2.4	Schwingungsdämpfer (Stoßdämpfer)	270
3.1.3.3	Störungen in der Stromerzeugungsanlage	198	4.2.2.5	Lenkung	271
3.2	Beleuchtungseinrichtung	200	4.2.3	Radstellgrößen	274
3.2.1	Scheinwerfer für Fern- und Abblendlicht	200	4.2.3.1	Achswinkel und ihre Auswirkungen auf das Fahrverhalten	274
3.2.2	Begrenzungs-, Spurhalte und Umrissleuchten	203	4.2.3.2	Nachlauf	274
3.2.3	Parkleuchten, Parkwarntafeln	204	4.2.3.3	Sturz	275
3.2.4	Zusätzliche Scheinwerfer und Leuchten (§ 52 StVZO)	204	4.2.3.4	Spreizung	275
3.2.5	Rückfahrcheinwerfer	205	4.2.3.5	Lenkrollradius	276
3.2.6	Schluss- und Bremsleuchten, Rückstrahler (§ 53 StVZO)	205	4.2.3.6	Spur	276
3.2.7	Nebelschlussleuchten	206	4.2.3.7	Spurdifferenzwinkel	277
3.2.8	Kennlichmachung von Anbaugeräten und Hubladebühnen (§ 53b StVZO)	206	4.3	Gegenüberstellung von Energieformen	278
3.2.9	Fahrtrichtungsanzeiger, Warnblinkanlage	207	4.4	Fahrzeuggestellen und Fahrzeugbremsen und Fahrzeugbremsanlagen	278
3.3	Elektrische und elektronische Schalter	208	4.4.1	Gesetzliche Vorschriften für Bremsanlagen nach StVZO § 41278	
3.3.1	Relais	208	4.4.2	Bremsarten	279
3.3.2	Diode	209	4.4.2.1	Trommelbremse	279
3.3.3	Transistor, Thyristor	211	4.4.2.2	Scheibenbremse	281
3.4	Elektrische Einrichtungen	213	4.4.3	Einteilung der Bremsanlagen	282
3.4.1	Elektrische Geräte	213	4.4.3.1	Unterscheidungsmerkmale für Bremsanlagen	282
3.4.2	Bezeichnung der Anschlussklemmen	213	4.4.3.2	Hilfskraft-Bremsanlagen	283
3.4.3	Schaltungsbeispiel einer elektrischen Anlage	216	4.4.3.3	Pneumatische Bremsanlage	284
3.5	Elektronische Einrichtungen	218	4.4.3.4	Hydraulische Bremsanlage	286
3.5.1	Anwendungsbeispiele elektronischer Steuerungen im Kraftfahrzeug	218	4.5	Schaltungsbeispiele hydraulischer und pneumatischer Einrichtungen	287
3.5.2	Elektronische Ansteuerung elektrischer, pneumatischer oder hydraulischer Einrichtungen	220	4.5.1	Antiblockiersystem (ABS)	287
3.5.3	Schaltungsbeispiele elektronischer Einrichtungen	224	4.5.2	Omnibus-Türbetätigungsanlage	288
3.6	Umgang mit elektrischen und elektronischen Einrichtungen am Kraftfahrzeug bei der Reparatur	226	4.5.3	Luftfederung eines Lkws	290
3.7	Prüfung von elektrischen und elektronischen Anlagen und Einrichtungen	228	4.5.4	Niveauregulierung, Niveaueinstellung und Adaptives Dämpfungssystem (ADS) eines Pkws	292
			4.4.4.1	Niveauregulierung	292
			4.5.4.2	Niveaueinstellung	294
			4.5.4.3	Adaptives Dämpfungssystem (ADS)	296

5	Fahrzeugrahmen, Karosserieteile, Aufbauten und Anbauteile herstellen	
5.1	Geschichte der Straßenfahrzeuge	301
5.1.1	Frühgeschichte der Landfahrzeuge und des Wagenbaus	301
5.1.2	Der Weg zu selbstfahrenden Wagen	303
5.1.3	Mit Nicolaus August Otto, Gottlieb Daimler, Wilhelm Maybach und Carl Benz wurde das Automobil Wirklichkeit	305
5.1.4	Automobilgeschichte – Zeittafel ausgewählter Ereignisse	307
5.2	Systematik der Straßenfahrzeuge nach DIN 70 010313	
5.2.1	Einteilung der Straßenfahrzeuge	313
5.2.2	Begriffe und Definitionen für Kraftfahrzeuge, Anhängerfahrzeuge und Fahrzeugkombinationen	313
5.3	Sicherheit im Straßenverkehr	319
5.3.1	Mensch – Fahrzeug – Umwelt	319
5.3.2	Fahrzeugsicherheit	320
5.3.2.1	Fahrzeugeigenschaften für den Unfallschutz	320
5.3.2.2	Aktive Fahrzeugsicherheit	320
5.3.2.3	Passive Fahrzeugsicherheit	322
