

Kunstuniversität Linz

Universität für künstlerische und industrielle Gestaltung Linz

Hauptplatz 8 4020 Linz Austria

Institut 1 Architektur und Industrial Design

Studienrichtung Industrial Design

Zweirad

Fokussierung zu einer Motorrad-Studie,
als realistischer Ideenträger

Werner Daxberger

Diplomarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades Mag. Art.

Betreut von Prof. Dr. Michael Stratmann (†)

Dr. Bernhard Rothbacher

Bernd Stelzer

Linz 2003

Abstract

Die Betrachtung der wechselhaften, geschichtlichen Entwicklung des Zweirades wird auf das Motorrad hingeführt. Aus Umweltsicht bietet das Motorrad Chancen. Als reines Freizeitgerät birgt es die Gefahr, klimaschädigendes Verhalten zu fördern. Der Markt gliedert sich in die Fahrzeugkategorien Straße und Gelände, sowie Sport, Reisen und Freizeit.

Beim Blick auf die Motorrad-Technik eröffnet eine Untersuchung der Energieträger neue Möglichkeiten des Einsatzes. Autogas bietet als umweltfreundlicher Treibstoff eine realistische Ergänzung zum Benzin. Der Ottomotor, als klassisches Herz des Motorrades, kann mittelfristig mit dieser Methode erhalten bleiben. Die Analyse der Fahrwerkstypen zeigt, dass die Achsschenkel-Lenkung funktional viele Vorteile bietet. Eine der vielen Aufgaben der Karosserie ist es, aerodynamisch zu stabilisieren. Zu den besonderen Gestaltungsanforderungen im Motorrad-Design zählt der fließende Übergang von Karosserie, Funktionsteilen und sichtbarer Technik. Ein Großteil der Bauteile muss daher ergonomische Anforderungen erfüllen.

Der Ausblick in die Zukunft zeigt eine automatische Anpassung der Maschine an die Fahrerbedürfnisse und Fahrbahnbedingungen. Möglich wäre auch eine Verschmelzung von virtuellem und realem Fahrerlebnis bei leiseren Fahrzeugen, die wahrscheinlich von Elektromotoren mit Wasserstoff-Brennstoffzelle angetrieben werden. Passive Sicherheit könnte mit einem Notfall-Hilferuf-System verbessert werden.

Die Diplomarbeit führte zu einer Motorradstudie, geplant als realistischer Ideenträger, welche individuelles, sportliches Fahren auf unterschiedlichen Streckenbedingungen, mit möglichst wenig Beeinträchtigung der Umwelt, bei größtmöglicher Sicherheit für Fahrer und andere Verkehrsteilnehmer, verspricht. Das Fahrzeug hat einen dynamischen, kantigen Formencharakter mit ergonomisch günstigen, flachen Flächenübergängen, an den Schnittstellen Mensch-Maschine.

Abstract

The view to the changeable historical development of the bicycle will be led to the motorcycle. In the aspect of environment the motorcycle offers chances. As a pure leisure-equipment, it holds the risk, to support a climatic damaging behaviour. The market is divided in the vehicle-categories road and off-road, as well as sport, travel and leisure.

At the view of the motorcycle-technology, an examination of the energy-sources, shows new possibilities of use. Liquefied-petroleum-gas (LPG), as an environmentally friendly fuel, offers a realistic completion of petrol. The otto-engine, as a classical heart of the motorcycle, can be alive on the medium-term, with this method. The analysis of the chassis shows, that axel-leg-steering has functional a lot of benefits. One of the many tasks of the body is it, to stabilize aerodynamic. To the especially arrangement-demands at the motorcycle-design counts the flowing transition of body, functional parts and viewable technical components. The most parts have therefore to fulfil ergonomic demands.

A view to the future shows an automatic adaptation of the motorcycle to the needs of the driver and of the road. Possible is also a Mix of virtual and real drive-performance, at quiet vehicles, which probably will be powered by electric motors with fuel-cell. Passive safety could be improved by an emergency-call-system.

The diploma thesis bicycle, led to a Motorbike-study, designed as a realistic carrier of ideas, which promises individual, sporting riding on several courses, with less as possible injuring environment, on the most possible safety for rider and other road user. The vehicle has a dynamic, edged stylistic character, with ergonomic favourable, flat surface-transitions, at the interfaces man-machine.

