



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Kraftfahrzeugtechnik

Fachkunde Motorradtechnik

5. Auflage

Bearbeitet von Gewerbelehrern, Ingenieuren und Sachverständigen

Lektorat: Dipl.-Ing. Rainer Schäfer, Braunschweig

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 22313

Autoren der Fachkunde Motorradtechnik

Martin Behrens	Naumburg
Martin Bonn	Trebur
Hans-Georg Delius	Wettenberg
Rainer Schäfer	Braunschweig
Bernd Scheibner	Braunschweig
Sebastian Zauner	Ainring

Verlag, Autoren und Lektor danken Henning Demke (EMKA-OIL) und Thomas Ihle (Verkehrs-Institut Düsseldorf).

Dank an den Bundesinnungsverband Zweirad-Handwerk, der mit Rat und Tat geholfen hat.

Leiter des Arbeitskreises und Lektorat

Rainer Schäfer, Braunschweig (Nds)
Anke Horst, Verlagslektorat

Bildbearbeitung

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, 73760 Ostfildern
Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

Alle Angaben in diesem Buch erfolgten nach dem Stand der Technik. Alle Prüf-, Mess- oder Instandsetzungsarbeiten an einem konkreten Fahrzeug müssen nach Herstellervorschriften erfolgen. Der Nachvollzug der beschriebenen Arbeiten erfolgt auf eigene Gefahr. Haftungsansprüche gegen die Autoren oder den Verlag sind ausgeschlossen.

Österreichische Normen, Gesetze und Verordnungen sind im Footer auf www.fs-fachbuch.at verlinkt.

5. Auflage 2025

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-7585-2293-2

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2025 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz und Layout: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar
Umschlag: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar
Umschlagfoto: DUCATI MOTOR HOLDING S.p.A, Bologna/ITA
Druck: UAB BALTO print, 08217 Vilnius (LT)

Das Fachkundebuch **Motorradtechnik** vermittelt alle Fachkenntnisse, die im Ausbildungsrahmenplan für die betriebliche Ausbildung und im Rahmenlehrplan für die Fachstufe der Berufsschule aufgeführt sind.

Die Ausbildungsberufe „Zweiradmechatroniker/-in – Fachrichtung Motorradtechnik“ und „Kraftfahrzeug-Mechatroniker/-in mit dem Schwerpunkt Motorradtechnik“ sind innerhalb des Berufsfeldes Fahrzeugtechnik neu geschaffene Ausbildungsberufe mit hohen fachspezifischen Anforderungen. Hier soll das Buch eine Hilfe beim Verstehen von technischen Vorgängen und Systemzusammenhängen sein.

Aber auch Gesellen, Meister und Techniker sowie den Studierenden der Fahrzeugtechnik soll das Buch als Nachschlagewerk, zur Informationsbeschaffung und zur Ergänzung der fachlichen Kenntnisse dienen. Und nicht zuletzt soll es allen an der Motorradtechnik Interessierten eine Quelle von nützlichen Informationen sein.

Bei einigen Texten haben wir aus Gründen der Lesbarkeit auf eine geschlechtsneutrale Formulierung verzichtet. Es sind jedoch immer beide Geschlechter im Sinne der Gleichbehandlung angesprochen.

Die Bauteile, Baugruppen und Systeme des motorisierten Zweirades werden in dem Buch unter Einbeziehung der naturwissenschaftlichen Grundlagen beschrieben. Dabei kommt es den Autoren darauf an, die technologischen Zusammenhänge mit verständlichen Worten und Sätzen aufzuzeigen und so die Wirkungsweise der komplexen Systeme des Motorrads verständlich zu machen.

Neu in der 5. Auflage

Die Inhalte wurden umfassend aktualisiert und erweitert. Im Fokus standen dabei der Nutzen für die Leserinnen und Leser sowie die detaillierte, aktuelle und anschauliche Informationsvermittlung.



Bilder und Tabellen online

Alle Bilder und Tabellen der **Fachkunde Motorradtechnik** stehen kostenlos in der EUROPATHEK zur Verfügung. Informationen zur Freischaltung finden Sie auf der vorderen Umschlaginnenseite.

Dank

Der Verlag und die Autoren bedanken sich bei den vielen Firmen und Behörden, die Text- und Bildmaterial zur Verfügung gestellt haben. Nur mit deren Hilfe konnte erst ein solches Fachkundebuch für Auszubildende entstehen. Besonderer Dank gilt den Firmen HONDA und BMW, die ihr fundiertes Ausbildungsprogramm zur Verfügung gestellt haben.

