

---

## Anhang – Glossar *Glossary*

**1D-Simulation** *1D simulation*: Eindimensionale Ladungswechselberechnung zur Voroptimierung von Leitungslängen, Behältervolumina und Ventilsteuerzeiten eines Verbrennungsmotors. Basierend auf eindimensionaler instationärer, kompressibler Fadenströmung (akustische Theorie) wird der Motor als System von Rohren und Behältern nachgebildet und Wellenlaufzeiten ermittelt. Über die sich einstellende Zylinderfüllung kann der Drehmomentverlauf über der Drehzahl ermittelt werden. Mit diesem Verfahren können Nockenprofile, Ventilsteuerzeiten, Saugrohrängen, Verteilervolumina, Kanalgeometrien, Auspuffrohrängen und Schalldämpferausführungen ohne vorhandenen Prüfstandsmotor voroptimiert werden. Bekannte Software-Tools gibt es u. a. von AVL, Gamma Technologies, LMS, Lotus oder Ricardo.

**ABS** *ABS: Anti-Blockier-System (antilock braking system)*. Ein Regelsystem im Hydraulikkreis von Bremsanlagen reduziert den vom Fahrer über das Bremspedal aufgebrauchten Druck in der Bremsleitung, sobald ein Rad zu Blockieren droht. Dazu sind unter anderem Sensoren erforderlich, die die Raddrehzahlen erfassen und mit einem aus der Verzögerung errechneten Sollwert vergleichen. Die Hauptfunktion eines ABS ist die Aufrechterhaltung der Lenkbarkeit eines Fahrzeugs. Blockierende Räder können keine brauchbaren Seitenkräfte aufbauen, was vor allem an der Hinterachse zum Stabilitätsverlust führen kann.

Treten links und rechts unterschiedliche Reibwerte auf ( $\mu$ -split), so muss der Fahrer beim Bremsen gegenlenken. Ein ABS kann den Fahrer hierbei unterstützen, indem am Vorderrad mit mehr Grip die Bremskraft langsamer aufgebaut wird (Giermomentenbeeinflussung). Das auf das Fahrzeug wirkende Giermoment baut sich so ebenfalls langsamer auf und es bleibt mehr Zeit zum Gegenlenken. Der Bremsweg wird dadurch unvermeidbar länger. Zusätzlich wird an der Hinterachse nach dem Rad auf der Niedrigreibwertseite geregelt (select low) [2].

Eine Erweiterung des ABS-Regelsystems ist das ABSplus oder CBC (Cornering Brake Control). Hierbei erkennt das System die Fahrsituation – insbesondere Kurvenfahrt – durch die Raddrehzahlen und regelt dementsprechend die Bremskräfte an den einzelnen Rädern um das Fahrzeug in der Spur zu halten.

**ACO (Automobile Club de L'Ouest)**: Automobilclub, der das 24-Stundenrennen von Le Mans seit 1923 veranstaltet und das Reglement für die startberechtigten Fahrzeuge

herausgibt. Außerdem legt er die Regularien für die ehemalige Europäische (ELMS) und die Amerikanische Le Mans Serie (ALMS) fest.

**ALMS:** Abkürzung für American Le Mans Series. In dieser amerikanischen Rennserie gilt dasselbe Reglement wie beim berühmten 24-Stunden-Rennen von Le Mans. Die Rennen sind jedoch kürzer und gehen über 2:45 bis 12 Stunden.

**Aktuiertes Getriebe** *shift by wire*: Manuell betätigte Schaltgetriebe weisen eine mechanische Verbindung (Gestänge, Seile) zwischen dem Schalthebel und der eigentlichen Betätigungseinrichtung am Getriebegehäuse auf. Wird der eigentliche Schaltvorgang über Aktuatoren (Pneumatik- bzw. Hydraulikzylinder, E-Motoren, ...) durchgeführt, kann das Schalten vom Fahrer auf Knopfdruck oder vom Bordrechner (automatisiertes Getriebe) eingeleitet werden.

**anisotrop** *anisotropic*: Richtungsabhängigkeit von bestimmten Werkstoffeigenschaften, wie z. B. E-Modul, Festigkeit. Das gegenteilige Verhalten heißt isotrop.

**Beanspruchung** *stress*: Eine äußere Belastung (Kraft, Moment, Drehmoment) ruft im Werkstoffgefüge eines Bauteils einen Spannungszustand hervor. Dieser Spannungszustand ist die Beanspruchung. Sie wird durch (technische) Spannungen (Zugspannung, Drucksp., Schubsp., ...) erfasst.

**Beschleunigung** *a acceleration*: Ist die Rate der Geschwindigkeitsänderung über der Zeit. Sie kann rein physikalisch gesehen positiv oder negativ sein, d. h. die Geschwindigkeit nimmt zu oder ab. Bei Fahrzeugen spricht man im Allgemeinen allerdings von Beschleunigung und Verzögerung.

**Bodenabstand** *ride height*: Ist der Abstand eines beliebigen fahrzeugfesten Punkts von der Fahrbahn. Beim Set-up wird von einem bestimmten Bodenabstand als Referenzwert ausgegangen und der Wagen höher oder tiefer gestellt. Der Bodenabstand ist also nur eine messtechnische Vereinfachung zur Ermittlung der Bodenfreiheit.

**Bodenfreiheit** *ground clearance*: Abstand zwischen Fahrzeug-Unterboden und Fahrbahn. Zu unterscheiden davon ist der Bodenabstand.

**Bruchdehnung** *A elongation at rupture*: Relative Verlängerung eines Probestabs, bei der der Bruch auftritt. Die B. ist somit ein Maß für die Zähigkeit eines Werkstoffes. Je höher die B., desto günstiger ist das Bruchverhalten eines Werkstoffes, weil sich das Versagen langsam ankündigt.

**CAD** *CAD*: Abkürzung für Computer Aided Design (Rechnergestütztes Konstruieren). Bauteile und deren Zusammenstellungen werden mithilfe geeigneter Software dreidimensional entworfen. Freigänge und Bewegungsräume können so einfacher kontrolliert werden als am Zeichenbrett, ebenso können numerische Simulationen (Festigkeits-, Strömungsuntersuchungen, ...) durchgeführt werden. Die Daten können teilweise direkt zur Fertigung von realen Bauteilen herangezogen werden. *Siehe auch*: Rapid Prototyping.

**CAN** *CAN*: Abkürzung für Controller Area Network. Ein zweiadriger Kabelstrang, der anstelle von vielen Leitungen zur Übertragung von Signalen in Fahrzeugen benutzt wird. Es handelt sich dabei um ein serielles Bus-System, in dem Botschaften von sämtlichen Teilnehmern (ABS-Steuergerät, Motorsteuergerät, Sensoren, Aktuatoren, ...)

hintereinander gesendet oder empfangen werden können. Der CAN-Controller steuert diesen Ablauf und gibt die Prioritäten vor, falls mehrere Signale gleichzeitig gesendet werden sollen. Der Kabelstrang in einem Fahrzeug mit CAN ist wesentlich kürzer als bei einem konventionellen System und die Anzahl der Steckverbindungen wird halbiert.

**CART:** Abkürzung für **Championship Auto Racing Teams**. Amerikanische Formel-Serie, die in Ovalstadien und auf Straßenkursen ausgetragen wurde. Die 2,6-l-V8-Motoren wurden mit Methanol betrieben und beschleunigten die Einsitzer auf 400 km/h. 2003 Insolvenz. Danach Neustart als ChampCar. ChampCar ist mittlerweile (Anfang 2008) aus finanziellen Gründen zunächst mit IRL zu einer Formelserie zusammengegangen und kurz darauf offiziell insolvent geworden.

**CFD** *computational fluid dynamics* (Numerische Strömungsmechanik): Ähnlich wie bei der Finite-Elemente-Methode (FEM) wird die zu untersuchende Geometrie in kleine Bereiche („Gitter“) zerlegt, für die die Gleichungen zur Beschreibung der Strömung numerisch gelöst werden. Je nach eingesetzter Gleichung (Potentialgleichung, Euler-Gleichung oder Navier-Stokes-Gleichung) und Rechnerleistung können sogar hydrodynamische Grenzschichten, Turbulenzen und Strömungsablösungen ermittelt werden.

**CFK** *CFRP*: Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff *carbon-fibre-reinforced-plastic*. Ein Verbundwerkstoff, bei dem Gewebe aus Kohlefaser mit reaktionsfähigen Harzen imprägniert werden und in mehreren übereinander liegenden Schichten zu Formteilen oder mit innen liegenden Wabenkernen zu Sandwichkonstruktionen verarbeitet werden. Die gezielte Anordnung der gerichteten Fasern ermöglicht das mechanische Bauteilverhalten in gewünschter Weise zu beeinflussen.