Inhaltsverzeichnis

1	Das Thema Zweirad	6
1.1	Was ist ein Zweirad ?	6
1.2	Den Kern finden	7
1.3	Vom Allgemeinen zum Besonderen	8
2	Betrachtungen um das Zweirad	8
2.1	Geschichtliche Entwicklung des Zweirades	8
2.2	Die Sicht der Gesellschaft	18
2.3	Motorrad und Umwelt	19
2.4	Viele Marktsegmente	20
3	Motorrad-Technik	32
3.1	Mögliche und sinnvolle Energieträger	32
3.2	Der Motor als Herz des Motorrades	34
3.3	Das Fahrwerk zwischen Fahrzeug und Straße	35
3.4	Die Karosserie erfüllt viele Aufgaben	42
4	Gestaltungsanforderungen im Motorrad-Design	44
4.1	Besonderheiten des Motorrad-Designs	44
4.2	Allumfassende Ergonomie	45
5	Zusammenfassung	47
6	Zukunftsvisionen	48

Inhaltsverzeichnis

7	Durchführung einer Motorradstudie	50
7.1	Das Ziel ist ein anspruchsvolles Motorrad	50
7.2	Vorentwürfe führen zum Ziel	52
7.3	Designkonzept: Sportlichkeit und Vernunft	58
7.3.1	<i>Schnittstellen Mensch-Maschine</i>	58
7.3.2	<i>aktive und passive Sicherheit</i>	59
7.3.3	<i>Bivalenter Treibstoff (Autogas/Benzin)</i>	60
7.3.4	<i>Achsschenkel-Lenkung</i>	60
7.3.5	<i>Zwei-Zylinder- V-90°Viertaktmotor</i>	61
7.3.6	<i>Kombibauteil Abgasanlage</i>	61
7.4	Designkonstruktion	64
7.5	CAD-Konstruktion	67
7.6	Modellbau	68

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Literaturverzeichnis

Internetressourcen

1 Das Thema Zweirad

Mein Ziel war es, mein bestehendes Wissen und Interesse für das Thema zu nutzen und es mit dem Gelernten aus dem Studium mit dem Diplom zusammenzubringen. Aus Industrie-Designer-Sicht bietet das Motorrad ein breites Betätigungsfeld, weil sowohl anspruchsvolle Exterieur-Formen gefordert sind, die mit den Funktionsteilen fließend übergehen, aber auch technische Elemente sichtbar sind, welche gestaltet werden.

1.1 Was ist ein Zweirad ?

Fortbewegung ist für Tiere und Menschen sehr wichtig. Für uns Menschen, als Zweibeiner ist das Zweirad ein sehr unmittelbares Hilfsmittel, gleichsam eine Krücke auf Rädern. Mit vergleichsweise geringen Mitteln, wird ein großer Effekt erzielt.

Wann spricht man von einem Zweirad, wann hört ein Fahrzeug auf ein Zweirad zu sein? Auf der einen Seite steht der Tretroller, der zwar einspurig ist und zwei Räder hat, aber auf dem man nicht sitzt sondern steht. Das Fahrrad gilt als vollwertiges Zweirad. Es wird vom Fahrer mit Pedalen angetrieben und man sitzt darauf. Das Motorrad ist ebenfalls ein Zweirad, es wird von einem Motor angetrieben. Auf der anderen Seite ist das Auto. Es ist zweispurig und hat vier Räder und somit kein Zweirad mehr. Was macht das Zweiradfahren aus: Die Reitersitzposition a u f dem Fahrzeug - im Gegensatz zum Auto wo man i m Auto sitzt. Die Kurvenschräglage, so dass die Fliehkraftwirkung in Körperlängsrichtung wirkt. Dem Fahrtwind Ausgesetztsein. Die Mensch-Maschine-Schnittstellen: Fuß, Hand und Gesäß.

Als Zweirad, welches diese Punkte am Meisten erfüllt, erschien mir das Straßen-Motorrad, welches als Freizeitgerät ein hohes Maß an Körpereinsatz zulässt und gleichzeitig als Verkehrsmittel viele Vorteile

bietet. Der Begriff "Zweirad" wird von mir verwendet, wenn es erforderlich ist das Thema weiter zu fassen. Das Wort "Motorrad" erklärt sich eigentlich von selbst.

