
Inhaltsverzeichnis Contents

Abkürzungen, Formelzeichen und Einheiten	List of Symbols and Units	XIII
A	Einleitung Introduction	1
1	Arten von Rennfahrzeugen Types of Race Cars	1
2	Vergleich Rennsport-Serie Comparison Racing vs. Mass Production	8
3	Entwicklungsablauf Development Process	11
	Literatur	14
B	Fahrzeugkonzept Vehicle Concept	15
1	Entwicklungsablauf Development Process	15
2	Auslegungsbereiche Layout Sections	16
3	Konzeptmerkmale Concept Characteristic	18
3.1	Aggregatlage und Antriebskonzept Engine Position and Drive Layout	19
3.2	Konzeptvergleich Concept Comparison	22
4	Konzeptionierung Gesamtfahrzeug Layout of Overall Vehicle	39
5	Allgemeine Konstruktionsprinzipien beim Entwerfen Principles of Embodiment	
	Design in General	43
6	Werkstoffe Materials	56
6.1	Übersicht gängiger Werkstoffe	56
6.2	Werkstoffvergleich Material Comparison	59
6.3	Werkstoffwahl Material Selection	60
7	Kosten Costs	62
	Literatur	64
C	Sicherheit Safety	67
1	Fahrzeugaufbau Vehicle Construction	67
2	Schalter Switches	71
3	Schutzeinrichtungen Protecting Device	72
4	Prüfungen Tests	84
	Literatur	88
D	Cockpit Cockpit	89
1	Konzept Layout	89
2	Fahrerposition Driver's Posture	92
3	Sitz Seat	96
4	Lenkrad Steering Wheel	99
4.1	Lage des Lenkrades Position of Steering Wheel	99
4.2	Lenkradabmessungen und Ausführungen Steering Wheel, Dimensions and Types	100
5	Fußhebelwerk und Pedale Bracketry and Pedals	103

6	Schaltung <i>Gear Linkage</i>	113
7	Armaturen Brett <i>Dashboard</i>	116
8	Rückhaltesysteme <i>Restraint Systems</i>	116
9	Beispiele <i>Examples</i>	122
	Literatur	124
E	Aerodynamik <i>Aerodynamics</i>	125
1	Einleitung <i>Introduction</i>	125
2	Luftwiderstand <i>Aerodynamic Drag</i>	128
3	Abtrieb <i>Downforce</i>	136
4	Flügelberechnung <i>Calculation of Wings</i>	163
5	Luftleitelemente <i>Deflector Devices</i>	167
6	Wärmeabfuhr und Entlüftung <i>Heat Removal and Ventilation</i>	170
7	Auslegung und Abstimmung <i>Dimensioning and Setup</i>	177
	Literatur	183
F	Außenhaut <i>Bodywork</i>	185
1	Begriffe <i>Terms</i>	185
2	Anforderungen <i>Requirements</i>	185
3	Gestaltung <i>Design</i>	187
4	Werkstoffe <i>Materials</i>	197
	Literatur	197
G	Reifen und Räder <i>Tyres and Wheels</i>	199
1	Begriffe <i>Terms</i>	200
2	Reifen <i>Tyres</i>	206
2.1	Anforderungen <i>Requirements</i>	206
2.2	Grundlagen <i>Basics</i>	207
2.3	Einfluss auf das Fahrverhalten <i>Influence on Driving Behaviour</i>	209
2.4	Wahl der Reifengröße <i>Choosing of Wheels</i>	234
2.5	Reifendaten <i>Specifications</i>	236
2.6	Reifenarten <i>Types of Tyres</i>	236
2.7	Ventil <i>Valve</i>	237
3	Räder <i>Wheels</i>	237
3.1	Anforderungen <i>Requirements</i>	237
3.2	Bezeichnungen von Rädern <i>Designation of Wheels</i>	239
3.3	Arten von Rädern <i>Types of Wheels</i>	241
3.4	Wahl der Radgröße <i>Choosing of Tyres</i>	244
4	Radbefestigung <i>Wheel Mounting</i>	245
	Literatur	252
H	Fahrwerk <i>Suspension</i>	255
1	Funktion <i>Function</i>	255
2	Begriffe und kinematische Größen <i>Terms</i>	259
2.1	Begriffe	259
2.2	Entwicklungsziele <i>Design Goals</i>	273
3	Teile der Radaufhängung <i>Parts of a Suspension</i>	286
3.1	Radaufnehmende Elemente <i>Wheel Carrying Elements</i>	286
3.2	Verbindungsglieder <i>Linkage</i>	287
3.3	Gelenke <i>Joints</i>	289