Wir wünschen allen Auszubildenden und den Leser/-innen, die sich beruflich fortbilden wollen, viel Freude und Erfolg mit diesem Buch.

Kritische Hinweise und Vorschläge, die der Weiterentwicklung der Fachkunde dienen, nehmen wir dankbar per E-Mail entgegen: lektorat@europa-lehrmittel.de.

Inhaltsverzeichnis

1	Krafträder	7
1.1	Historische Entwicklung von Krafträdern	7
1.2	Kraftradarten	10
1.2.1	Leichtmofas (Fahrräder mit Hilfsmotor)	10
1.2.2	Mofas und Mofaroller	10
1.2.3	Kleinkrafträder	11
1.2.4	Leichtkrafträder	11
1.2.5	Vierrädrige Leichtkraftfahrzeuge (ATVs)	11
1.2.6	Trikes	11
1.2.7	Motorroller	12
1.2.8	Motorräder	12
1.2.9	Motorradgespanne	15
1.3	Führerscheinrecht	16
1.4	Betriebserlaubnis	17
1.4.1	ABE für Fahrzeugteile	18
1.4.2	Unbedenklichkeitsbescheinigung	18
1.4.3	Einteilung der Kraftrad-Klassen nach der EG-Richtlinie	18
1.4.4	Fahrzeug-Identifizierung	18
2	Kraftradmotoren	20
2.1	Einteilung von Motoren	20
2.2	Physikalische und technische Grundlagen von Verbrennungsmotoren	21
2.2.1	Kolbenkraft, Drehmoment und Leistung	21
2.2.2	Hubverhältnis, Hubraumleistung und Leistungsgewicht	22
2.2.3	Motorkennlinien	22
2.2.4	Gas- und Massenkraft im Motor	23
2.2.5	Arbeitsprozesse des Verbrennungsmotors	27
2.3	Viertaktmotor	29
2.3.1	Arbeitsweise des Viertaktmotors	29
2.3.2	Ladungswechsel und Ventilsteuerung	31
2.3.3	Steuerdiagramm	32
2.4	Zweitaktmotor	33
2.4.1	Aufbau und Arbeitsweise des Zweitaktmotors	33
2.4.2	Spülverfahren	35
2.4.3	Steuerung des Zweitaktmotors	36
2.4.4	Vergleich von Zweitakt- und Viertaktmotor	38
2.5	Baugruppen und Bestandteile von Viertaktmotoren	39
2.5.1	Motorgehäuse und Zubehör	39
2.5.2	Kurbeltrieb	45
2.5.3	Starre Ventilsteuerung	54
2.5.4	Variable Ventilsteuerung	67
2.6	Zündung	70
2.6.1	Bauarten von Zündanlagen	70
2.6.2	Zündvoraussetzungen	77
2.6.3	Zündzeitpunkt und Zündverstellung	79
2.6.4	Einzelteile und Aufbau einer Zündanlage	82
2.7	Gemischaufbereitung	92
2.7.1	Verbrennung und Gemischaufbereitung	92
2.7.2	Vergaser	94
2.7.3	Kraftstoffanlage	101
2.7.4	Einspritzanlage	103
2.7.5	Fehlersuche und Diagnose	114
2.7.6	Bus-Systeme	118
2.8	Ansaugsystem	122
2.8.1	Saugrohraufladung	123
2.8.2	Luftfilter	125
2.8.3	Drosselklappe	125
2.9	Abgasanlage	126
2.9.1	Schallminderung	126
2.9.2	Abgasanlage Viertaktmotor	128
2.9.3	Abgasanlage Zweitaktmotor	128
2.9.4	Abgasreinigung	129
2.9.5	Abgasuntersuchung AUK	134
2.10	Motorschmierng	135
2.10.1	Schmierung von Zweitaktmotoren	135
2.10.2	Schmierung von Viertaktmotoren	138
2.11	Motorkühlung	143
2.11.1	Luftkühlung	144
2.11.2	Flüssigkeitskühlung	145
2.11.3	Ölkühlung	149
2.12	Kraftstoff und Schmieröl	149
2.12.1	Kraftstoffe für Ottomotoren	149
2.12.2	Kraftstoff-Additive	152
2.12.3	Schmieröle für Motor und Getriebe	153
2.12.4	Grundöle	155
2.12.5	Schmieröl-Additive	155
2.12.6	Klassifizierung von Motorölen	155
2.12.7	Zweitaktöle	157
2.12.8	Getriebeöle	157
2.12.9	Ölverbrauch	157
3	Antrieb	158
3.1	Primärانtrieb	158
3.2	Kupplung	159
3.2.1	Trockenkupplung	159
3.2.2	Mehrscheiben-Nasskupplung	160
3.2.3	Anti-Hopping-Kupplung	162
3.2.4	Fliehkraftkupplung	163
3.2.5	Kupplungsbetätigung	164
3.3	Schaltgetriebe	164
3.3.1	Funktion des Schaltgetriebes	165
3.3.2	Übersetzungsstufen	166
3.4	Automatische Getriebe	171
3.4.1	Teilautomatische Getriebe	171
3.4.2	Vollautomatische Getriebe	172
3.4.3	Variomatikgetriebe	174