1.2 Den Kern finden

Diese Feststellung sollte in meiner Diplomarbeit die Ausgangsbasis bilden. Ziel ist es, bedeutsame Ergebnisse für das Motorrad-Design zu gewinnen, welche in einer Motorradstudie, die als Ideenträger dient, Ausdruck finden. Es ist die Suche nach dem Kern des Zweiradfahrens.

1.3 Vom Allgemeinen zum Besonderen

Die Diplomarbeit enthält einen theoretischen und einen praktischen Teil. Die Theorie beinhaltet Betrachtungen der Geschichte des Zweirades, die Sicht der Gesellschaft, Umweltaspekte und eine Marktanalyse. Dazu zählen bevorzugte formale Stile, Produktkategorien und Konstruktionskonzepte. Neben dem Angebot analysierte ich die Benutzerseite und konnte ein Benutzergruppenprofil erstellen. Es folgt eine Untersuchung der Motorrad-Technik. Danach erläutere ich die Gestaltungsanforderungen im Motorrad-Design mit Blick auf die Ergonomie. Die Zusammenfassung dieser Punkte mündet in die möglichen Zukunftsvisionen. Nicht Denken in Fahrzeugkategorien, sondern denken in Gebrauchssituationen.

Daraus ergibt sich der Praktische Teil, der zu einer Motorradstudie führte, mit dem Design-Konzept und der Design-Konstruktion mit CAD (Computer Aided Design) und schließlich dem Design-Modell, welches im Maßstab 1:4 erstellt wurde um eine dreidimensionale Beurteilung des Ideenträgers vornehmen zu können.

2 Betrachtungen um das Zweirad

2.1 Geschichtliche Entwicklung des Zweirades

Fahrrad, Motorrad und Auto haben gleiche Wurzeln. Die Draisine - das **Lauftrad** - war das erste Zweirad. So gesehen der Urahn von Fahrrad und Motorrad. Aber auch für die Entwicklung des Autos war es von Bedeutung, weil es ein Fahrzeug ohne Pferdeantrieb war. Es wurde **vom Fahrer selbst angetrieben**. Also könnte man, dem Begriff nach, von einem ersten Automobil sprechen. In der Folge entwickelten sich Fahrrad, Motorrad und das Automobil getrennt. Später spielte das Lauftrad als Fahrzeug keine nennenswerte Rolle mehr. Es kam immer wieder zu Überschneidungen in den Fahrzeugkategorien. Dreirädrige Fahrzeuge, die halb Fahrrad oder Motorrad waren und halb Auto. Bei der Betrachtung der Geschichte des Zweirades wird ein Schwerpunkt auf das Motorrad gelegt.

2.1 Geschichtliche Entwicklung des Zweirades

Am Beginn der Entwicklung des Motorrads erscheint dieses als Fahrzeug für „Sonderlinge“. Ein **Luxusgerät** das sich nur wenige leisten können.

"Die Motorradfahrer hatten schnell das schlechte Image der umherziehenden Fahrenleute: Man verteufelte sie und hatte Angst vor ihnen, was in gewissem Sinne bis heute so ist." (Holfelder, Moritz, S.21, 1998)

Industrialisierung

1860

Dampfantrieb

Ottomotor

1880

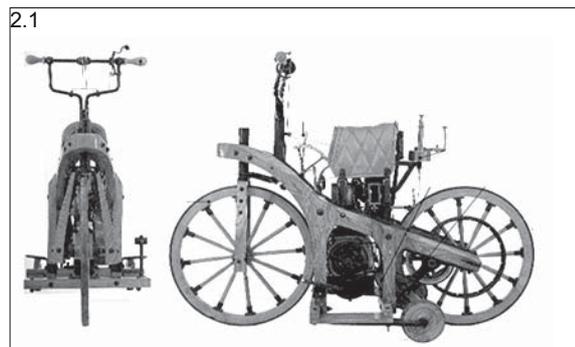


Abb. 2.1 **Daimler Motorrad, Deutschland 1885**
(Wilson, Hugo, S.9, 1999)
Holzrahmen, Verbrennungsmotor, und zwei Räder mit Stützrädern. Dieses Fahrzeug wird in der Geschichte als erstes Motorrad bezeichnet.