**Chassis** *chassis*: Dieser Begriff wird weitläufig von Fahrgestell bis Karosserie verwendet. Wahrscheinlich nicht zuletzt deshalb, weil nicht in jedem Fall eine eindeutige Trennung in unterschiedliche Baugruppen vorgenommen werden kann. In diesem Buch soll darunter die eigentliche, tragende Struktur eines Fahrzeugs verstanden werden, an die Radaufhängungs-, Antriebs- und Außenhautteile angebracht werden. Ein anderer Begriff für C. ist demnach Rahmen. Bei den meisten Pkw ist die Karosserie selbsttragend ausgeführt und somit sind Außenhaut, Rahmen und Bodenplatte zu einer baulichen Einheit zusammengefasst. Eine eindeutige Zuordnung der Begriffe zu jeweils einem Bauteil ist also in dem Fall nicht möglich.

**Differenzialbauweise** *differential construction*: Konstruktionsprinzip, bei dem ein Funktionsträger (Bauteil) in mehrere Teile zerlegt wird. Jedes Teilstück kann dann für seine Teilfunktion optimiert werden, z. B. mehrteilige Räder. Das Gegenteil stellt die Integralbauweise dar.

**Druckwinkel** *pressure angle*: Unter diesem Winkel wird bei einem Wälzlager die Kraft von Außenring und Innenring übertragen. Die größte Tragfähigkeit für ein Lager ergibt sich, wenn der Druckwinkel mit dem Winkel der äußeren Lagerkraft zusammenfällt.

**DTM:** Abkürzung für Deutsche Tourenwagen Masters. Tourenwagenserie, deren Fahrzeuge auf Serien-Pkw mit mindesten vier Sitzplätzen basieren müssen. Die Motoren

müssen Viertakt-Ottomotoren mit acht Zylindern in V-Anordnung mit 90° sein. Der Hubraum ist auf 4 l limitiert.

**Dynamischer Reifenradius** *dynamic rolling radius*: Beim stehenden Rad ist der Abstand Radmitte zu Aufstandsfläche kleiner als beim rollenden Rad (statischer Reifenradius). Abhängig von der Reifenbauart und der Raddrehzahl nimmt der Abstand mit zunehmender Geschwindigkeit zu. Der dyn. R. als Messwert wird aus dem gemessenen Abrollumfang eines Reifens bei 60 km/h errechnet.

**Eigenfrequenz** *natural frequency*: Ein schwingungsfähiges Gebilde führt nach einem einmaligen Anstoß sich selbst überlassen eine Schwingung (= eine periodische Bewegung um die Ruhelage) aus. Die dabei auftretende Frequenz ist die Eigenfrequenz. Wird ein solches Gebilde mit einer Frequenz gleich oder nahezu gleich der Eigenfrequenz angeregt, so werden die Schwingausschläge maximal (Resonanz).

**Eigenlenkverhalten** *self-steering properties*: (siehe auch Fahrverhalten.) Im Grenzbereich der fahrbaren Querbeschleunigung dreht sich das Fahrzeug um seine Hochachse anders als es dem Lenkeinschlag beim reinen Rollen des Reifens entspricht. Die Seitenkräfte wachsen an der Vorder- und Hinterachse (genauer an jedem einzelnen Rad) unterschiedlich stark an. Am gummibereiften Rad werden Seitenkräfte aber nur übertragen, wenn es schräg zu seiner Ebene abrollt (Schräglauf). Wachsen nun an einem Fahrzeug die Schräglaufwinkel an der Vorderachse schneller als an der Hinterachse an, „schiebt“ der Wagen über die Vorderräder aus der Kurve. Der Fahrer muss stärker einschlagen als er es beim reinen Rollen müsste (untersteuerndes E.). Das umgekehrte Verhalten nennt man Übersteuern. Das Verhalten eines Fahrzeugs mit (annähernd) gleichmäßig anwachsenden Schräglaufwinkeln an allen Rädern wird als neutral bezeichnet. Ein bestimmtes Fahrzeug muss aber nicht über den gesamten fahrbaren Grenzbereich das gleiche Eigenlenkverhalten aufweisen. Es gibt neben Fahrzeugen, die konstantes Verhalten zeigen, auch solche, die bei kleinen Querbeschleunigungen untersteuern, bei höheren Querbeschleunigungen jedoch zum übersteuernden Fahrverhalten wechseln und umgekehrt. Darüber hinaus kommt noch der vor allem bei hohen Motorleistungen nicht unerhebliche Einfluss von Umfangskräften an den Antriebsrädern. So wird ein hinterradgetriebenes Fahrzeug, das sich rollend neutral verhält, beim starken Beschleunigen übersteuern, weil die Antriebskräfte die Reifen seitenweicher werden lassen.

**Elastizitätsmodul, kurz E-Modul** *Young's Modulus*: Werkstoffkonstante, die durch Dehnversuche an Probestäben ermittelt wird. Bei vielen Werkstoffen bleibt das Verhältnis zwischen der Spannung (Beanspruchung) und der erzielten Dehnung (Verlängerung) gleich. Dieses Verhältnis ist der E-Modul. Man kann den E-Modul auch als (natürlich nur theoretische) Spannung sehen, bei der die Dehnung eines Stabs 100 % beträgt, der Stab also das Doppelte seiner ursprünglichen Länge erreicht hat.

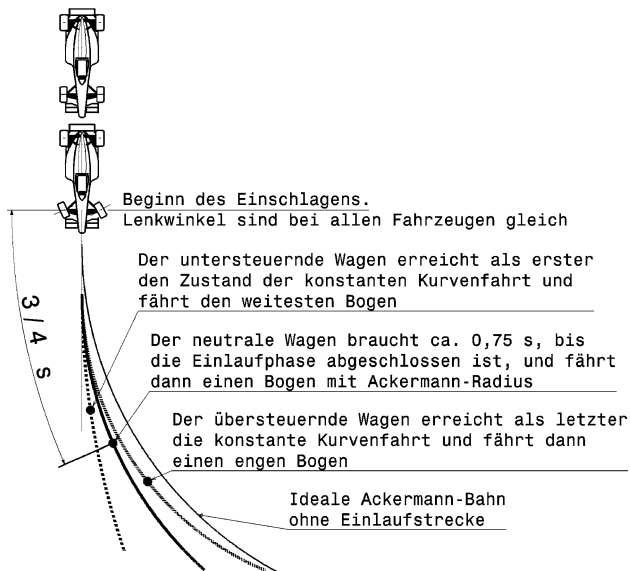
**Entwurf** *embodiment design*: Phase der Konstruktionstätigkeit, in der die Lösungsvorschläge im wahrsten Sinn des Wortes Gestalt annehmen. Das Suchen der Lösungen vor dem Entwurf ist die Konzeptphase.

**ESP ESP:** Elektronisches Stabilisierungs-Programm (*electronic stability programme*).

Regelsystem, das die Fahrstabilität beeinflusst. Sensoren erfassen den Fahrzustand des Fahrzeugs, insbesondere die Gierbewegung und die Lenkreaktion des Fahrers. Weicht der Zustand des Wagens vom errechneten Sollzustand ab, greift das System über radindividuelle Bremsungen oder Beeinflussung des Motormanagements ein. Ein ESP wirkt beispielsweise stabilisierend bei Panik-Ausweichmanövern, zu schnell gefahrene Kurven oder Reifenplatzen.

**Fahrbarkeit drivability:** Für den menschlichen Fahrer ist ein lineares, vorhersehbares Antwortverhalten eines Systems auf seine Eingaben am besten geeignet. So auch beim Fahrpedal: Eine gute F. bedeutet, dass der Motor beim Gasgeben, so viel Moment abgibt, wie es der Fahrer auf Grund seiner Fußbewegung erwartet. Besonderes Augenmerk liegt auf dem Losbrechverhalten (*tip-in*), also das Öffnen der geschlossenen Drosselklappe. Hierbei soll der Motor sanft sein Drehmoment erhöhen und nicht das Fahrzeug sprunghaft nach vorne bewegen. Eine gute F. unterstützt den Fahrer besonders bei übermotorisierten, traktionsbegrenzten Fahrzeugen bei Beschleunigungsmanövern.