3.5	Sekundärtrieb	176	5.4.4	Reifenbauarten	248
3.5.1	Zugmittelantrieb	176	5.4.5	Reifenkennzeichnung und gesetzliche Bestimmungen	250
3.5.2	Gelenkwellenantrieb	181	5.4.6	Reifen-Zusatzinformationen	251
4	Fahrwerk von Motorrädern	186	5.4.7	Auswuchten	252
4.1	Fahrwerksgeometrie	186	5.4.8	Aquaplaning	254
4.1.1	Radstand	186	6	Bremsen	255
4.1.2	Nachlauf	187	6.1	Begriffe und Vorschriften	255
4.1.3	Lenkkopfwinkel	187	6.1.1	Begriffe	255
4.1.4	Schwerpunkt	189	6.1.2	Gesetzliche Vorschriften	255
4.1.5	Schwingenwinkel	189	6.2	Physikalisch-technische Grundlagen des Bremsens	256
4.2	Fahrwiderstände	189	6.2.1	Bremskraft	256
4.2.1	Radwiderstand	190	6.2.2	Bremsmoment	256
4.2.2	Steigungswiderstand	193	6.2.3	Bremsenergie	256
4.2.3	Luftwiderstand	193	6.2.4	Bremsdauer, Bremsweg und Bremsleistung	257
4.2.4	Beschleunigungswiderstand	193	6.2.5	Statische und dynamische Radlastverlagerung	257
4.3	Rahmen	194	6.2.6	Umfangskraft und Schlupf	259
4.3.1	Standard-Bauarten von Rahmen	194	6.2.7	Kamm'scher Kreis	260
4.3.2	Rahmenwerkstoffe und Rahmenprofile	197	6.3	Bauarten von Bremsen	261
4.3.3	Rahmendiagnose	198	6.3.1	Trommelbremsen	262
4.4	Vorderradaufhängung und Lenkung	203	6.3.2	Scheibenbremsen	264
4.4.1	Teleskopgabel	203	6.4	Verbundbremsanlagen	271
4.4.2	Vorderradschwinge	207	6.5	Antiblockiersysteme	274
4.5	Lenkkopf	209	6.5.1	Funktionsbereiche ABS	274
4.5.1	Lenkkopflagerung	209	6.5.2	Einzelteile	274
4.5.2	Prüfen und Einstellen der Lagerung	212	6.5.3	Arbeitsweise	275
4.5.3	Demontage und Montage von Lenkkopflagern	213	6.6	Automatische Stabilitätskontrolle	280
4.6	Hinterradaufhängung	214	7	Fahrdynamik	281
4.6.1	Ausführungen von Hinterradaufhängungen	214	7.1	Wirkung der Kreiselkräfte	281
4.6.2	Hinterradfederungen	221	7.2	Phasen der Stabilisierung	282
4.7	Federung und Dämpfung	222	7.2.1	Instabiler Fahrzustand	282
4.7.1	Grundlagen der Federung	222	7.2.2	Stabiler Fahrzustand	282
4.7.2	Federelemente	223	7.2.3	Quasistabiler Fahrzustand	283
4.7.3	Dämpfung	226	7.3	Einfluss von Hinterrad und Motorenteilen	283
4.7.4	Dämpfer im Zentralfederbein	228	7.4	Störungen der Eigenstabilität	284
4.7.5	Dämpfer in der Teleskopgabel	233	7.4.1	Lenkerflattern	284
4.7.6	Wartung von Feder-Dämpfer- Einheiten	238	7.4.2	Lenkerschlagen	285
4.7.7	Einstellung von Federung und Dämpfung	238	7.4.3	Pendeln	285
4.7.8	Elektronische Fahrwerke	240	7.5	Kurvenfahrt	286
5	Räder und Reifen	241	7.5.1	Kurvenfahrt mit konstanter Geschwindigkeit	286
5.1	Laufräder	241	7.5.2	Einleiten und Beenden der Kurvenfahrt	290
5.1.1	Guss- und Schmiederäder	241	7.5.3	Schräglaufwinkel	291
5.1.2	Speichenräder	242	7.5.4	Untersteuern, Übersteuern	292
5.1.3	Verbundräder	244	7.5.5	Fahrstile in der Kurve	292
5.2	Felgen	244	7.5.6	Bremsen in der Kurve	293
5.3	Nabe	245			
5.4	Motorradreifen	246			
5.4.1	Reifenmechanik	246			
5.4.2	Bauarten von Motorradreifen	247			
5.4.3	Aufbau von Motorradreifen	247			