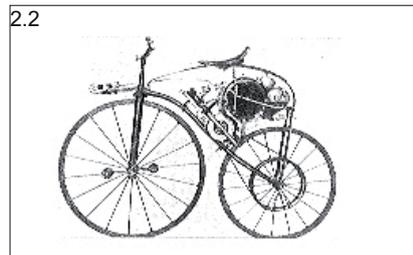


Abb. 2.2 **Michaux-Perreaux Veloziped, Frankreich Ende 19. Jahrhundert** (Wilson, Hugo, S.8, 1999)
Erstes motorisiertes Zweirad mit Dampfmaschine.



Abb. 2.3 **Copeland Dampf-Fahrrad, USA 1894**
(Wilson, Hugo, S.8, 1999)
Metallrahmen und Dampfantrieb als früher Versuch eines Motorrads mit vorne angeordnetem Motor.

2.1 Geschichtliche Entwicklung des Zweirades

In den 1920er Jahren entstanden die meisten bis heute gängigen technischen Konzepte. In dieser Zeit gab es einen großen **Boom** in der Motorradbranche. Das Motorrad wandelte sich vom Luxusgerät zum **Massenfahrzeug**. Das Militär erkannte das Potenzial dieses Fahrzeug.

"Deutsche Motorrad-Firmen wie Victoria, Wanderer oder vor allem NSU hatten sich frühzeitig darum bemüht, das Heer auszurüsten zu dürfen, sich also dort Absatzmärkte zu schaffen, wo - um es vornehm auszudrücken - ein hoher Materialverschleiß die Nachfrage ganz beträchtlich steigern konnte. (Holfelder, Moritz, S. 38, 1998)

1900



Abb. 2.4 **Scott mit Zweitaktmotor, England 1905** (Wilson, Hugo, S.13, 1999)
Wassergekühlter Zweitaktmotor mit Magnetzündung, Telegabel, Sekundärtrieb mittels Kette, Zweiganggetriebe und Kickstarter.

1910



Abb. 2.5 **Temple-Anzani Rekordmaschine, Großbritannien 1923** (Wilson, Hugo, S.79, 1999)
Motor als zentrales Element

1920

Experimente



Abb. 2.6 **Böhmerland, Tschechoslowakei 1927** (Wilson, Hugo, S.135, 1999)
3-Personen-Motorrad. Eigenwillige Gestaltung. Der Rahmen als dominantes Element.

2.1 Geschichtliche Entwicklung des Zweirades

Motorradfahren wird in Deutschland vom Nationalsozialismus **ideologisiert**.
Technisch werden die Fahrzeuge weiter optimiert.

"...das Volk in weiten Teilen mit der eben erst gewonnenen Beweglichkeit und Motorisierung identifizierte. Also vereinnahmte das nationalsozialistische Regime alles und jeden, wenn es darum ging, die Mobilität zu feiern. "
(Holfelder, Moritz, S.58, 1998)



Abb. 2.7 **Scott TT Replica, Großbritannien 1930**
(Wilson, Hugo, S.86, 1999)



Abb. 2.8 **AJS Kompressor V4, Großbritannien 1939**
(Wilson, Hugo, S.64, 1999)

1930

Kriegsbedingte Innovationsflaute

1940 ^{Styling}

II. Weltkrieg

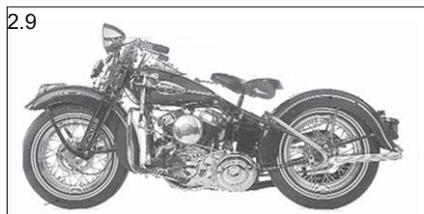


Abb. 2.9 **Harley-Davidson WL, USA, 1941**
(Wilson, Hugo, S.21, 1999)
750er V-Twin, 4-Takt, Auf Bequemlichkeit ausgelegte Maschine. Dieses Erscheinungsbild prägt die Harley-Motorräder bis heute.