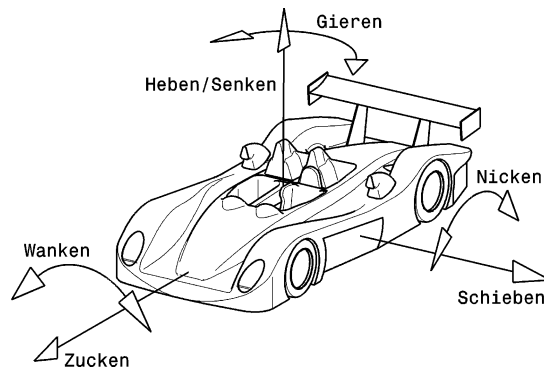
**Fahrverhalten operating behaviour:** Im Bild (nach [3]) sind die Bahnen dreier Fahrzeuge dargestellt, die mit konstantem Lenkeinschlag eine Kurve fahren. Der einzige Unterschied der Fahrzeuge liegt in der Schwerpunktlage. Beim untersteuernden Wagen ist der Schwerpunkt weiter vorne, beim übersteuernden weiter hinten im Vergleich zum neutralen Fahrzeug. Alle Fahrzeuge benötigen eine Einlaufstrecke, in der zunächst Schräglaufwinkel der Vorderräder, gefolgt von einem Schräglauf der Hinterräder aufgebaut werden. Das Fahrzeug beginnt zu gieren und weicht von der ursprünglichen Geraden ab. Erst dann kommt die Phase des konstanten Kurvenfahrens. Beim neutralen Fahrzeug sind dabei die Schräglaufwinkel beider Achsen gleich.



**Fahrzeugbewegungen** *vehicle motion*: Ein Fahrzeug hat – wie jeder starre Körper – im Raum sechs Freiheitsgrade. Die möglichen Einzelbewegungen (Verschiebungen und Drehungen) um die drei Hauptachsen werden wie folgt bezeichnet:

- Verschiebungen (Translationen): Entlang der Längsachse: Zucken *to jerk*.
- Entlang der Querachse: Schieben *to drift*.
- Entlang der Hochachse: Heben bzw. Senken *to heave*.
- Drehungen (Rotationen): Um die Längsachse: Wanken (Rollen, Neigen) *to roll*.
- Um die Querachse: Nicken *to pitch*.
- Um die Hochachse: Gieren *to yaw*.

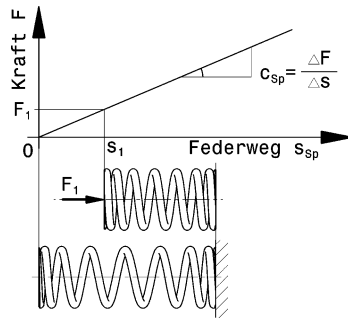
Fährt ein Fahrzeug auf einer Fahrbahn, so sind die Bewegungen eine Kombination der möglichen Einzelbewegungen und entstehen aus den vorgegebenen Bewegungen Fahrbahn und dem Fahrereinfluss durch Lenken.



**Fahrzeugkoordinatensystem** *axis system*: siehe Koordinatensystem

**Fahrzeugniveau** *ride height*: siehe Bodenabstand

**Federrate** *spring rate*: Angabe der Federsteifigkeit. Trägt man das Verhalten einer Feder in einem Kraft/Weg Diagramm ein, so erhält man die Federkennlinie. Die Steigung der Kennlinie ist die Federrate  $c_{sp}$ . Die F. muss nicht konstant sein, sondern sie kann sich beim Einfedern verändern. Wird die Feder beim Einfedern steifer (die Linie steiler), spricht man von progressivem Verhalten. Das gegenteilige Verhalten heißt degressiv. Die Kennlinie flacht ab und die Feder wird beim Belasten zunehmend weicher.



**FIA:** Federation Internationale de l'Automobile. Automobilweltverband mit Sitz in Paris. Gibt das internationale Sportgesetz heraus und ist somit auch oberste Motorsportbehörde.

**Finite-Elemente-Methode (FEM) *finite element method*:** Spannungsberechnung von Bauteilen mit numerischen Methoden durch einen Computer. Dabei wird das Bauteil in (tausende!) endliche (= finite) Elemente zerlegt und jedes Element nach den Gesetzen der Mechanik berechnet. Diese Näherungsverfahren erlauben auch die Spannungsberechnung von Teilen komplexer Geometrie und Belastung, die mit Formeln nicht zu berechnen sind.

**Flächenträgheitsmoment *I planar moment of inertia*:** Mathematische Größe, die aus der Geometrie eines Querschnitts folgt. Das F. wird bei der Festigkeitsberechnung bei Biegebeanspruchung von Bauteilen benötigt.

**Freiheitsgrad *degree of freedom (DOF)*:** Ein F. ist eine definierte Lageänderung eines starren Körpers nach einer eindeutigen und reproduzierbaren Funktion. Ein Körper hat im Raum sechs F. (drei Translationen und drei Rotationen). Die Maschinenelemente, die solche F. ermöglichen, heißen Gelenke. Ein Gelenklager bietet als Kugelgelenk drei (rotatorische) F. Sämtliche Verschiebungen (die möglichen drei Translationen) sind gesperrt. Die Kolbenstange eines Dämpferbeins ist ein Drehschubgelenk. Es weist zwei F. auf: Eine Translation (Ein-/Ausfedern) und eine Rotation (Drehung um die Kolbenstangenachse).

**Fülldruck *inflation pressure*:** Ist bei einem Reifen die Druckdifferenz gegenüber dem Umgebungsdruck. Der F. wird gewöhnlich am kalten Reifen gemessen. Herrscht z. B. ein Luftdruck von 1 bar<sup>1</sup> vor und im Reifen liegt ein absoluter Druck von 2,5 bar an, so beträgt der Fülldruck 1,5 bar. Man spricht auch von einem so genannten Überdruck.

<sup>1</sup> 1 bar = 100 kPa. Die gültige SI-Einheit für den Druck ist zwar Pascal (Pa), im Buch wird jedoch die in der Praxis „handlichere“ Einheit bar verwendet.

**Gemischbildung** *mixture formation*: Die Aufgabe der Gemischbildung eines Motors ist es bei allen Betriebsbedingungen, ein zünd- und brennfähiges Luft-Kraftstoff-Gemisch herzustellen. Zufriedenstellend verbrennen diese Gemische nur in einem engen Mischungsbereich. Wird der Luftanteil größer (mageres Gemisch), sinkt der Kraftstoffverbrauch bis Verbrennungsaussetzer zunehmen und die Laufgrenze erreicht ist. Nimmt der Kraftstoffanteil zu (fettes Gemisch), steigt die Motorleistung, bis der Kraftstoff wegen Sauerstoffmangel nicht mehr vollständig verbrannt werden kann.

**GFK** *glas-fibre-reinforced plastics* (GFRP): Glasfaserverstärkter Kunststoff. Kunststoffe, die zur Erhöhung der Festigkeit mit Glasfasern in Form von Matten, Geweben und Strängen aus parallelen Fäden verstärkt sind. Eingesetzt werden GFK-Teile als Außenhautteile, Flügel, Formteile.

**Gieren** *yawing*: siehe Fahrzeugbewegungen

**Glasübergangstemperatur** *glass transition temperature*: Bei Kunststoffen tritt eine charakteristische Verhaltensänderung bei Erreichen einer bestimmten Temperatur ein. Unterhalb dieser so genannten G. kommen die Schwingbewegungen der Makromoleküle zum Stillstand und die Stoffe verspröden. Bei weiterer Abkühlung erreichen sie einen glasig-harten Zustand. Bei Reifen gilt: Je größer die Differenz zwischen der G. der Gummimischung und der Betriebstemperatur, desto weicher wird der Gummi und desto mehr Reibung baut er auf.

**Grenzschicht** *boundary layer*: Wird ein ruhender strömungsgünstiger Körper von Luft umströmt, so folgt die Luft umso mehr der Kontur dieses Körpers, je näher der Oberfläche sich die betrachtete Luftschicht befindet. Durch Reibungseffekte verlangsamt eine Luftströmung je näher sie zur Oberfläche eines ruhenden Körpers gelangt. So bildet sich an der Oberfläche des Körpers eine statische bis langsame Strömung aus, deren Dicke zum Ende des Körpers hin zunimmt, die so genannte Grenzschicht. Diese G. löst je nach Form des Körpers und Druckverhältnissen mit zunehmender Dicke und Turbulenz nach einer gewissen Strecke des Entlangströmens von der Oberfläche des Körpers ab. Außerhalb dieser G. kann die Reibung vernachlässigt werden und die Geschwindigkeit der Teilchen nimmt mit dem Wandabstand zu.