7.6	Aerodynamik und Verkleidung	293	10.1.4	Schutz von minderjährigen Beschäftigten	369
7.6.1	Formen des Luftwiderstandes.	294	10.1.5	Erste Hilfe	370
7.6.2	Aufstell- und Seitenwindmoment.	296	10.1.6	Brandschutz	370
7.6.3	Verkleidungen.	297	10.2	Umweltschutz	370
8	Elektrische Anlage	298	10.2.1	Kennzeichnung und Transport von Abfällen	371
8.1	Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik	298	10.2.2	Lagerung von Abfällen	372
8.1.1	Elektrische Größen.	298	10.2.3	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	373
8.1.2	Berechnung elektrischer Größen	301	10.2.4	Chemikaliengesetz (ChemG)	373
8.1.3	Messen elektrischer Größen	302	10.2.5	Verpackungsgesetz (VerpackG)	373
8.1.4	Schaltungen	305	11	Betriebsorganisation, Wirtschaftskunde	374
8.1.5	Bauelemente.	307	11.1	Grundlagen des Wirtschaftens	374
8.2	Ladesystem, Stromspeicher und Starter	322	11.1.1	Bedürfnisse	374
8.2.1	Generator (Lichtmaschine)	322	11.1.2	Bedarf und Nachfrage	374
8.2.2	Gleichrichter und Regler	333	11.1.3	Wirtschaften	374
8.2.3	Messungen im Ladestromsystem.	337	11.1.4	Der Markt	375
8.2.4	Fahrzeugbatterie.	340	11.2	Betrieb, Unternehmen, Konzern und Holding	376
8.2.5	Startervorrichtungen	345	11.2.1	Merkmale der Unternehmung.	376
8.3	Beleuchtungs- und Signalanlage	352	11.2.2	Rechtsformen	376
8.3.1	Leuchtmittel	352	11.2.3	Organisation eines Betriebes	378
8.3.2	Scheinwerfersysteme	355	11.2.4	Lagerhaltung.	379
8.3.3	Schaltschema Beleuchtungsanlage	356	11.2.5	Auftragsabwicklung	380
9	Bedienelemente und Komfortsysteme	359	11.2.6	Das Management von Unfallschäden.	382
9.1	Schnittstellen	359	11.2.7	Die Ware	385
9.1.1	Klassifikation von Schnittstellen.	359	11.3	Kostenrechnung	387
9.2	Anzeigeelemente und Bedienelemente	360	11.3.1	Zuschlagskalkulation	387
9.2.1	Klassifikation von Anzeigen.	360	11.3.2	Deckungsbeitragsrechnung.	388
9.2.2	Bauformen	361	11.3.3	Handelskalkulation	389
9.2.3	Geschwindigkeitsmessgerät (Tachometer)	361	11.3.4	Vor- und Nachkalkulation	390
9.2.4	Drehzahlmesser	362	12	Recht	391
9.2.5	Temperaturanzeigen	362	12.1	System unseres Rechts	391
9.2.6	Öldruckanzeige/Ölstandsanzeige	362	12.2	Wichtige Rechtsgebiete für das Zweirad-Handwerk	391
9.2.7	Bedienelemente	362	12.2.1	Eigentum; Besitz.	391
9.3	Komfort- und Assistenzsysteme	364	12.2.2	Verträge.	392
9.3.1	Heizsysteme	364	12.3	Gewährleistung; Beweislast; Fristen	395
9.3.2	Navigation.	364	12.3.1	Handelsgeschäfte („B2B“)	395
9.3.3	Gepäcksysteme	365	12.3.2	Verbrauchsgüterkauf („B2C“)	395
9.3.4	Sicherheits- und Assistenzsysteme.	366	12.3.3	Hersteller	396
10	Arbeitsschutz, Umweltschutz	368	12.4	Garantie	397
10.1	Arbeitsschutz	368	12.5	Kulanz	398
10.1.1	Gefährdungsbeurteilung	368	12.6	Allgemeine Geschäftsbedingungen	398
10.1.2	Maschinen und Geräte.	369	13	Bildquellenverzeichnis/ Sponsoren	399
10.1.3	Überwachung des Arbeitsschutzgesetzes	369	14	Fachwörterbuch	402
			15	Sachwortverzeichnis	414