3.4	Radlager <i>Wheel Bearing</i>	292
3.5	Berechnung <i>Calculation</i>	306
4	Federung <i>Springs</i>	308
5	Dämpfer <i>Damper</i>	320
5.1	Schwingungen <i>Oscillations</i>	320
5.2	Schwingungsdämpfer <i>Dampers, Shock Absorbers</i>	325
6	Stabilisatoren <i>Stabilisers, Anti Roll Bars, AE: Sway Bars</i>	345
6.1	Berechnung <i>Calculation</i>	348
6.2	Gestaltung von Stabilisatoren <i>Design of Anti Roll Bars</i>	354
6.3	Beispiele von Stabilisatoren <i>Examples of Anti Roll Bars</i>	359
7	Bauformen von Achsen <i>Types of Suspensions</i>	361
7.1	Doppelquerlenkerachse <i>Double Wishbone Suspension</i>	363
7.2	Bauteile von Doppelquerlenkerachsen <i>Parts of Double Wishbone Axles</i>	371
7.3	McPherson-Achse <i>McPherson Axle</i>	406
7.4	Starrachse <i>Beam Axle</i>	408
8	Beispiele von Radaufhängungen von Rennfahrzeugen <i>Examples of Race Car Suspensions</i>	409
9	Daten <i>Data</i>	414
	Literatur	415
I	Bremsanlage <i>Braking System</i>	417
1	Allgemeines <i>General</i>	417
2	Anforderungen an Bremsanlagen <i>Brake System Requirements</i>	419
3	Physikalische Grundlagen <i>Physical Basics</i>	419
4	Bremsenbauarten und Anordnungen <i>Brake Constructions And Arrangements</i>	431
5	Kennwerte <i>Parameters</i>	433
6	Bauteile von Bremsanlagen <i>Parts of Braking Systems</i>	438
7	Bremseneinbau <i>Brake Installation</i>	461
8	Auslegungskriterien von Bremsanlagen <i>Dimensioning Criteria</i>	463
9	Normen <i>Standards</i>	463
	Literatur	464
J	Lenkung <i>Steering</i>	465
1	Anforderungen <i>Requirements</i>	465
2	Auslegung <i>Terms</i>	467
2.1	Lenkwinkel, Spurdifferenzwinkel <i>Steer Angle, Ackermann Angle</i>	467
2.2	Kenngößen der Lenkgeometrie <i>Parameters of Steering Geometry</i>	472
2.3	Lenkübersetzung <i>Steering Ratio</i>	478
2.4	Lenkunterstützung <i>Steering Assistance</i>	481
3	Lenkwelle <i>Steering Shaft</i>	482
4	Lenkgetriebe <i>Steering Gear</i>	489
5	Übertragungseinrichtung und Achslager <i>Transmitting Devices And Axle Bearing</i>	498
6	Lenkungsschwingungen <i>Shimmy (Vibrations of the Steering System)</i>	512
7	Allradlenkung <i>Four Wheel Steering</i>	513
	Literatur	514

K	Getriebeauslegung <i>Transmission Calculation</i>	515
1	Leistungsbedarf <i>Power Demand</i>	515
2	Getriebeplan und Zugkraftdiagramm <i>Tractive Effort-Speed Characteristics</i>	523
3	Antriebsstrang Übersicht <i>Drivetrain Overview</i>	531
4	Übersetzungen <i>Gear Ratios</i>	532
	Literatur	543
L	Rennmotoren <i>Competition Engines</i>	545
1	Grundlagen <i>Fundamentals</i>	545
2	Motorenwahl <i>Choice of Engine</i>	555
3	Verluste <i>Losses</i>	562
4	Baugruppen <i>Modules</i>	567
4.1	Zylinderkopf <i>Cylinder Head</i>	569
4.2	Ventiltrieb <i>Valve Train</i>	586
4.3	Kurbeltrieb <i>Cranktrain</i>	597
4.4	Kurbelgehäuse <i>Crankcase</i>	612
4.5	Ansauganlage <i>Induction System</i>	615
4.6	Abgasanlage <i>Exhaust System</i>	644
4.7	Schmierölversorgung <i>Lubrication System</i>	651
4.8	Kühlung <i>Cooling System</i>	657
5	Besonderheiten von Rennmotoren <i>Specialities</i>	663
6	Betriebsstoffe <i>Fuels, Coolants and Lubricants</i>	665
6.1	Kraftstoffe <i>Fuels</i>	665
6.2	Schmierstoffe <i>Lubricants</i>	667
6.3	Kühlflüssigkeit <i>Coolant</i>	667
7	Beispiele von Motoren <i>Examples of Engines</i>	668
	Literatur	674
M	Antriebsstrang <i>Drive Line</i>	677
1	Funktion <i>Function</i>	677
2	Kupplung <i>Clutch</i>	682
2.1	Kupplungsbauarten <i>Types of Clutches</i>	683
2.2	Auswahl der Kupplungsgröße <i>Choice of Clutch Size</i>	693
2.3	Kupplungsbetätigung <i>Clutch Actuation</i>	695
3	Getriebe <i>Gearbox</i>	699
3.1	Schaltgetriebe <i>Mechanical Gearbox</i>	702
3.2	Stufenlosgetriebe (CVT) <i>Continous Variable Transmission</i>	731
3.3	Achsgetriebe <i>Final Drive</i>	732
4	Differenzial <i>Differential</i>	735
4.1	Beeinflussbare Differenziale <i>Controlable Differentials</i>	739
5	Wellen <i>Shafts</i>	747
5.1	Antriebswellen <i>Prop(eller) Shafts AE: Drive Shafts</i>	748
5.2	Seitenwellen <i>Half Shaft, AE: Axle Shafts</i>	755
5.3	Wellengelenke <i>Universal Joints</i>	758
6	Allradantrieb <i>All Wheel Drive</i>	769
6.1	Grundlagen <i>Basics</i>	769
6.2	Renneinsatz <i>Racing</i>	772
6.3	Bauformen <i>Types</i>	773
7	Elektronische Fahrhilfen <i>Electronic Driver Aids</i>	775