**Gummi** *rubber*: Sammelbezeichnung für Elastomere (eine Kunststoff-Untergruppe) auf Kautschukbasis. Aus dem eingedickten Saft (Latex) des Kautschukbaums wird durch Schwefelbehandlung (sog. Vulkanisation, führt zu weitmaschiger Vernetzung der Moleküle) der eigentliche Gummi gewonnen. Neben diesem Naturkautschuk gibt es auch synthetisch hergestellten Kautschuk. Der bekannteste Vertreter ist der durch Polymerisation von Butadien erzeugte Buna.

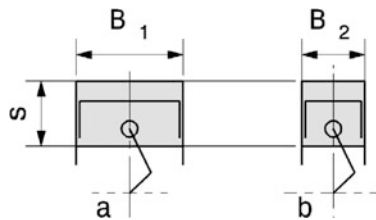
Bei Elastomeren liegt die Gebrauchstemperatur über der Glasübergangstemperatur. Bei den übrigen Kunststoffen (Thermoplaste und Duroplaste) ist es genau umgekehrt.

**Haptik** *haptics*: H. ist die Lehre von der haptischen Wahrnehmung. Als haptische Wahrnehmung bezeichnet man das aktive Erfühlen von Größe, Konturen, Oberflächentextur, Gewicht usw. eines Objekts durch den Tastsinn.



**Hochvolt (HV) *high voltage*:** Elektrische Spannungen größer als 60 V Gleichspannung bzw. 25 V Wechselspannung werden im Fahrzeugbereich als Hochvolt bezeichnet. Damit wird dieser Bereich begrifflich von der „Hochspannung“ in der industriellen Normung, bei der auch völlig andere Zahlenwerte dahinter stehen, abgegrenzt. HV-Kabel und Steckverbindungen werden durch orange Isolation gekennzeichnet.

**Hub-/Bohrungsverhältnis *stroke-bore ratio*:** Das Verhältnis des Kolbenhubs  $s$  zur Zylinderbohrung  $B$  bei einem Hubkolbenmotor. Man unterscheidet in Anlehnung an das Aussehen eines Zylinders von der Seite quadratische (Hub = Bohrung), unterquadratische oder langhubige (Hub > Bohrung) und überquadratische oder kurzhubige (Hub < Bohrung) Auslegung von Motoren. Das Bild zeigt schematisch eine kurzhubige (a) und eine langhubige (b) Auslegung eines Kurbeltriebs.



**IMSA:** International Motor Sports Association. Internationale Motorsportbehörde, die z. B. die amerikanischen Le Mans-Rennen durchführt.

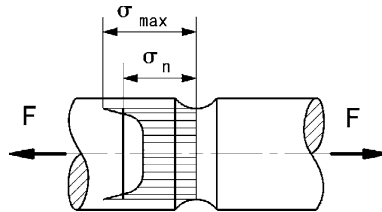
**IndyCar Series:** Früher IRL (Indy Racing League): Veranstalter der 500 Meilen von Indianapolis (Indy 500 am Memorial Day, 30. Mai) und anderen Rennen nach gleichem Reglement auf Ovalkursen. Die Fahrzeuge sind Einsitzer und wurden von methanolbetriebenen V8-Motoren mit 3,5-l-Hubraum angetrieben. Mittlerweile wird Ethanol als Kraftstoff verwendet und die Motoren sind 2,2-l V6 Biturbetriebwerke. Die Kosten der Fahrzeuge sind vom Reglement limitiert.

**Integralbauweise *integral construction*:** Konstruktionsprinzip, bei dem versucht wird alle Funktionen, die eine Komponente erfüllen muss, in einem Bauteil unterzubringen. Dadurch entfallen gewichtserhöhende und festigkeitsmindernde Verbindungsstellen. Ein Beispiel dafür sind aus einem Stück gefertigte Seitenwellen mit integrierten Tripodenzapfen. Das Gegenteil stellt die Differenzialbauweise dar.

**Isotrop *isotropic*:** Die Werkstoffeigenschaften sind in allen Richtungen gleich. Das gegenteilige Verhalten heißt anisotrop.

**Kerbwirkungszahl *notch factor*:** Die Beanspruchung eines Bauteils an einer Stelle wird durch Errechnen der mechanischen Spannungen (Biegespannungen  $\sigma$ , Torsionsspannungen  $\tau$  usw.) bestimmt. Dabei werden zunächst bei konventionellen Rechenmethoden die so genannten Nennspannungen ermittelt, die sich aus dem Querschnitt am Kerbgrund des ungekerbten Bauteils und der Belastung ergeben. (Im Gegensatz dazu existieren numerische Verfahren, die das näherungsweise Berechnen des Spannungsverlaufs erlauben, siehe Finite-Elemente-Methode). An Kerbstellen wird das Bauteil höher beansprucht. Die lokalen Spannungen am Kerbgrund sind wesentlich größer als

die Nennspannungen. Die Kerbwirkungszahl  $K_f$  gibt an um wie viel die maximalen Spannungen bei dynamischer, also zeitlich veränderlicher Belastung größer werden als die Nennspannungen. Für Biegung gilt:  $\sigma_{b,max} = K_{f,b} \cdot \sigma_{b,n}$  und für Torsion gilt:  $\tau_{ts,max} = K_{f,ts} \cdot \tau_{ts,n}$ . Wobei der Index b für Biegung, ts für Torsion und n für Nennsteht. Ein Wert von  $K_f = 1$  bedeutet also, dass das Bauteil völlig kerbunempfindlich ist.



Verlauf der axialen Spannungen in einem gekerbten Zugstab.

**Klopfen** *knocking*: Bei einem Ottomotor ergibt sich eine Grenze der Verdichtungssteigerung durch (teilweise hörbares) Klopfen an der Vollast. Klopfen ist ein unkontrollierter Ablauf einer durch die Zündkerze eingeleiteten Verbrennung. Vor allem gegen Ende einer klopfenden Verbrennung treten hohe Druckspitzen auf, die sich mit Schallgeschwindigkeit im Brennraum fortpflanzen und Kolbenboden, Dichtungseinsparungen und Zylinderkopf beschädigen. Deshalb muss dauerhaftes Klopfen unbedingt vermieden werden. Dies geschieht u. a. durch Kraftstoffzusätze, Einstellen eines fetten Kraftstoff-Luft-Gemischs, Zurücknahme des Zündwinkels, Zurücknahme des Ladedrucks, Kühlung der Ansaugluft, Gestaltung des Brennraums und gezielte Kühlung von problematischen Brennraumbereichen (Zündkerzensitz, Auslassventilsitzringe).

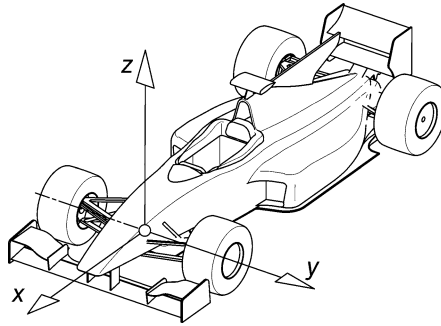
**Knicken** *buckling*: Versagensart von schlanken, stabförmigen Bauteilen, die Druckkräfte übertragen. Gegenüber einer idealen Belastung, die den Stab nur drückt, treten in der Realität Imperfektionen auf die zu einer zusätzlichen Biegung des Bauteils führen. Wird die Druckkraft zu groß, weicht der Stab in der Mitte seitlich aus und versagt auf Grund der zu großen Biegebeanspruchung.

**Konstruktionslage** *design position*: Bestimmte Lage eines Fahrzeuges zur Fahrbahn, die als Basis beim Konstruieren von Fahrwerken herangezogen wird. Üblicherweise sind dabei der Wagen fahrbereit mit halbvollem Tank und der Fahrer an Bord. Ausgehend von dieser Lage kann der Wagen ein- und ausfedern bzw. nicken und wanken. In K. ergeben sich also alle Nennmaße, z. B. für Bodenfreiheit, Bodenabstand, Spreizung, Nachlauf usw.

**Konzept** *layout*: Erste Phase in einem Konstruktionsprozess. In dieser Phase werden Lösungsmöglichkeiten für Teilfunktionen des Gesamtsystems gesucht und zu einer Wirkstruktur zusammengestellt. An diese Phase schließt die Entwurfsphase an.