1 Krafträder

Krafträder sind mit Ausnahme von Motorradgespannen Einspurfahrzeuge.

1.1 Historische Entwicklung von Krafträdern

Als erstes motorisiertes Zweirad der Welt gilt der Reitwagen (**Bild 1**) von *Gottlieb Daimler*. Zusammen mit *Wilhelm Maybach* montiert er 1885 einen kleinen 0,5-PS-Einzylindermotor in ein hölzernes zweirädriges Fahrzeug.



Bild 1: Daimler-Reitwagen

Als Antrieb verwendeten sie einen Benzinmotor mit Glührohrzündung (**Bild 2**). Um den Motor in Gang zu setzen, wird unter dem Glührohr eine Flamme entzündet. Der Brenner erhitzt das Glührohr, das eine Verbindung zum Verbrennungsraum hat. Ist hier die Temperatur hoch genug, kann der Motor mittels einer Kurbel angeworfen werden.

Das Einlassventil öffnet bei der Abwärtsbewegung des Kolbens durch den entstehenden Unterdruck und schließt beim Durchgang des Kolbens durch den oberen Totpunkt mithilfe der Schließfeder. Das Auslassventil wird durch einen Nocken betätigt.

Heutzutage findet man Motoren mit ähnlichem Arbeitsprinzip noch als Kleinstmotoren im Modellbau.

Für das als Brennstoff benutzte Benzin entwickelt Maybach einen speziellen Vergaser, der für eine konstante Gemischzusammensetzung sorgt.

Der Reitwagen von Daimler bleibt als Versuchsfahrzeug ein Einzelstück.

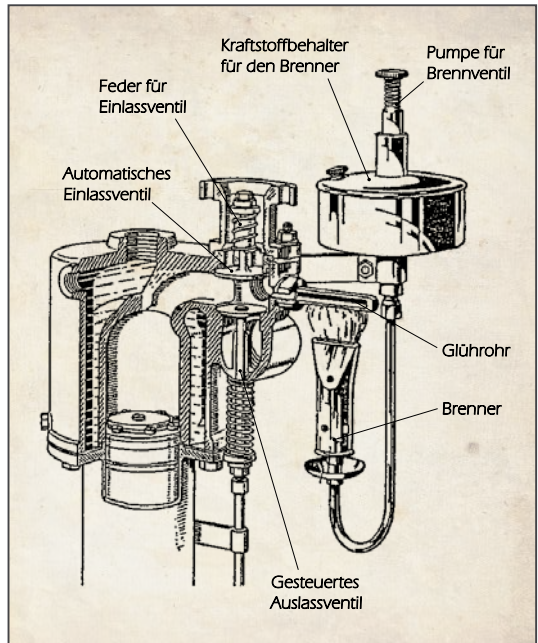


Bild 2: Motor mit Glührohrzündung

Neun Jahre später bauen *Hildebrand* und *Wolfmüller* das weltweit erste Serienmotorrad (**Bild 3**) und erhalten das Patent mit der Bezeichnung „Motorrad“. Der Zweizylindermotor mit 1490 cm³ Hubraum und Wasserkühlung leistet 2,5 PS. Über Pleuelstangen wird das Hinterrad angetrieben, das gleichzeitig als Schwingscheibe dient.



Bild 3: Das Hildebrand- und Wolfmüller-Motorrad mit Glühzündung

Die Zündtechnik erweist sich als zu unhandlich und wird um 1900 von elektrischen Zündmechanismen ersetzt. Damit ist der Siegeszug des Motorrads nicht mehr aufzuhalten.

1887 baut *Robert Bosch* eine Magnetzündung für Verbrennungsmotoren, die aber noch im Niederspannungsbereich mit einem Abreißfunken arbeitet. Erst 1902 mit dem Bau der Hochspannungszündung (**Bild 1**) in Verbindung mit einer Zündkerze, wie sie auch heute noch bekannt ist, verbessern sich die Verbrennungsmotoren.