5.3.2.4	Deformationsverhalten der Karosserie	325
5.3.2.5	Rückhaltesysteme	328
5.3.2.6	Gestaltung des Fahrzeug-Innenraums	336
5.4	Richtlinien für Entwurf, Fertigung, Umrüstung und Instandhaltung von Straßenfahrzeugen	338
5.4.1	Gesetzliche Vorschriften und Normen	338
5.4.2	Fahrzeugaabmessungen und Fahrzeugmassen	338
5.4.2.1	Fahrzeugaabmessungen und Benennungen	338
5.4.2.2	Fahrzeugmassen	344
5.4.2.3	Zulässige Achsmasse und zulässige	346
5.4.3	GesamtmasseBetriebslaubnis für Straßenfahrzeuge und Fahrzeugteile	347
5.5	Baugruppen der Kraftfahrzeuge	349
5.5.1	Systematik der Kraftfahrzeug-Baugruppen	349
5.5.2	Fahrzeugaufbau	350
5.5.2.1	Funktionen des Fahrzeugaufbaus	350
5.5.2.2	Karosserie	350
5.5.2.3	Nutzaufbau	359
5.5.3	Luftwiderstand bei Fahrzeugen	366
5.5.3.1	Ziele der Fahrzeugaerodynamik	366
5.5.3.2	Strömungsvorgänge am Fahrzeug	366
5.5.3.3	Möglichkeiten und Grenzen aerodynamischer Maßnahmen an Fahrzeugen	372
5.6	Fahrzeugbauweisen und Konstruktionsarten von Fahrzeugen	374
5.6.1	Fahrzeugbauweisen	374
5.6.1.1	Merkmale der Fahrzeugbauweisen	374
5.6.1.2	Fahrzeugbauweisen nach der Fertigungsart	374
5.6.1.3	Fahrzeugbauweisen nach dem Tragsystem	378
5.6.1.4	Fahrzeugbauweisen nach dem Werkstoff	381
5.6.2	Konstruktionsarten von Fahrzeugen unter Berücksichtigung der Eigenschaften der Fahrbahn	383
5.6.2.1	Einteilung der Straßenfahrzeuge nach den Eigenschaften der Fahrbahn	383
5.6.2.2	Straßenfahrzeuge, die überwiegend auf der Straße betrieben werden	384
5.6.2.3	Straßenfahrzeuge, die überwiegend im Gelände betrieben werden	384
5.6.2.4	Verbindung von Aufbau und Tragsystem	385
5.6.2.5	Lkw	387
5.7	Leichtbau von Fahrzeugen	388
5.7.1	Ziel des Fahrzeugleichtbaus	388
5.7.2	Stoffleichtbau	389
5.7.3	Formleichtbau	389
5.7.4	Stoffleichtbau plus Formleichtbau	391
5.7.5	Grenzen des Leichtbaus	391
6	Karosserien, Aufbauten und Systeme instand halten	
6.1	Analyse von Fahrzeug- und Karosserieschäden	393
6.1.1	Maßnahmen zur Instandsetzung	393
6.1.2	Schadensaufnahme	393
6.1.2.1	Allgemeines zur Schadensaufnahme	393
6.1.2.2	Sichtprüfung und Tastprüfung	394
6.1.2.3	Geräuschprüfung und Funktionsprüfung	395
6.1.3	Prüftechnik	395
6.1.3.1	Messen und Lehren	395
6.1.3.2	Mechanische Messsysteme	398
6.1.3.3	Optische Messsysteme	399
6.1.3.4	Elektronische Messverfahren	399
6.1.4	Schadensabgrenzung	400
6.1.5	Schadensbewertung	400
6.2	Richten	401
6.2.1	Anwendungsbereiche des Richtens	401
6.2.2	Mechanisches Richten	401
6.2.3	Thermisches Richten	403
6.2.4	Mechanisch-thermisches Richten	404
6.2.5	Allgemeines zur Rückverformungstechnik	406
6.2.6	Richtgeräte	407
6.2.6.1	Entwicklung der Richtgeräte	407
6.2.6.2	Richtbalken (Dozer)	407
6.2.6.3	Rahmenrichtsysteme	408
6.2.6.4	Richtbalken	409
6.2.6.5	Richtturmsystem	410
6.3	Demontage und Montage von Bauteilen und Baugruppen	410
6.3.1	Allgemeines zur Demontage- und Montagetechnik	410
6.3.2	Kennzeichnung und Ablage	411
6.3.3	Prüfung auf Wiederverwertbarkeit	412
6.3.4	Prüfung auf Passgenauigkeit	412
6.3.5	Justierung und Fixierung	412

6.4	Trennverfahren für Karosserie- und Fahrzeugteile	413	6.7.2	Werkslackierung	438
6.4.1	Mechanische Werkzeugmaschinen	413	6.7.3	Reparaturlackierung	442
6.4.1.1	Übersicht zu Trennverfahren	413	6.7.3.1	Festlegen des Reparaturumfanges	442