**Koordinatensystem** *coordinate system*: Von den gängigen, fahrzeugfesten Koordinatensystemen wird in diesem Buch folgendes in Anlehnung an DIN 70 000 und ISO 4130 verwendet: Der Koordinatenursprung ist der Schnittpunkt der Fahrzeuglängsmittelle-

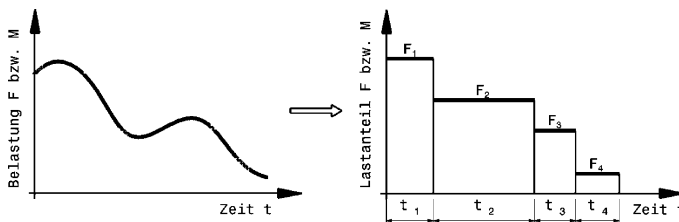
bene mit der Vorderachse. Das Achsenkreuz ist darauf folgendermaßen ausgerichtet. Die positive  $x$ -Achse zeigt in Fahrtrichtung, quer dazu die  $y$ -Achse nach links und die  $z$ -Achse weist nach oben.



**Labisator**, Ausgleichsfeder, Z-Stab: Z-förmiger Verbindungsstab der Räder einer Achse. Im Gegensatz zu einem Stabilisator verringert diese Anordnung die Radlastunterschiede und erhöht somit den Grip an dieser Achse. Das Eigenlenkverhalten wird also im Vergleich zum Stabilisator genau in die entgegengesetzte Richtung beeinflusst.

**Laminare Strömung** *laminar flow*: Die Strömung verläuft in aufeinander liegenden Schichten, die sich nicht vermischen. Es treten also keine Querströmungen (Turbulenzen) auf.

**Lastkollektiv** *collective load*: Im Allgemeinen ist die Belastung eines Bauteils über der Zeit nicht konstant, sondern ändert sich unregelmäßig. Eine Antriebswelle beispielsweise wird beim Start und nach einem Schaltvorgang extrem stark beansprucht, beim Anbremsen und Durchfahren einer Kurve wiederum fast gar nicht. Zur Auslegung von Bauteilen werden jedoch vereinfachte Darstellungen von Lasten (Kräfte, Momente) benötigt. In Versuchsreihen (z. B. Durchfahren eines bestimmten Kurses) werden daher Belastungen über der Zeit aufgezeichnet und ausgewertet. Bei solchen Auswertungen werden u. a. die aufgetretenen Belastungshöhen und deren Häufigkeit (zeitlicher Anteil, Anzahl der Lastwechsel) ermittelt. Das Bild zeigt wie aus einem Belastungsverlauf ein Lastkollektiv wird.



**Latsch** *tyre contact patch*: Die Aufstandsfläche eines Reifens. Über diese Fläche werden sämtliche Kräfte zwischen Reifen und damit Fahrzeug und Fahrbahn übertragen.

**Liefergrad  $\lambda_1$  volumetric efficiency:** Der L. bezeichnet bei einem Verbrennungsmotor das Verhältnis der nach Abschluss des Ladungswechsels tatsächlich im Zylinder befindlichen Ladungsmasse im Vergleich zur theoretisch im Zylinder möglichen Ladungsmasse (= Hubvolumen mal Luftdichte). Der L. ist bei Saugmotoren kleiner als 1. Mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit (Drehzahl) steigen die Verluste durch Drosselung in den Leitungen und Ventilen an. Dies wird teilweise durch gasdynamische Effekte bei bestimmten Drehzahlen ausgeglichen oder sogar überkompensiert.

**LMS Le Mans Series:** Ist eine Rennserie, die nach den Regeln des berühmten 24-Stunden-Langstreckenrennen in Le Mans veranstaltet wird. Die Rennen werden meist über 1000 km ausgetragen. Pro Fahrzeug sind wegen der Renndauer mehrere Fahrer gemeldet.

**Luftaufwand  $\lambda_a$  charging efficiency:** Der L. ist bei einem Verbrennungsmotor das Verhältnis der zugeführten Frischladung (das ist alles, was durch den Luftfilter strömt) zur theoretisch im Zylinder möglichen Ladungsmasse. Damit ist der L. nicht gleich dem Liefergrad. Durch Spülverluste im Ladungswechsel-OT kann z. B. Frischladung über den Abgastrakt verloren gehen. Beim L. wird dieser Verlust berücksichtigt, beim Liefergrad nicht. In diesem Beispiel wäre der L. größer als der Liefergrad, wenn die zugeführte Masse größer ist als die theoretisch mögliche. Der L. ist einfacher zu messen als der Liefergrad.

**Luftverhältnis  $\lambda$  (Lambda) air-fuel-ratio:** Das Luft-Kraftstoffgemisch im Motor zündet und verbrennt zufriedenstellend nur innerhalb eines bestimmten Mischungsbereichs. Bei Benzin beträgt dieses Verhältnis etwa 14,7 : 1, d. h. 14,7 kg Luft sind zur vollständigen Verbrennung von 1 kg Kraftstoff erforderlich (stöchiometrisches Gemisch). Die Luftzahl  $\lambda$  vergleicht diesen theoretischen Bedarf mit dem tatsächlich vorhandenen Gemisch.

$$\lambda = \frac{\text{vorhandenes Gemisch}}{\text{stöchiometrisches Gemisch}}$$

$\lambda = 1$  bedeutet also im Brennraum liegt stöchiometrisches Gemisch vor.  $\lambda < 1$  heißt es liegt Luftmangel vor (fettes Gemisch).  $\lambda > 1$  heißt es herrscht Luftüberschuss (mageres Gemisch).

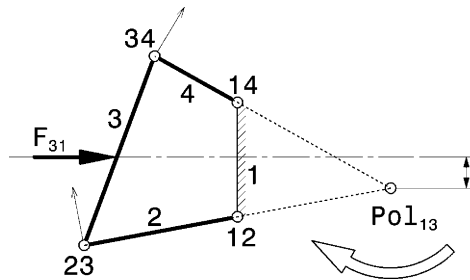
**Luftwiderstand drag:** Kraft, die auf bewegte Körper einwirkt, dadurch, dass diese Luft verdrängen und dass die Luft an der Körperoberfläche reibt.

**Massenträgheit** (erstes Newtonsches Axiom) *mass inertia:* Damit ein Körper seine Bewegungsrichtung oder Geschwindigkeit ändert, muss eine Kraft auf ihn einwirken. Diese Kraft ist proportional der Beschleunigung und der Masse (zweites Newtonsches Axiom),  $F = m \cdot a$ .

**Massenträgheitsmoment  $J$  polar inertia:** Das M. ist bei einer Rotation ein Maß für den Widerstand gegenüber Änderungen der Winkelgeschwindigkeit und ist damit vergleichbar der Masse bei einer Translation. Das M. hängt von der Verteilung der Masse im Bezug zur Drehachse ab. Je weiter Massenanteile von der Drehachse entfernt sind, desto größer ist das M.

**Mitteldruck, effektiv  $p_{m,e}$  mean effective pressure:** Während eines Arbeitsspiels eines Verbrennungsmotors ändert sich der Druck im Brennraum. Der Mitteldruck ist eine rechnerische Vergleichsgröße. Er ist ein gedachter konstanter Druck, der die gleiche Arbeit an der Kurbelwelle verrichten würde, wie der tatsächliche sich periodisch ändernde Druck im Laufe eines Arbeitsspiels.

**Momentanpol *instantaneous centre:*** Jede Bewegung zwischen zwei starren Körpern kann durch eine Drehung um eine augenblickliche (= momentane) Drehachse (= Momentanpol) beschrieben werden. Der Ort des M. ist demzufolge auch der Ort an dem keine Geschwindigkeit zwischen den betrachteten Körpern existiert. Die Angabe des M. in Koppelgetrieben erfolgt durch die Kombination der in Beziehung stehenden Glieder. Im Bild ist ein viergliedriges Getriebe dargestellt. Sind Glieder im (festen) Gestell 1 gelagert, gilt der Lagerpunkt als M., im Beispiel also Gelenke 12 und 14 für die Glieder 2 und 4. Sind betrachtete Glieder nicht direkt miteinander gekoppelt, kann der M. über die Kenntnis zweier zum Starrkörper gehörigen Geschwindigkeitsvektoren ermittelt werden. Hier also der Pol für die Glieder 1 und 3.



Wirken zwischen zwei Gliedern Kräfte, entscheidet die Lage der Kraftwirkungslinie in Bezug zum M. dieser Glieder, welcher kinematische Zustand sich einstellt. Im Beispiel bewirkt die Kraft  $F_{31}$  (Kraft auf Glied 3 von Glied 1) eine Drehung im Uhrzeigersinn. Würde der M. 13 auf der Wirkungslinie von  $F_{31}$  liegen, bliebe das Getriebe im Gleichgewicht. Liegt die Wirkungslinie unter dem M. 13, dreht sich Glied 3 gegen den Uhrzeigersinn. [1]

**Monoposto *single-seater:*** Einsitziger Rennwagen, bei dem der Fahrerplatz auf der Längsmittlebene des Fahrzeugs angeordnet ist.