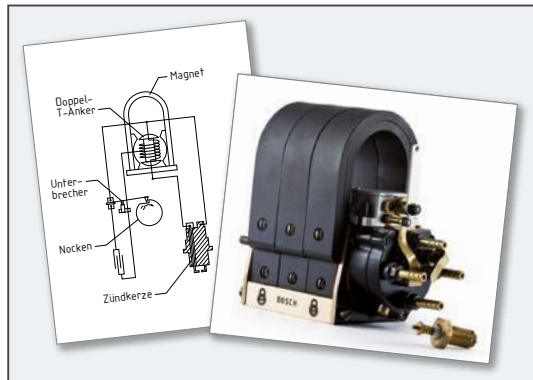


Bild 1: Hochspannungs-Magnetzündung (Fa. Bosch, 1902)

1889 erfindet *John Dunlop* den Luftreifen. Die Gummivulkanisation hatte der Amerikaner *Charles Goodyear* schon im Jahr 1839 entwickelt.

1893 erfindet *Maybach* den Spritzdüsenvergaser, der nach dem Venturiprinzip arbeitet. Dabei wird der Kraftstoff nicht mehr von einem Oberflächenvergaser aufbereitet, sondern über kalibrierte Düsen bemessen.

Weitere wesentliche Entwicklungen gingen vom Ausland aus:

- Frankreich. Die Gebrüder *Michael* und *Eugen Werner* entwickeln 1899 Rahmenformen, in denen der Motor integriert ist.
- Belgien. Das erste Vierzylinder-Motorrad mit Kardanwelle der Firma F.N. entsteht 1904.
- England. *Alfred Scott* baut 1908 Zweitakt-Motorräder mit Kickstarter und Bremse.
- USA. Die Firma *Indian* baut 1914 Motorräder mit elektrischem Anlasser und elektrischer Beleuchtung. Bis zum Ersten Weltkrieg ist Indian die weltweit größte Motorradfabrik¹.

Die Popularität des Fahrrades, die um die Jahrhundertwende einen Höhepunkt hat, überträgt sich schnell auf das Motorrad.

Zwischen 1901 und 1906 gibt es in Deutschland 36 Betriebe, die Motorräder produzieren. In Frankreich sind es ebenso viele, in England etwa 25

und in den USA 50. Zeitweilig fahren auf Deutschlands Straßen mehr Motorräder als Autos: 1907 verzeichnet die Statistik 15700 Motorräder und 10115 Automobile. In dieser Zeit ist das Motorrad billiger in der Anschaffung, Reparatur und Unterhalt als das noch sehr teure Automobil.

Zu den vielen Motorradherstellern und Firmengründern gehören auch *Royal Enfield* in Chennai (Indien, 1901) und *Harley-Davidson* in Milwaukee (USA, 1903). Damit ist Harley-Davidson eine der ältesten Motorradfabriken der Welt.

Die erste Harley Davidson hat einen seitengesteuerten Einzylindermotor mit 3 PS Leistung. Der Antrieb erfolgt über einen breiten Lederriemen (**Bild 2**).



Bild 2: Die erste Harley

Eine weitere Steigerung der Motorradproduktion bringt der Erste Weltkrieg, wobei sich das Motorrad dort bewährt, wo das Automobil nicht hinkommt.

Auch in der Zeit zwischen den beiden Weltkriegen gibt es in Deutschland mehr Motorräder als Automobile: 1938 sind es 1,5 Millionen gegenüber 1,3 Millionen Automobilen. Der Motorradsport fasziniert die Massen und verhilft dem Motorrad zu weiteren Verkaufserfolgen.

Die Firma *Krupp* (Essen) baut 1919 den ersten Motorroller deutscher Produktion. 1922 folgt das DKW-Sesselmotorrad „Losmos“ mit einem blechverkleideten Motor, 142 cm³ Hubraum, Riemenantrieb und Vorderradfederung mit Kurzschwinge (**Bild 3**).



Bild 3: Sesselmotorrad Losmos

¹ Später produziert Harley Davidson weltweit die meisten Motorräder, gefolgt von DKW (ab 1928) und NSU (ab 1945). Heute sind japanische Hersteller die führenden Motorradproduzenten.

