

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Autorenverzeichnis</b> . . . . .	<b>XV</b>
<b>Formelzeichen</b> . . . . .	<b>XVII</b>
<b>1 Einführung in die Nutzfahrzeugtechnik</b> . . . . .	<b>1</b>
1.1 Transportaufgabe . . . . .	1
1.2 Entwicklungsschritte des Nutzfahrzeugs . . . . .	3
1.2.1 Einfluss von Rahmenbedingungen . . . . .	5
1.2.2 Antrieb und Fahrleistung . . . . .	7
1.2.3 Elektronik gewinnt stetig an Bedeutung . . . . .	8
1.2.4 Ausblick . . . . .	9
1.3 Rechtliche Grundlagen, Vorschriften, Normen . . . . .	11
1.3.1 Rechtliche Grundlagen . . . . .	11
1.3.2 Nationale Normen, Vorschriften und Richtlinien . . . . .	13
1.3.3 Internationale Richtlinien . . . . .	15
1.3.4 Fahrzeugbenennungen . . . . .	19
1.3.5 Allgemeine Abmessungen . . . . .	19
1.4 Lastkraftwagenangebot . . . . .	21
1.4.1 Typenbezeichnung von Lastkraftwagenfahrgestellen . . . . .	21
1.4.2 Motoranordnungen . . . . .	23
1.4.3 Lastkraftwagenangebot nach Gewichtsklassen . . . . .	24
1.5 Entwicklungsschwerpunkte und künftige Konzepte . . . . .	29
Literaturverzeichnis . . . . .	35

<b>2</b>	<b>Fahrmechanik</b>	<b>37</b>
2.1	Kraftbedarf eines Nutzfahrzeugs	37
2.1.1	Beschleunigungswiderstand	40
2.1.2	Steigungswiderstand	44
2.1.3	Rollwiderstand – Reifen	46
2.1.4	Luftwiderstand – Aerodynamik des Nutzfahrzeuges	52
2.2	Leistungsbedarf	92
2.3	Fahrgrenzen	96
2.3.1	Achslasten	97
2.3.2	Freie Zugkraft	103
2.3.3	Bremsdynamik	105
2.3.4	Allradantrieb	109
	Literaturverzeichnis	117
<b>3</b>	<b>Konzeption von Nutzfahrzeugen</b>	<b>119</b>
3.1	Zulässige Abmessungen und Gewichte	119
3.1.1	Höchstzulässige Abmessungen	119
3.1.2	Höchstzulässige Achslasten	121
3.1.3	Höchstzulässige Gesamtgewichte	122
3.1.4	Anhänge- und Stützlasten	124
3.2	Fahrzeug- und Aufbaukonzept	125
3.2.1	Fahrzeugkonzept	126
3.2.2	Aufbaukonzept	135
3.2.3	Wechselaufbauten und Container	150
3.2.4	Gewichtskonzept	153
3.2.5	Maßkonzept	159
3.3	Achslasten, Aufbauhöhe und Nutzlastverteilung	168
3.3.1	Achslastberechnung	168
3.3.2	Aufbauhöhe und Nutzlastverteilung	172
3.4	Kurvenläufigkeit von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen	175
3.4.1	Schlepplenkung	176
3.4.2	Zwangslenkung	179
3.4.3	Verfahren zur Untersuchung der Kurvenläufigkeit	183
	Literaturverzeichnis	188

<b>4</b>	<b>Lastkraftwagen- und Anhängerfahrgestell</b>	<b>191</b>
4.1	Lastkraftwagenfahrgestell	191
4.1.1	Datenblatt und Fahrgestellzeichnung	191
4.1.2	Fahrgestellstruktur	195
4.1.3	Fahrgestellrahmen	196
4.1.4	Fahrwerk	200
4.1.5	Fahrerhaus	215
4.2	Anhängerfahrgestell	220
4.2.1	Fahrgestellrahmen	220
4.2.2	Fahrwerk	223
4.3	Reifen und Räder	259
4.3.1	Reifen	260
4.3.2	Räder	263
4.4	Bremsen	267
4.4.1	Bremsvorgang und Bremswirkung	267
4.4.2	Gesetzliche Rahmenbedingungen	269
4.4.3	Radbremsen	271
4.4.4	Zweileitungs-Zweikreis-Druckluft-Bremsanlage	277
4.4.5	Dauerbremsen	279
4.5	Verbindungseinrichtungen	283
4.5.1	D-Wert-Berechnung	284
4.5.2	Zuggabeln	285
4.5.3	Starre Zugeinrichtungen	287
4.5.4	Kurzkuppelsysteme	290
4.5.5	Anhängerkupplungen	292
4.5.6	Sattelkupplungen	293
4.6	Aktive und passive Sicherheit	297
	Literaturverzeichnis	300
<b>5</b>	<b>Nutzfahrzeugtragwerke und deren Aufbauten</b>	<b>303</b>
5.1	Werkstoffe und Halbzeuge	303
5.1.1	Eisenwerkstoffe	303
5.1.2	Aluminium-Knetlegierungen	309
5.1.3	Holz	312