**NACA Lufteinlass *NACA air duct:*** (National Advisory Council for Aeronautics). Gestaltung eines Luftschachtes nach den Empfehlungen der NACA.

**NASCAR:** Abkürzung von National Association for Stock Car Auto Racing Inc. Das ist die Regelbehörde für den NASCAR Sprint Cup Series (war 2004–2007 Nextel Cup Series, davor Winston Cup), eine in Nordamerika populäre Rennserie, die mehrheitlich auf Ovalkursen in Stadien gefahren wird. Sie stellt die höchste Rennserie in den USA dar. Die Fahrzeuge sehen äußerlich wie Serienfahrzeuge aus, bestehen aber aus einem Gitterrohrrahmen und wurden bis 2011 mit Vergasermotoren betrieben, die über eine

Gelenkwelle eine Starrachse an Längslenkern antreiben. Seit 2012 kommt Benzineinspritzung (Multipoint Fuel Injection MPFI) zum Einsatz.

**Nicken** *pitching*: siehe Fahrzeugbewegungen

**O-Anordnung** *O-arrangement*: Zwei Schrägkugellager oder Kegelrollenlager können spiegelbildlich angeordnet werden. Werden dabei zwei Lager so eingebaut, dass die Drucklinien nach außen zeigen (also wie in „O“ aussehen), spricht man von O-Anordnung der Lager. Weisen die Drucklinien zueinander, liegt eine X-Anordnung vor.

**Oktanzahl** *octane number*: Eine Kenngröße für die Klopfestigkeit eines Kraftstoffes. Je größer die Oktanzahl desto klopfester ist der Kraftstoff. Zur Bestimmung der Oktanzahl werden zwei verschiedene Verfahren eingesetzt: Die Motor-Methode (Motor-Oktanzahl MOZ) und die Research-Methode (Research-Oktanzahl ROZ).

**Perzentil** *percentil*: Einteilung einer Grundgesamtheit (Normalverteilung) in 100 Abschnitte. Hier statistische Einteilung der Abmessungen des menschlichen Körpers. Damit werden Cockpits und Fahrgasträume gestaltet, die für einen Großteil der Bevölkerung passend sind. Im Pkw-Bau decken so der 95 %-Mann und die 5 %-Frau 90 % der Gesamtbevölkerung ab. Das heißt nur 5 % der Männer sind größer und nur 5 % der Frauen sind kleiner als die benutzten Perzentile.

**Prototyp** *prototype*: Rennwagen einer bestimmten Kategorie und Gruppe, der nur in kleiner Stückzahl oder als Einzelstück gefertigt wird.

**Qualitätssteuerung** *quality control*: Die Steuerung der Last (und damit bei konstanter Last der Drehzahl) erfolgt bei Dieselmotoren durch die Steuerung der Kraftstoffzufuhr in den Brennraum. Die Verbrennungsluft saugt der Motor ungedrosselt an. Dadurch ergibt sich allein über die Veränderung der Kraftstoffmenge das gewünschte Luft-Kraftstoff-Massenverhältnis im Brennraum.

**Quantitätssteuerung** *quantity control*: Die Steuerung der Last (und damit bei konstanter Last der Drehzahl) erfolgt bei Ottomotoren mit herkömmlicher Gemischbildung (Vergaser, Saugrohreinspritzung) über Drosselorgane (Drosselklappe, Schieber). Dabei wird im Teillastbereich die Luft- bzw. Gemischmengen- bzw. Luft-Kraftstoff-Massenverhältnis im Brennraum verändert. Bei Volllast wird der gesamte Querschnitt freigegeben.

**Rad-Schwingzahl** *wheel frequency*: Eigenfrequenz eines schwingungsfähigen Rades, das über Feder und beweglichen Gliedern mit dem Wagenkasten verbunden ist.

**Raid, Rallye Raid**: Unter diesem Oberbegriff werden die Langstreckenrennen, die querfeldein im freien Gelände vornehmlich in Wüstengegenden ausgetragen werden, zusammengefasst. Der grundsätzliche Verlauf des Bewerbs ist dabei wie bei einer Rallye, d. h. die Fahrzeuge fahren von einem Anfangsort zu einem bestimmten Zielort.

**Rallye** *rally*: Sind Wettbewerbe, die auf für die Dauer des Bewerbs abgesperrten Straßenstücken ausgetragen werden. Die Fahrbahndecken können dabei Asphalt o. ä., Schotter, aber auch Schnee und Eis sein. Jedes Fahrzeug fährt die Strecke normalerweise allein. Kennzeichnend für R. ist, dass ein Beifahrer dem Piloten den Streckenverlauf ansagt.

**Rapid Prototyping** (3D-Druck, Additive Manufacturing): Dazu zählen alle Verfahren mit deren Hilfe direkt aus 3D-CAD-Informationen reale Modelle geschaffen werden können. Manche dieser Verfahren arbeiten gleichsam wie ein Drucker, der dreidimensionale Kunststoffkörper ausdrückt. Diese Modelle können je nach Verfahren und Einsatzzweck Anschauungsobjekte, Versuchsteile, Gussmodelle oder Gussformen sein. Ziel ist es, ausgehend von CAD-Daten rasch zu einem funktionsfähigem (Prototyp-)Teil (Name!) zu kommen.

**Reibbeiwert**  $\mu$  *coefficient of friction*: Durch Versuche ermittelter Wert zur Berechnung der Reibkraft zwischen zwei Körpern. Der R. ist u. a. von der Werkstoffpaarung abhängig.

**Reynoldszahl** *Reynolds number*  $Re$ : Ist eine dimensionslose Ähnlichkeitskennzahl in der Strömungsmechanik. Sie vergleicht die Trägheitskräfte mit den Reibungskräften in einem Fluid. Bei einer Windkanaluntersuchung mit einem verkleinerten Fahrzeugmodell müssen die Werte der  $Re$  von Modell und Original gleich groß sein, damit man vergleichbare Strömungsfelder erhält und somit brauchbare Messergebnisse.

**Rockwell-Härte** *Rockwell hardness*: Angabe der Härte eines Werkstoffs. Wird ermittelt über die bleibende Eindringtiefe eines Eindringkörpers (Kegel, Kugel) in das Werkstück.

**Schubmodul (Gleitmodul)**  $G$  *shear modulus*: Durch Schubversuche an Probestäben ermittelte Werkstoffkonstante. Für viele Werkstoffe bleibt bei Schubbeanspruchung das Verhältnis zwischen Schubspannung und Winkelverzerrung gleich. Dieses Verhältnis ist der  $S$ .

**Sequentielles Schalten** *sequential shifting*: Eine Art des Gangwechsels bei einem Schaltgetriebe, bei der die einzelnen Gänge nur hintereinander (sequenziell) eingelegt werden. Dazu muss der Fahrer bloß eine einfache Bewegung machen. Motorradgetriebe sind ein Beispiel dafür. Im Gegensatz dazu weisen übliche Pkw-Schaltgetriebe eine H-Schaltung auf, bei der mit einer zusammengesetzten Bewegung ein beliebiger Gang eingelegt werden kann.

**Simulation** *simulation*: Mit Simulationen werden die Auswirkungen von komplexen physikalischen Zusammenhängen meist über der Zeit errechnet. Dazu wird zunächst das zu untersuchende System durch ein Modell vereinfacht dargestellt. Dieses Modell wird anschließend durch ein Gleichungssystem mathematisch beschrieben. Mit Hilfe eines Computers wird dieses Gleichungssystem (meist durch numerische Näherungsverfahren) gelöst. Die Ergebnisse werden dann als Grafiken oder Animationen anschaulich dargestellt (visualisiert). Simulationen erlauben in kurzer Zeit viele Änderungen am untersuchten System durchzuführen, die am realen Objekt isoliert gesehen entweder gar nicht möglich oder zu teuer wären. Simuliert werden u. a. das Fahrverhalten eines Wagens mit unterschiedlichen Reifen, Achslasten, Schwerpunkthöhen, Abtriebskräften usw. auf unterschiedlichen Strecken (die zu dem Zweck natürlich dreidimensional erfasst worden sein müssen). Wegen der getroffenen Vereinfachungen bildet eine Simulation nicht exakt die Wirklichkeit ab, liefert aber qualitative Aussagen über Einflussgrößen auf das untersuchte System. Durch Vergleich mit gemessenen



Versuchsergebnissen werden Modelle auf ihre Brauchbarkeit geprüft und in weiterer Folge verbessert.