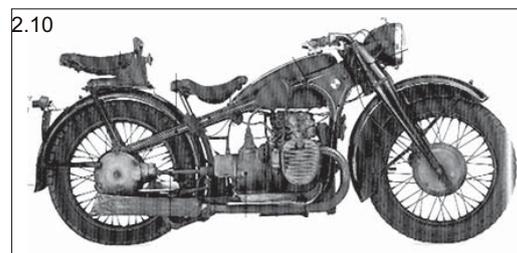


Abb. 2.10 **BMW R 12, Deutschland 1935**
(Wilson, Hugo, S.44, 1999)

2.1 Geschichtliche Entwicklung des Zweirades

Nach dem zweiten Weltkrieg floriert die Wirtschaft und das Motorrad wird zum praktischen Massenverkehrsmittel.

"Bevor dann ab 1957 das Auto für einige Zeit in der Prioritätenliste der Deutschen ganz oben stand, wurde das sehr viel billigere Motorrad gekauft,...1953 wurde in Westdeutschland ein gutes Viertel (!) des Weltbestandes an Motorrädern registriert" (Holfelder, Moritz, S. 77, 1998)



Abb. 2.12 **NSU Supermax, Deutschland 1957**
(Wilson, Hugo, S.57, 1999)



Abb. 2.14 **Velocette LE Mark 3, Großbritannien 1960**
(Wilson, Hugo, S.81, 1999)



Abb. 2.12 **BMW R 69 S, Deutschland 1961**
(Wilson, Hugo, S.46, 1999)



Abb. 2.13 **Norton Manx 3011, Großbritannien 1962**
(Wilson, Hugo, S.71, 1999)



Abb. 2.15 **Lambretta LD 150, Italien 1957**
(Wilson, Hugo, S.98, 1999)

1950

II. Weltkrieg-Ende - USA: arbeitslose Kradmelder und Piloten - Motorradclubs

2.1 Geschichtliche Entwicklung des Zweirades

Ende der 1950er Jahre wird das Auto zum Standardfahrzeug. Das Motorrad verliert an Image. Ende der Sechziger Jahre kommt es zu einem neuen Boom. Japanische Hersteller bringen sportliche Motorräder als Freizeitgeräte auf den Markt.

"...Brach der Wohlstand erst einmal aus, hatte das Motorrad schnell den Geruch des Arme-Leute-Vehikels." (Holfelder, Moritz, S. 76, 1998)



Abb. 2.17 **Ariel Arrow Super Sports, Großbritannien 1963** (Wilson, Hugo, S.85, 1999)



Abb. 2.16 **Ducati 750 SS** (Falloon Ian, Bildtafel, 2002)

1960

Motorrad wird vom Auto als Transportmittel verdrängt



Abb. 2.18 **Münch Mammut 4 TTS, Deutschland 1967** (Wilson, Hugo, S.55, 1999)



Abb. 2.19 **Honda CB 750, Japan 1969** (Wilson, Hugo, S.114, 1999)

2.1 Geschichtliche Entwicklung des Zweirades

Das Motorrad boomt als jugendliches Freizeitgerät. Technische gesehen haben die Fahrzeuge viel Motorleistung bei oftmals schlechten Fahrwerken.

"Wenn etwas so absolut, so ganz und gar aus der Mode ist wie das Motorrad Ende der sechziger Jahre, fällt die Auferstehung um so leichter..." (Holfelder, Moritz, S.105, 1998) "Das ehemalige Nutzfahrzeug und neue Freizeitspielmobil bescherte den Firmen und Zulassungstellen unglaubliche Steigerungsraten (bis zu 83 %), es wandelte sich vom Lastesel zum Liebhaberfahrzeug." (Holfelder, Moritz, S.108, 1998)

1970

Ölpreis-Krise



Abb. 2.20 **Moto Guzzi Le Mans Mk 1, Italien 1976** (Wilson, Hugo, S.103, 1999)



Abb. 2.21 **MV Agusta 750 S America, Italien 1975** (Wilson, Hugo, S.107, 1999)

Kompakte Formauffassung. Die Fläche des Seitendeckels wird nach einem Absatz getrennt, so daß optisch eine geschlossene Seitenfläche entsteht.