5.1.4	Kunststoffe . . . . .	314
5.1.5	Sandwichwerkstoffe . . . . .	316
5.2	Gestaltung der Tragwerke . . . . .	318
5.2.1	Tragsystem Fahrgestellrahmen . . . . .	318
5.2.2	Gestaltung von Lkw-Fahrgestellrahmen . . . . .	322
5.2.3	Gestaltung von Anhänger-Fahrgestellrahmen . . . . .	325
5.3	Bemessung der Tragwerke . . . . .	326
5.3.1	Belastungsfälle . . . . .	327
5.3.2	Schnittgrößen . . . . .	329
5.3.3	Q- und M-Linien am Balkenmodell . . . . .	329
5.3.4	Fachwerke . . . . .	334
5.3.5	Festigkeitsnachweis . . . . .	336
5.3.6	Elastische Biegeverformungen in Nutzfahrzeugtragwerken . . . . .	342
5.4	Aufbauten . . . . .	344
5.4.1	Aufbaurichtlinien und Aufbaugenehmigung . . . . .	344
5.4.2	Hilfsrahmen und Aufbaubefestigung . . . . .	346
5.4.3	Aufbauten ohne Hilfsrahmen . . . . .	350
5.4.4	Hilfsrahmengestaltung . . . . .	352
5.4.5	Böden von Pritschen- und Kofferaufbauten . . . . .	355
5.4.6	Kofferaufbauten . . . . .	361
5.5	Ladungssicherung . . . . .	364
5.6	Korrosionsschutz . . . . .	369
	Literaturverzeichnis . . . . .	372
<b>6</b>	<b>Antrieb . . . . .</b>	<b>375</b>
6.1	Lastenheftanforderungen für Nutzfahrzeugmotoren . . . . .	376
6.1.1	Grundsatzüberlegungen . . . . .	377
6.1.2	Auslegungskriterien . . . . .	377
6.2	Thermodynamische Grundlagen des dieselmotorischen Arbeitsprozesses . . . . .	380
6.2.1	Dieselmotor-Kreisprozess . . . . .	381
6.2.2	Realprozess . . . . .	383
6.3	Einspritzung, Gemischbildung und Verbrennung . . . . .	384
6.3.1	Einspritzsysteme für Nutzfahrzeugmotoren . . . . .	384
6.3.2	Gemischbildungsverfahren . . . . .	398
6.3.3	Verbrennung im Dieselmotor . . . . .	403

6.4	Abgasschadstoffe . . . . .	406
6.4.1	NO <sub>x</sub> , Partikel-, CO- und HC-Emissionen im Dieselmotor . . . . .	406
6.4.2	Vorschriften zur Emissionsbegrenzung von Nutzfahrzeugmotoren . . . . .	412
6.5	Abgasreinigung beim Nutzfahrzeug-Dieselmotor . . . . .	422
6.5.1	Interne, motorische Maßnahmen . . . . .	422
6.5.2	Abgasnachbehandlungssysteme für Nutzfahrzeugmotoren . . . . .	426
6.5.3	Zukünftige Brennverfahren für Nutzfahrzeugmotoren . . . . .	439
6.6	Aufladung . . . . .	440
6.6.1	Aufladeverfahren . . . . .	440
6.6.2	Abgasturbolader (ATL) . . . . .	441
6.6.3	Ladeluftkühlung . . . . .	443
6.6.4	Variationen der Abgasturbolader-Anpassung an den Motor . . . . .	445
6.6.5	Zukünftige Entwicklungen . . . . .	449
6.7	Motorkonstruktion . . . . .	449
6.7.1	Zylinderkurbelgehäuse . . . . .	449
6.7.2	Zylinderkopf und Zylinderkopf-Dichtung . . . . .	454
6.7.3	Kurbeltrieb . . . . .	457
6.7.4	Steuerung und Ventiltrieb . . . . .	463
6.7.5	Anordnung der Hilfsaggregate und deren Antrieb . . . . .	467
6.8	Öl- und Kühlkreislauf . . . . .	468
6.8.1	Ölkreislauf . . . . .	468
6.8.2	Kühlarten . . . . .	473
6.9	Luftversorgung, Ladeluft- und Abgasführung . . . . .	476
6.9.1	Ladeluftkühler . . . . .	478
6.9.2	Motorbremseinrichtungen . . . . .	478
6.9.3	Ladedruckregelung . . . . .	481
6.10	Kraft- und Schmierstoffe . . . . .	483
6.10.1	Anforderungen an den Kraftstoff . . . . .	483
6.10.2	Anforderungen an Motoröle . . . . .	489
6.11	Kurbelwellendichtringe für Nutzfahrzeug- und Industriedieselmotoren . . . . .	492
6.11.1	Betriebsweise des Dieselmotors . . . . .	492
6.11.2	Dynamik der Kurbelwellen in Dieselmotoren . . . . .	493
6.11.3	Anforderungsprofil für Kurbelwellendichtungen . . . . .	494
6.11.4	Dichtungsbauformen . . . . .	494