**Spannung** *stress*: Wird ein Bauteil durch äußere Kräfte und/oder Momente belastet oder wird es in seiner Wärmedehnung behindert, tritt eine Beanspruchung im Inneren auf. Diese Beanspruchung wird rechnerisch durch mechanische Spannungen z. B. in  $\text{N/mm}^2$  erfasst. Überschreitet die Spannung an einer Stelle im Bauteil einen vom Werkstoff abhängigen Kennwert, kommt es zum Versagen (Rissbildung, Fließen, ...) an dieser Stelle.

**Streckgrenze**  $R_e$  *yield strength*: Im Zugversuch ermittelter Werkstoffkennwert. Wird ein Stab mit zunehmender Kraft gezogen, so bleibt er bis zum Erreichen der Streckgrenze elastisch, d. h. bei Entlastung nimmt er wieder seine ursprüngliche Länge an. Bei Werkstoffen ohne ausgeprägte Streckgrenze wird ein Ersatzwert festgelegt, die Proportionalitätsgrenze  $R_{p0,2}$ .

**Tribologie** *tribology*: Lehre vom Zusammenwirken von Reibung, Schmierung und Verschleiß. Kommt es zwischen Körpern zu einer Relativbewegung, so führt dies zu Energieverlust (Reibung) und Materialabtrag (Verschleiß).

**Turbulente Strömung** *turbulent flow*: Ist eine Strömungsform, bei der Querströmungen und Verwirbelungen in unterschiedlichen Größen und Richtungen auftreten.

**Übersteuern** *oversteer*, *AE: loose*: siehe Fahrverhalten

**Untersteuern** *understeer*, *AE: push*: siehe Fahrverhalten

**Verdichtungsverhältnis**  $\epsilon$  *compression ratio*: Das V. eines Motors ist das Verhältnis aus maximalem und minimalem Zylindervolumen. Das größte Volumen ergibt sich, wenn der Kolben im unteren Totpunkt steht. Dieses Volumen ist also das Hubvolumen eines Zylinders plus des so genannten Kompressionsvolumens. Das kleinste Volumen schließt der Kolben im oberen Totpunkt ein. Dieser Rauminhalt stellt das Kompressionsvolumen dar. Das Kompressionsvolumen setzt sich zusammen aus dem Brennraumvolumen und weiteren Anteilen, die sich durch die Kolbenbodenform ergeben.

**Wanken** *roll*: siehe Fahrzeugbewegungen

**Wärmetauscher** *heat exchanger*: Gebilde in dem Wärme von einem flüssigen oder festen Stoff höherer Temperatur auf einen anderen mit niedriger Eintrittstemperatur übergeht, ohne dass die beiden Stoffe miteinander vermischt werden. Je nach beteiligten Medien unterscheidet man z. B. Wasser/Luft oder Luft/Luft-Wärmetauscher für die Ladeluftkühlung eines aufgeladenen Motors.

**WRC World Rally Car**: Rallyefahrzeug, das auf einem großzügigen Reglement basiert, das keine Mindeststückzahl an gebauten Fahrzeugen vorschreibt. Das Mindestgewicht beträgt 1230 kg. Die Zylinderzahl der Motoren ist mit acht begrenzt. Der Hubraum hängt von der Anzahl der Ventile und vom Aufladeverfahren ab. Weitere Rallyefahrzeuge gehören zur Gruppe A und N. Für diese Fahrzeuge wird verlangt, dass 2500 Basismodelle innerhalb eines Jahres gebaut werden. Der Gruppe A verdanken wir so Straßenfahrzeuge wie den Lancia Delta Integrale, Mitsubishi Lancer Evo und Ford Escort RS-Cosworth.



**Zugfestigkeit  $R_m$**  *tensile strength*: Im Zugversuch ermittelter Werkstoffkennwert. Er ergibt sich aus dem Quotienten von Höchstkraft während des Versuchs und dem Querschnitt des Probestabs vor dem Versuch. Die Z. ist in vielen Werkstoffkurzbezeichnungen enthalten.

In diesem Buch werden die britischen Ausdrücke für die wichtigsten Teile kursiv angeführt. Nachfolgend sind für einige gängige Bauteile die Unterschiede zwischen den entsprechenden amerikanischen (AE) und den britischen Begriffen (BE) aufgelistet:

Bauteil	amerikanisch	britisch
Seitenwelle	axle shaft	half shaft
Antriebswelle	driveshaft	prop shaft
Radkasten	fender	wheel arch
(Motor-)Haube	hood	bonnet
Übersteuern	loose	oversteer
Kegelradachsgetriebe	ring & pinion	crown wheel & pinion
Untersteuern	tight (push)	understeer
Kofferraum	trunk	boot
Stoßdämpfer	shock absorber	damper
Torsionsstabilisator	sway bar	anti roll bar
Gurney-Leiste	wicker	gurney
Windschutzscheibe	windshield	windscreen

Unterschiedliche Rennklassen benutzen ebenso unterschiedliche Bezeichnungen für das im Prinzip gleiche Bauteil:

- Dreiecksquerlenker: A-arm/wishbone, control arm
- Radträger: spindle (Tourenwagen)/upright (Monoposto)
- Spurstange: tie rod/toe link.

---

## Literatur *References*

1. Neumann, R., Hanke, U.: Eliminierung unerwünschter Bewegungen mittels geeigneter Momentanpolkonfiguration. *Konstruktion* **4**, 75–77 (2005)
2. Breuer, B., Bill, K.-H. (Hrsg.): *Bremsenhandbuch*, 1. Aufl., GWV Fachverlage/Vieweg, Wiesbaden (2003)
3. Milliken, W.F.: *Chassis design: principles and analysis*. Society of Automotive Engineers, Warrendale (2002)