Abb. 2.22 **Kawasaki KR 250, Japan 1979** (Wilson, Hugo, S.123, 1999)
Verschachtelte, kastige Formen prägen die Erscheinung, was zu einer eigenständigen Optik führt. Zweizylinder-Zweitakt-Motor mit zwei Kurbelwellen, hintereinander liegend, ergeben eine geringe Baubreite und damit eine günstige Aerodynamik.



2.1 Geschichtliche Entwicklung des Zweirades

Motorradfahren wird seriöser. Auch der Frauenanteil nimmt zu. Die Benutzergruppen differenzieren sich. Es entstehen neue Motorradgattungen wie Enduro, Chopper oder Sporttourer. Vollverkleidete Sportmotorräder werden angeboten.

"Die traditionelle Motorradkultur befindet sich seit den siebziger Jahren in einem steten Umbruch." (Holfelder, Moritz, S. 121, 1998)

1980



Abb. 2.24 **Honda CBX 1000, Japan 1980**
(Wilson, Hugo, S.114, 1999)

Differenzierung



Abb. 2.26 **Honda RS 500, Japan 1984**
(Wilson, Hugo, S.115, 1999)

Abb. 2.27 **Suzuki Katana, Japan 1982**
(Wilson, Hugo, S.127, 1999)
Eigenständiges Design von der deutschen Firma Target. Bewusste Einbindung der Technik-Bauteile in die Gestaltung.



Abb. 2.23 **Kawasaki ZX 750, Japan 1983** (Wilson, Hugo, S.149, 1999)
Geschwungene Linien, Geschlossene Flächen.



Abb. 2.25 **Gilera, Saturno, Italien 1988**
(Wilson, Hugo, S.97, 1999)
Anknüpfung an Erinnerungen an alte Rennsporterfolge, jedoch mit zeitgemäßer moderner Motorrad-Technik



2.1 Geschichtliche Entwicklung des Zweirades

Die europäischen Hersteller sind wieder auf dem Vormarsch. Das Durchschnittsalter der Motorradfahrer steigt. Supersportliche Maschinen werden in großen Stückzahlen verkauft. Dazu werden die Fahrwerke verbessert, damit steigt auch die Sicherheit. Unverkleidete „Naked-Bikes“ werden populär.



Abb. 2.29 **BMW K1, Deutschland 1992**
(Wilson, Hugo, S.47, 1999)



Abb. 2.28 **Motorradstudie
Yamaha Morpho, Japan 1989**
(Schäfer, Michael, S. 15, 1989)

Innovative Studie. Hoher ergonomischer Anspruch. Werkzeuglose Verstellmöglichkeiten von Sitz, Fußrasten und Lenker. Formal auffällig ist der unter dem Motor platzierte Auspuff, der zu einem Verkleidungsteil geformt ist.

1990

Perfektionierung



Abb. 2.30 **Ducati 916**
(Falloon, Ian, Bildtafel 13 unten, 2002)



Abb. 2.31 **Yamaha, FZR 1000, Japan 1992**
(Wilson, Hugo, S.129, 1999)
Stabiler Bückenrahmen, steife Up-Side-Down-Gabel, Ex-up- Abgasventil für mehr Drehmoment im unteren Motor-Drehzahlbereich.

2.1 Geschichtliche Entwicklung des Zweirades

Mitte des ersten Jahrzehnts des neuen Jahrtausends erscheint die Yamaha Trickster. Eine kleine trialartige Maschine, die Elemente von BMX, Mountainbike und dem Motorrad verbindet. Es erscheint aus Marketingsicht logisch, den Weg, den die Geländesportfahräder genommen haben, nämlich den Wechsel vom Gelände in die urbane Umgebung zu vollziehen, auch auf ein Motorrad zu übertragen.