6.4.1.2	Gerade und geschlossene Schnittlinien	413	6.7.3.2	Lackbestimmung	443
6.4.1.3	Herstellen von beliebigen Formlinien	415	6.7.3.3	Lackaufbau	446
6.4.1.4	Trennschleifen von Flachzeugen und Profilen	416	6.7.3.4	Lackierwerkzeuge und Hilfsmittel	450
6.4.2	Thermisches Trennen	416	6.7.3.5	Lackierfehler	454
6.4.2.1	Brennschneiden	416	6.7.3.6	Schutzmaßnahmen bei der Reparaturlackierung	454
6.4.2.2	Plasmaschneiden	417	6.8	Fahrzeugverglasung und ihre Instandsetzung	457
6.5	Ausbeultechniken	418	6.8.1	Werkstoffe für Fahrzeugscheiben	457
6.5.1	Grundlagen der Ausbeultechnik	418	6.8.2	Allgemeine Merkmale von Fahrzeugscheiben	457
6.5.2	Ausbeultechnik für Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen	418	6.8.3	Einscheibensicherheitsglas (ESG)	457
6.5.2.1	Ausbeulverfahren und Beulfestigkeit von höherfesten Blechen	418	6.8.4	Verbundsicherheitsglas (VSG)	457
6.5.2.2	Karosserieteile aus höherfestem Flachzeug	419	6.8.5	Heizscheiben	458
6.5.2.3	Höchstfeste Flachzeuge	419	6.8.6	Sonderanfertigungen	458
6.5.3	Klassifikation von Blechbeschädigungen	419	6.8.7	Befestigungssysteme	458
6.5.3.1	Arten von Blechbeschädigungen	419	6.8.8	Scheibenreparatur	458
6.5.3.2	Kalt- und Warmrichten	420	6.8.8.1	Ursachen für Schäden an Scheiben von Fahrzeugen und Reparatur	458
6.5.4	Rückverformen ohne Lackbeschädigung	420	6.8.8.2	Austrennen von geklebten Scheiben	459
6.5.5	Ausbeulen bei einseitiger Zugänglichkeit	421	6.8.8.3	Einbau der Scheibe	461
6.5.6	Mechanisches Ausbeulen	422	6.9	Abschnittsreparaturen	462
6.5.7	Thermisches Ausbeulen	424	6.9.1	Grundlagen der Abschnittsreparatur	462
6.5.7.1	Grundlagen zum thermischen Ausbeulen	424	6.9.2	Trennlinienverlauf	462
6.5.7.2	Einziehen mit dem Autogenbrenner	425	6.9.3	Trennwerkzeuge	463
6.5.7.3	Einziehen mit kleiner weicher Flamme	425	6.9.3.1	Trennwerkzeuge für Karosseriebleche	463
6.5.8	Mechanisch-thermisches Ausbeulverfahren	425	6.9.3.2	Trennwerkzeuge zum Austrennen von Widerstands-Schweißnähten	464
6.5.9	Schichten	426	6.9.4	Fügen an Trennabschnitten	464
6.5.10	Ausbeulen mit ergonomisch geformten Werkzeugen	426	6.9.5	Ersatzteile für eine Abschnittsreparatur	464
6.5.11	Aufzinntechnik	426	6.9.5.1	Anzupassende Reparaturbleche	464
6.5.11.1	Vorteile des Verzinnens	426	6.9.5.2	Reparaturbleche	465
6.5.11.2	Arbeitsmittel zum Verzinnen	427	6.9.5.3	Gebrauchte Ersatzteile	465
6.5.11.3	Arbeitsablauf beim Verzinnen	427	6.9.6	Reparaturfreundlichkeit	465
6.6	Korrosion	428	6.10	Restaurierung	467
6.6.1	Entstehung und Arten der Korrosion	428	6.10.1	Originalität der Fahrzeuge	467
6.6.1.1	Chemische Korrosion	428	6.10.2	Roadster, Cabrio-Limousine und Großraumlimousinen	467
6.6.1.2	Elektrochemische Korrosion	428	6.10.3	Restaurierungswerkstätten	468
6.6.2	Korrosionsschutz	429	6.10.4	Fertigungstechniken und Ersatzteile	468
6.6.2.1	Korrosionsschützende Maßnahmen	429	6.10.4.1	Beschaffung von technischen Unterlagen	468
6.6.2.2	Oberflächenschutz von Aluminium	429	6.10.4.2	Vorgehensweise beim Restaurieren	470
6.6.2.3	Oberflächenschutz von Stählen	433	Bildquellenverzeichnis	471	
6.7	Fahrzeuglackierung	435	Sachwortverzeichnis	473	
6.7.1	Lacke	435			
6.7.1.1	Anforderungen an Lackierungen	435			
6.7.1.2	Zusammensetzung von Lacken	435			
6.7.1.3	Lackarten	436			