8	Hybridantriebe <i>Hybrid Drives</i>	780
9	Elektroantriebe <i>e-Drive</i>	801
9.1	Grundlagen <i>Fundamentals</i>	801
9.2	Antriebskonfigurationen <i>Layouts of Drive Lines</i>	803
9.3	Motoren <i>Motors</i>	804
9.4	Energiespeicher <i>Energy Storage System</i>	819
9.5	Laden <i>Charging</i>	832
9.6	Leistungselektronik <i>Power Electronics</i>	833
9.7	Sicherheit <i>Safety</i>	836
10	Beispiele <i>Examples</i>	841
	Literatur	841
N	Kraftstoffsystem <i>Fuel System</i>	845
1	Anforderungen und Übersicht <i>Requirements and Overview</i>	845
2	Kraftstofftank <i>Fuel Tank</i>	847
2.1	Größe <i>Size</i>	847
2.2	Anordnung <i>Arrangement</i>	848
2.3	Bauformen <i>Designs</i>	849
3	Anschlüsse <i>Connections</i>	852
4	Kraftstoffpumpe <i>Fuel Pump</i>	856
	Literatur	858
O	Rahmen <i>Chassis</i>	859
1	Anforderungen <i>Requirements</i>	859
2	Bauarten <i>Types</i>	860
2.1	Gitterrohrrahmen <i>Tubular Spaceframe</i>	860
2.2	Kastenrahmen <i>Sheet Metal Monocoque</i>	877
2.3	Monocoques aus Faserverbundwerkstoffen <i>Composite Monocoque Chassis</i>	892
3	Festigkeit <i>Strength</i>	903
4	Anbauteile <i>Add-on Parts</i>	906
	Literatur	911
P	Elektrik <i>Electrical System</i>	913
1	Verkabelung Übersicht <i>Wiring Overview</i>	913
2	Batterie <i>Battery</i>	915
3	Generator <i>Alternator</i>	916
4	Leitungen und Verbindungen <i>Leads and Connectors</i>	917
5	Schalter <i>Switches</i>	921
6	Schaltplan <i>Circuit Diagram</i>	922
	Literatur	923
Q	Abstimmung und Entwicklung <i>Set-up and Development</i>	925
1	Einleitung <i>Introduction</i>	925
2	Einflussfaktoren <i>Influencing Factors</i>	926
2.1	Massenreduktion <i>Mass Reduction</i>	926
2.2	Getriebeabstufung <i>Gearing</i>	927
2.3	Fahrwerkabstimmung <i>Chassis Tuning</i>	927
2.4	Aerodynamik <i>Aerodynamics</i>	930
2.5	Motorabstimmung <i>Engine Tuning</i>	931
2.6	Grobabstimmung <i>Coarse Set-Up</i>	932

3	Abstimmung <i>Setup</i>	933
3.1	Geometrisches-Setup <i>Geometric Setup</i>	936
3.2	Basis-Setup <i>Basic Setup</i>	939
3.3	Strecken-Setup <i>Track Setup</i>	943
4	Entwicklung <i>Development</i>	951
4.1	Einwicklungsziele <i>Development Targets</i>	951
4.2	Besondere Entwicklungsziele	958
4.3	Entwicklungswerkzeuge <i>Development Tools</i>	963
	Literatur	1020
	Anhang – Glossar <i>Glossary</i>	1023
	Sachwortverzeichnis <i>Index</i>	1037