Mit dem Ende des Zweiten Weltkrieges beginnt die nächste Motorisierungswelle. Auch jetzt erweist sich das Motorrad als Transportgefährt „des kleinen Mannes“, denn Automobile sind Mangelware und teuer im Unterhalt. Die meisten Motorräder jener Zeit haben leichte, einfach gebaute Motoren mit häufig weniger als 200 cm³ Hubraum. In den 50er und 60er Jahren sind es die „Scooter“ (Roller) mit den Marktführern Vespa und Lambretta, die weite Verbreitung finden.

Mit dem Anstieg des Wohlstandes und dem Aufkommen von billigen Kleinwagen erlebt die Motorradindustrie einen starken Umsatzrückgang. Viele Firmen geben die Produktion auf. 1977 sind in der BRD nur noch 133 000 Motorräder zugelassen.

Das nutzen die Japaner und besetzen mit Honda, Yamaha, Suzuki und Kawasaki weltweit die Marktlücke. Eine neue Philosophie macht sich zuerst in den USA breit: Das Motorrad ist nicht mehr das Fortbewegungsmittel des kleinen Mannes, der sich kein Auto leisten kann, sondern es ist ein Freizeitmobil, das Unabhängigkeit und Fahrvergnügen verkörpert. Hinzu kommt bei vielen kaufinteressierten Personen die Begeisterung für ein besonders hochwertiges technisches Produkt (**Bild 1**).



Bild 1: BMW K 1300 R

Das Motorrad als Zweitfahrzeug wird für viele eine Selbstverständlichkeit und in dieser Phase erlebt auch der Motorroller einen neuen Aufschwung.

1985 sind wieder rund 1 Millionen Motorräder zugelassen, im Jahr 2003 sind es rund 3 Millionen oder 7 % der Bestandszahlen von Pkw.

In letzter Zeit stagnieren in Deutschland die Zulassungszahlen von Motorrädern. Der Grund liegt nicht nur in schärferen Gesetzen hinsichtlich der Abgas- und Geräuschemission und des Kraftstoffverbrauchs, eher in der wirtschaftlichen Rezession. Motorradfahren ist für viele zu einem teuren Vergnügen geworden.

Ob das Motorrad oder der Motorroller zur Lösung der Verkehrsprobleme – besonders in Innenstädten – beitragen kann, bleibt abzuwarten. Neben der großen Wendigkeit kann hier der geringe Bedarf an Verkehrsfläche (**Bild 2**) ein Vorteil sein.

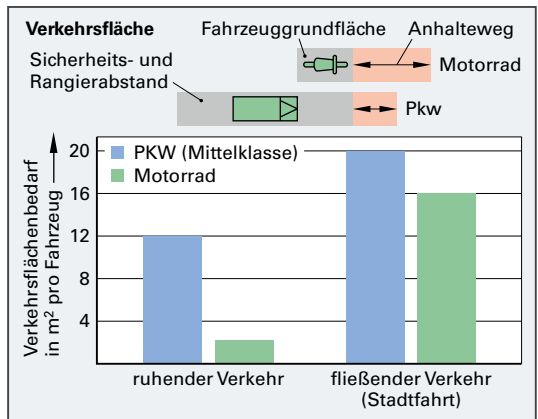


Bild 2: Verkehrsflächenbedarf Auto/Motorrad

Der Trend im Motorradbau geht in Richtung zu mehr Hubraum, mehr Leistung und weniger Gewicht. Die Leistungen der Motoren haben sich in den letzten 30 Jahren mehr als verdoppelt (**Bild 3**).

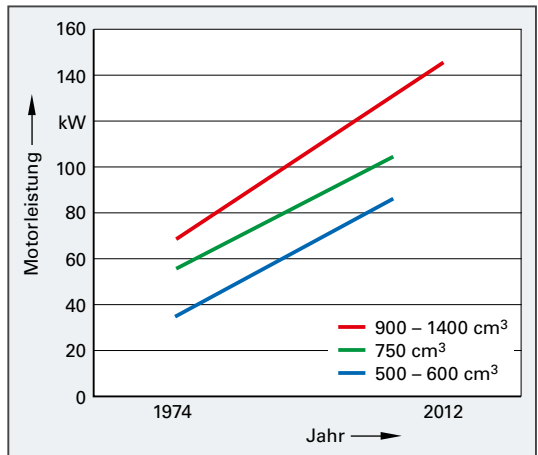


Bild 3: Steigerung der Motorleistung von 1974 bis 2012

Trotz steiferer Rahmen und Hinterradfürungen, größerer Bremsen, breiterer Reifen und Räder, Verkleidungen und erheblich mehr an Ausstattung hat sich auch das Leistungsgewicht mehr als verdoppelt.