---

# Sachwortverzeichnis *Index*

5-Sekunden-Regel, 122

95 %-Mann, 119

## A

ABC-Analyse, 54

Abreißfolie, 305

Abreißventil, 100

Abschleppösen, 291

Abstimmung, 221

Abtrieb, 172, 303

Abtriebsaufteilung, 224

Abtriebsbeiwert, 181

Abweiser, 210

Achslast, 29

additive Fertigung, 64

ADR, 104

Aerodynamik, 159

aerodynamische Balance, 224

aerodynamische Effizienz, 222

aerodynamische Einflüsse, 159

Airbag, 149

Airbox, 167

Airrestrictor, 168

Aluminium, 71

Anstellwinkel, 180

Anströmwinkel, 180

Anti-Splittersicherheitsfolie, 306

Antriebskonzept, 22

Armaturenbrett, 147

Armaturentafel, 147

Armschlaufen, 150

Aufprallversuch, 113

Auslegung, 62

Außenhaut, 293

Anforderungen, 293

Öffnungen, 304

Verschlüsse, 299

Autoklave, 277

## B

Bauchfreiheit, 294

Baugruppen, 14

Bauteilsicherheit, 56

Beckengurt, 150

Befestigung, 186

Beingurt, 150

Belastungstest, 108

Bentley EXP Speed 8, 118

Bergehilfen, 290

Bergrennwagen, 120

Beryllium, 74

beschränktes Versagen, 58

Betriebsfestigkeitsrechnung, 62

Biegeradien, 245

Biegesteifigkeit, 236, 283

Blech

Bombierung, 263

Durchzüge, 267

Randversteifungen, 266

Rippen, 265

Sicken, 263

Blechränder, 266

Bodeneffekt, 176

Bodenfreiheit, 196, 294, 303

Bombierung, 263

Bremskraftverteilung  
elektronische, 139

Bremspedal, 135

bridging, 281

Bug, 191

## C

CFK, 73

- Cockpit, 115  
 eines Formel-Fahrzeugs, 155  
 eines Produktionssportwagens, 155  
 eines Tourenwagens, 155  
 geschlossenes, 117  
 offenes, 116
- Cockpitklimatisierung, 221
- Crashelement, 85, 110
- Crashversuch, 113
- Critical Items List, 54
- D**
- Dauerfestigkeit, 63
- Defo-Element, 129
- Delaminieren, 281  
 delaminiert, 273
- Differenzgewinde, 61
- Differenzialbauweise, 68
- Diffusor, 195, 299
- Drag Reduction System, 202
- Druckpunkt, 187, 225
- Durchzüge, 267
- E**
- ECIE, 21
- Effizienz, 222
- Eigenlenkverhalten, 44
- Einfluss auf Serie, 10
- Einfluss des Motorsports, 9
- Einscheibensicherheitsglas, 305
- Einspurfahrzeugmodell, 35
- Elastokinematik, 35
- Endplatten, 183
- Entlüftung, 212, 220
- Entwicklungsablauf, 13
- Entwurf, 48
- Entwurfsreihenfolge, 49
- Ergonomie, 118
- Exzenterverschluss, 301
- F**
- Fahrbarkeit, 43
- Fahrerposition, 119
- Fahrleistung, 40, 160
- Fahrleistungen, 27
- Fahrpedal, 135
- Fahrstabilität, 28
- Fahrverhalten  
 Achslast, 29
- Antriebsart, 31
- Federsteife, 33
- konstruktive Einflüsse, 40
- Radlast, 31
- Radstand, 33
- Schwerpunkthöhe, 29
- Spurweite, 33
- Trägheitsmoment, 35
- Fahrzeugbug, 194
- Fahrzeugentwicklung, 13
- Fahrzeugheck, 183
- Fahrzeugnase, 212  
 Befestigung, 297
- Faserverbundwerkstoff, 72, 272
- Fensternetz, 99
- Fersenanschlag, 134
- Festigkeit, 237
- Feuerlöscher, 96
- Flächenträgheitsmoment, 237
- Flammschutzwand, 85
- Flügel, 176, 178  
 Befestigung, 186  
 Berechnung, 205  
 charakteristische Maße, 178  
 Herstellung, 184
- Flügelauto, 176
- Flügelberechnung, 205
- Flügelgestaltung, 181
- Flügelprofile, 183
- FMEA, 54
- Formel Ford Rahmen, 235
- Frontdiffusor, 201
- Frontflügel, 187
- Frontspoiler, 193
- FTA, 54
- Füllstäbe, 248
- Fußhebelwerk, 132
- Fußraum, 122
- G**
- g-g*-Diagramm, 46
- g-g-v*-Diagramm, 46
- Gitterrohrrahmen, 233
- Gleitbrett, 302, 303
- Grenzbereich, 44
- Gurneyleiste, 188
- Gusseisen, 71
- H**
- Hacke-Spitze-Technik, 135

Halteseile, 100  
HANS-System, 149  
Hard Point Package, 20  
Hauptabmessungen, 35  
Hauptschalter, 87  
Head-Up-Display, 147  
Heck, 192  
Heckaufprallelement, 86  
Heckflosse, 226  
Heckflügel, 188  
Heckspoiler, 194  
H-Punkt, 127  
H-Schaltung, 144  
Hüftgelenkspunkt, 127

**I**

Innovationen, 69  
Instrumente, 147  
Integralbauweise, 62, 68

**J**

Junkertest, 106

**K**

Kamine, 220  
Karosserie, 293  
Kastenrahmen, 251  
Kerben, 60  
KERS, 12  
Kippgrenze, 35  
Klimaanlage, 221  
Knotenbleche, 247  
K-Nut, 104  
Konstruktionsprinzipien, 53  
Körper gleicher Festigkeit, 64  
Kosten, 77  
Krafteinleitungselemente, 273  
Kreuzstromwärmetauscher, 217  
Kritischer Kurvenradius, 174  
Kühlsystem, 216  
Kupplungspedal, 136

**L**

Lage des Motors, 22  
Lagenbuch, 276  
Lastleitung, 65  
Lastspiele, 63  
Lastwechsel, 63  
Laufzeitkontrolle, 64  
Leichtbau, 62

Leichtbaugüte, 285  
Leistungsgewicht, 47  
Leitflächen, 210  
Lenkrad, 127  
Lenkradschaltung, 142  
*Lifing*, 64  
Lotus 49 R6, 215, 269  
Lufteinlass, 167  
Luftleitelemente, 210  
Luftmengenbegrenzer, 168  
Luftwiderstand, 162

**M**

Magnesium, 71  
Marshalling-Message-Display, 104  
Maßdefinitionen, 21  
Masse, 74  
MMC, 74  
Monocoque, 270  
Motorabdeckung, 295  
Motoranbindung, 282  
Motorlagen, 22  
Motorraum, 27

**N**

NACA-Einlass, 164  
Nase, 190  
Nickbewegung, 209  
Nickempfindlichkeit, 188, 228  
Nietdurchmesser, 287

**O**

Oberflächenbehandlung, Rahmen, 249

**P**

Packaging, 51  
Paneele, 254  
Pedale, 132  
Pedalgefühl, 139  
Pedalkennung, 139  
Pedalübersetzung, 137  
Perzentile, 119  
Polarkurve, 224  
Polsterung, 91  
Prepregs, 274  
Prinzip  
    beschränktes Versagen, 58  
    direkte Lastleitung, 65  
    Redundanz, 59  
    sicheres Bestehen, 56

Profildicke, 179

## Q

Querschnittsform für Stäbe, 236

Querspanten, 271

## R

Rad

Bezeichnung, 168

Radaufhängung, 168

Radhaus, 220

Radhausentlüftung, 102, 170

Rahmen, 231

Anforderungen, 231

Bauarten, 232

Formel Ford, 235

Oberflächenbehandlung, 249

Rohrverbindung, 247

Torsionssteifigkeit, 283

Versteifung, 261

Randversteifungen, 266

Redundanz, 59

Reglement, 5

Reifekurven, 69

Reifendruckkontrollsystem, 103

Rennfahrzeuge

Arten, 1

Rettungsluftbehälter, 98

Rippen, 265

Rohrbögen, 244

Rohrenden, 240

R-Punkt, 127

Rückhaltesysteme, 148

Rücklicht, 100

Rückwärtsgang, 146

Rundenzeit, 222

## S

Sandwichplatten, 253

Sauber Mercedes C9, 155

Scallops, 210

Schaltbewegung, 144

Schalter, 147

Schaltgestänge, 146

Schalthebel, 144

Schaltung, 143

sequentielle, 146

Schnellverschluss, 297

Schnellwagenheber, 290

Schottwände, 260

Schräganströmung, 161

Schraubensicherung, 104, 105

Schraubverbindung, 60

Schraubverbindungen, 105

Schubfelder, 234

Schultergurt, 149, 150

Schürze, 176

Schutzpolsterung, 98

Schwerpunkthöhe, 29

Schwerpunktlage, 28

Schwimmwinkel, 161

Sechs-Punkt-Gurt, 149

Sehnenlänge, 179

Seitenkasten, 176

Seitennetz, 99

Seitenschalen, 212

Seitenscheiben, 304

Seitenverkleidungen, 212

Seitenwellen, 171

Setup, 222

sicheres Bestehen, 56

Sicherheitsgurt, 148

Sicherheitsklappen, 100

Sicken, 263

Sieben-Punkt-Gurt, 149

Simulation, 42, 227

Sitz

Befestigung, 123

Einsitzer, 126

Tourenwagen, 123

Sitzattrappe, 122

Sitzposition, 120

Sitzreferenzpunkt, 127

Sitzschale, 126

Sollbruchstelle, 62

Spannungskonzentration, 60

Spannweite, 179

Splitter, 210, 304

Spoiler, 193, 194

Sponsor, 80

Sportgesetz, 2

Stahl, 70

Stahlguss, 71

Steifigkeit, Rahmen, 238

## T

Tauchplatte, 194

Titan, 71

Torsionssteifigkeit, 283  
Trägheitsmoment, 35  
Transaxleprinzip, 24  
Triangulierung, 234

**U**

Überhang, 294  
Überlastbegrenzung, 69  
Überlebenszelle, 87  
Überrollkäfig, 88  
Überrollstrukturen, 92  
Umströmung der Räder, 169  
Unfallrekorder, 104  
Unterboden, 194, 299

**V**

Verbindung, 239  
    einschnittige, 287  
    zweischchnittige, 287  
Verbindungstechnik, 79  
Verbundbauweise, 68  
Verbundscheibensicherheitsglas, 305  
Verbundwerkstoffe, 72  
Verchromen, 250  
Verkleidung, 297  
Vernickeln, 250  
Verschleißbrett, 302

Verschlüsse, 299  
Versteifungen, Rahmen, 246  
Vier-Punkt-Gurt, 149

**W**

Waagebalken, 136  
Wagenboden, 299  
Wahlbewegung, 144  
Wärmeabfuhr, 212  
Wärmetauscher, 214  
Wärmeübertragungsleistung, 217  
Wendekreisradius, 34  
Werkstoffe, 70  
Werkstoffkosten, 78  
Werkstoffvergleich, 74  
Werkstoffwahl, 75  
Windschatten, 201, 228  
Windschutzscheibe, 304, 305  
Winglets, 200  
Wirbelerzeuger, 203  
Wölbung, 179

**Z**

Zeitfestigkeit, 63  
Zug-Druck-Bowdenzug, 146  
Zuverlässigkeit, 54