2000



Abb. 2.32 **MVAgusta Brutale, Italien 2003**
(URL: www.mvagusta.de, 02.2003)

Sättigung des Motorradmarktes

300km/h-Grenze bei Serienmaschinen wird angepeilt

Synthese Roller-Motorrad

Das Motorrad hat heute wieder eine ähnliche Bedeutung als zu Beginn des 20. Jahrhunderts. In den letzten 30 Jahren hat sich das Motorrad zu einem vorwiegend in der Freizeit genutzten Erlebnisgerät entwickelt. Es wird aber auch als praktisches Nutzfahrzeug in der Stadt verwendet, hier findet man eher kleinere Motorräder und in den letzten Jahren verstärkt Motorroller. Die Zweiräder von heute zeichnen sich durch zuverlässige Technik, hohe Leistung und eine attraktive Gestaltung von Technik und Karosserie aus. Die europäischen Marken sind weiter im Vormarsch

2.2 Die Sicht der Gesellschaft

Beim Begriff Motorradfahren gibt es viele Assoziationen. Held, Ritter, Nomade, Todesmut, Anonymität, „böser schwarzer Mann“, oder Aggression.

Das Motorradfahren steht oft in **Konkurrenz zur Familie** des Benutzers. Wenn der Benutzer alleine fährt, ist das ein Hobby, welches sehr teuer ist und nur dem Benutzer selber dient und nur indirekt der Familie, indem der Motorradfahrer seine Bedürfnisse ausleben kann. Das Durchschnittsalter der Motorradfahrer steigt. Motorradfahren wird vorwiegend von Männern betrieben, obwohl tendenziell auch mehr Frauen Motorrad fahren.

Das **Verletzungsrisiko** beim Motorradfahren ist größer als beim Autofahren. Bei den meisten Kollisionsunfälle sind Autos beteiligt. Die Unfallursache liegt hier überwiegend beim Auto/LKW. Der Motorradfahrer kann somit als Versorger für die Familie ausfallen. Daher gibt es eine soziale Verantwortung beim Motorradfahren. Motorradfahrer sind in der Regel im arbeitsfähigen Alter. Ein verletzter oder getöteter Motorradfahrer ist somit eine Belastung bzw. ein **Verlust für die Volkswirtschaft**. Das Bestreben, die negativen Auswirkungen des Motorradfahrens zu vermindern, dient deshalb dem Motorradfahrer und der Volkswirtschaft.

Gleichzeitig geben Motorradfahrer viel Geld für ihr Hobby aus, was wiederum der Wirtschaft zugute kommt. Außerdem stehen Motorradfahrer durch den **Erholungseffekt des Motorradfahrens** oft aktiver im Berufsleben, was wiederum der Volkswirtschaft zu gute kommt.

2.3 Motorrad und Umwelt

Die Hauptprobleme im Zusammenhang mit dem Motorradfahren sind:

CO²-Belastung durch Spritverbrauch

Lärm

Landschaftsverbau durch Straßenbau

Emissionen bei der Produktion von Motorrädern

Zusätzliches Verkehrsaufkommen durch "Spaßfahrten"

Die CO²-Belastung durch fossile Brennstoffe ist eines der großen Probleme unserer Zeit. Diese Belastung zu minimieren, ist daher sehr wichtig. Eine Möglichkeit dies zu erreichen ist es, **überflüssige Fahrten** mit Individualverkehrsmitteln zu vermeiden. Eine andere ist es, die Individualverkehrsmittel **ökologisch verträglicher** zu machen.

Kostenwahrheit: Der **Spritpreis ist nicht kostenecht**. Benzin ist zu billig. Die ökologischen Folgekosten durch die Verwendung von fossilen Brennstoffen sind nicht im Verkaufspreis von Benzin enthalten. Durch den günstigen Verkaufspreis hat der Verbraucher auch wenig Anreiz auf alternative Energieträger umzusteigen.

2.4 Viele Marktsegmente

Das Angebot an Motorrädern ist breit und bringt immer neue Nischen hervor. Der Anteil der Cruiser ist nach wie vor groß. Die formale Nähe am Original, Harley, ist bei den anderen Herstellern nicht zu übersehen. Bei den Reiseenduros ist eine Entwicklung hin, zu mehr Straßentauglichkeit feststellbar. „Streetfighter“ sind seit Jahren fester Bestandteil des Angebots. Große Roller, in einer Mischung aus „Cruiser“ und Motorroller, sind die eigentliche Innovation der letzten Jahre.

Formal ist eine Bewegung zu **mehr kantigen Formen** erkennbar. Eine **Seitenwange**, die bei der Verkleidung weit noch vorne ragt, ist bei fast allen Herstellern das dominante Element, sowohl bei Halbschalen-Verkleidungen als auch bei Vollverkleidungen. Die unter die **Sitzbank verlegte Auspuffanlage** ist nach wie vor ein Thema bei vielen Motorradherstellern.