Das **Leistungsgewicht** (richtiger ist die Bezeichnung Masse-Leistungs-Verhältnis) ist der Quotient aus der Masse und der Leistung des Motorrades. Es wird in Kilogramm Leergewicht (einschließlich gefülltem Tank) pro Nennleistung angegeben.

Beispiel: Die BMW S 1000 RR mit einem Leergewicht von 209 kg und einer Nennleistung von 142 kW (193 PS) weist ein Leistungsgewicht von 1,47 kg/kW auf. Wird das „Trockengewicht“ ins Verhältnis gesetzt, beträgt das Leistungsgewicht 1,29 kg/kW.

Der Gesetzgeber nutzt den Kehrwert des Leistungsgewichts: Die Leistungsdichte bzw. die spezifische Leistung in kW/kg. Beispiel: In der Führerscheinklasse A1 (Mindestalter 16 Jahre) dürfen Leichtkrafträder mit einer spezifischen Leistung von höchstens 0,1 kW/kg gefahren werden (Mindestgewicht 110 kg, Höchstleistung 11 kW). Neu seit Januar 2013 in der Klasse A1: Es gibt keine Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit mehr.

Die im Verhältnis zum Pkw höhere spezifische Leistung ermöglicht Beschleunigungswerte von weniger als 3 Sekunden von 0 auf 100 km/h und Geschwindigkeiten von über 300 km/h.

In Europa haben sich die Importeure und Hersteller eine freiwillige Geschwindigkeitsobergrenze von 299 km/h auferlegt, um einer gesetzlichen Regulierung entgegenzuwirken.

Die rasante technische Entwicklung der Automobile überträgt sich zunehmend auf das Motorrad. Fahrassistenzsysteme wie ABS, Verbundbremsen und Antriebsschlupfregelung sind größtenteils Standard.

Die Begrenzung der Schadstoffemissionen und der Geräuscentwicklung verlangen neue Motor-konzeptionen. Um dem nachzukommen, befinden sich schon Flüssiggas-Anlagen für Motorräder in der Erprobung.

Aerodynamisch optimierte Verkleidungen (**Bild 1**) verringern den Luftwiderstand und den Kraftstoffverbrauch und verbessern den Fahrkomfort. Informationssysteme (Reifendruckanzeige, Motorölqualität) und Komfortelemente (Navigation und Kommunikation) sind bereits jetzt als Sonderausstattung erhältlich und gehören in naher Zukunft zur Standardausrüstung.



Bild 1: Motorrad der Zukunft¹

1.2 Kraftradarten

In der Straßenverkehrs-Zulassungsordnung (StVZO) § 18 ist festgelegt, dass Kraftfahrzeuge mit einer bauartbestimmten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 6 km/h auf öffentlichen Straßen nur gefahren werden dürfen, wenn sie eine Betriebserlaubnis (bzw. EG-Typgenehmigung) und von der Zulassungsstelle ein amtliches Kennzeichen erhalten haben.

1.2.1 Leichtmofas (Fahrräder mit Hilfsmotor)

Leichtmofas sind motorisierte Zweiräder, die in ihrer Bauart vom Fahrrad abgeleitet sind (**Bild 2**).



Bild 2: Leichtmofa mit Verbrennungsmotor (Saxonette Salux Fa. Sachs Fahrzeug und Motorentechnik)

Das Gewicht darf 30 kg nicht überschreiten und die Reifengröße muss zwischen 26 und 28 Zoll liegen.

Der Antrieb kann über eine elektrische Antriebsmaschine oder einen Verbrennungsmotor erfolgen, wobei die maximale Höchstleistung 500 Watt, der Hubraum 30 cm³ und eine Geschwindigkeit von 20 km/h nicht überschritten werden darf.

1.2.2 Mofas und Mofaroller

Das Wort **Mofa** ist abgeleitet von „Motorisiertes Fahrrad“. Im Gegensatz zum Fahrrad, das mit Muskelkraft angetrieben wird, besitzt das Mofa meist einen Verbrennungsmotor² (**Zweitaktmotor Bild 1, Seite 11**), dessen Hubraum 50 cm³ nicht überschreiten darf. Die Antriebskraft wird über eine Kette oder einen Riemen auf das Hinterrad oder eine Reibrolle auf das Vorderrad übertragen.

Fast alle modernen Mofas haben Vollautomatik, d. h. Kuppeln und Schalten ist nicht notwendig.

¹ Quelle: Projekt HONDA OBREE

² Möglich ist auch ein Elektromotor < 1 kW Nennleistung