6.11.5 Ausfallursachen . . . . .	498
6.11.6 Zusammenfassung und Ausblick . . . . .	500
6.12 Alternative Antriebe im Nutzfahrzeugbereich . . . . .	501
6.12.1 Antriebsvarianten . . . . .	503
6.12.2 Einsparpotentiale durch Hybridisierung . . . . .	505
6.12.3 Gesetzgebung und Rahmenbedingungen On-Road . . . . .	508
Literaturverzeichnis . . . . .	509
<b>7 Getriebe . . . . .</b>	<b>515</b>
7.1 Leistungsangebot . . . . .	515
7.2 Zusammenwirken von Motor und Komponenten des Antriebsstranges . . . . .	518
7.2.1 Aufbau des Antriebsstranges . . . . .	518
7.2.2 Drehzahlwandler . . . . .	519
7.2.3 Drehmomentwandler . . . . .	520
7.3 Hydrodynamische Kupplungen und Wandler . . . . .	525
7.3.1 Hydrodynamische Kupplung . . . . .	526
7.3.2 Hydromechanische Wandler . . . . .	527
7.4 Kupplungen . . . . .	530
7.4.1 Reibungskupplungen . . . . .	530
7.5 Konstruktive Getriebegrundkonzepte . . . . .	533
7.5.1 Bauform, Bauarten, Aufbau von Getrieben . . . . .	533
7.5.2 Endantrieb . . . . .	542
7.6 Ausgeführte Beispiele . . . . .	544
7.6.1 Handschaltgetriebe . . . . .	547
7.6.2 Automatisierte Getriebe . . . . .	549
7.6.3 Wandler-Schaltgetriebe . . . . .	550
7.6.4 Automatgetriebe . . . . .	551
7.6.5 Nebenabtriebe . . . . .	552
Literaturverzeichnis . . . . .	555
<b>8 Elektrik und Elektronik . . . . .</b>	<b>557</b>
8.1 Vorwort . . . . .	557
8.2 Einführung . . . . .	558
8.2.1 Begriffsdefinition . . . . .	558
8.2.2 Grundsätzliches . . . . .	559

8.2.3	Abgrenzung System – Fahrzeug . . . . .	565
8.3	Funktionen . . . . .	565
8.3.1	Basisfunktionen . . . . .	566
8.3.2	Standardfunktionen . . . . .	575
8.3.3	Schnittstellenfunktionen . . . . .	580
8.4	Systeme . . . . .	582
8.4.1	Antriebsstrangsysteme . . . . .	582
8.4.2	Brems- und Fahrwerksysteme . . . . .	588
8.4.3	Bedien- und Anzeigesysteme . . . . .	593
8.4.4	Assistenzsysteme . . . . .	595
8.5	Übergreifende Aspekte . . . . .	598
8.5.1	Systemarchitektur . . . . .	598
8.5.2	Energiebereitstellung und -verteilung . . . . .	600
8.5.3	Informationsübertragung/Netzwerke . . . . .	605
8.5.4	Diagnose . . . . .	606
8.5.5	Wartung . . . . .	608
8.5.6	Elektromagnetische Verträglichkeit . . . . .	608
8.6	Ausblick . . . . .	609
	Literaturverzeichnis . . . . .	610
	<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>611</b>