Das **Zeigen von Technikelementen** hat sich neben den „Naked-Bikes“ auch bei den verkleideten Motorrädern durchgesetzt. Nur so viel wie nötig, wird verkleidet. Die Verkleidungsteile werden hauptsächlich per Spritzguss hergestellt. Dementsprechend sind feingliedrige Formen möglich. Die Spaltmaße sind gering - ein **exaktes Finish** ist die Regel.

Als Motorradrahmen dienen neben den seit Jahren bewährten voluminösen Brückenrahmen aus Aluminium auch **vermehrt Gitterrohrrahmen**, sowohl aus Alu als auch aus Stahl. Die Fahrwerke sind geprägt von Teleskop-Federgabel vorne und Zentralfederbein-Schwinge hinten. Zu sehen sind vermehrt Alufelgen mit schlanken, dynamisch geformten, vielzahligen Speichen.

2.4 Viele Marktsegmente

Die Scheinwerfer-Anordnung zeigt viele Gesichter. Oft zwei Scheinwerfer nebeneinander oder bei KTM Duke II, Ducati 999 und bei der 1000er MZ liegen die **Lichter vertikal übereinander**. In geteilten „Augen“ oder einem Gehäuse. Neben klassisch, runden Scheinwerfern, finden sich viele Freiformen.

Sicherheit und Umweltbewusstsein spielen eine immer wichtigere Rolle. **ABS und Katalysator** werden vorwiegend bei den großen tourenorientierten Motorrädern angeboten. Der **Airbag** im Motorrad wird wohl in den nächsten Jahren Serienreife erlangen.

Eine individuelle, flexible, allumfassende, **werkzeuglose Verstellmöglichkeit** der Fahrzeuggeometrie je nach Einsatzzweck und eine Verstellung der Bedienelemente nach der Anthropometrie des Benutzers, ist bei keinem Hersteller auf zufriedenstellende Weise anzutreffen. Ducati fällt positiv auf und bietet mit der Straßenrennmaschine 999 eine Verstellmöglichkeit der Sitzbank und der Fußrasten mit Werkzeug an. Auch die Honda CBF besitzt eine Sitzbankverstellung. BMW ist ein Hersteller, der seit Jahren in diesem Bereich viel bewirkt hat.

Bei den Autos ist es mittlerweile selbstverständlich, dass man Sitzhöhe, Sitztiefe, Sitzlehnenwinkel und Lenkradhöhe ohne Werkzeug verstellen kann. Ähnlich ist es bei Fahrrädern und im Besonderen beim Mountainbike, wo die Sitzhöhe meist per Schnellverschluss, je nach Einsatzzweck, eingestellt werden kann. Dieser Standard wird sich wohl auch auf die Motorräder übertragen. Gerade beim sportlichen Motorrad ist dies wichtig.

2.4 Viele Marktsegmente

Als zukünftigen Trend sehe ich ein Motorrad, das formal, Anleihen von einer Reiseenduro nimmt. Dazu die Agilität einer **Super Moto** mit straßensportlicher 17“-Bereifung und handlichem Fahrwerk. Aber nicht wie die Funduro der 1990er Jahre, von einer Einzylinder-Enduro abstammend, sondern von einem Straßenrenner mit **V2-Motor**. Eine eher aufrechte Sitzposition, ähnlich wie die Superbikes der 1980er und 1990er Jahre.

Die Benutzer können in verschiedene Kategorien eingeteilt werden. Wobei der Hauptunterschied in den Bereichen **Gelände und Straße** liegt. Auf der anderen Seite gibt es eine Einteilung in **Freizeit, Reise und Sport**. Dem entsprechend gibt es darauf abgestimmte Motorrad-Gattungen. (Vgl. Abbildung 2.33 und 2.34).

Motorradfahrer sind recht konservativ eingestellt, wenn es um Neuerungen im Motorradbau geht. Rennsporterfolge wirken sich sehr positiv auf die Verkaufszahlen aus. Das Markenimage wird dadurch angehoben.

2.4 Viele Marktsegmente

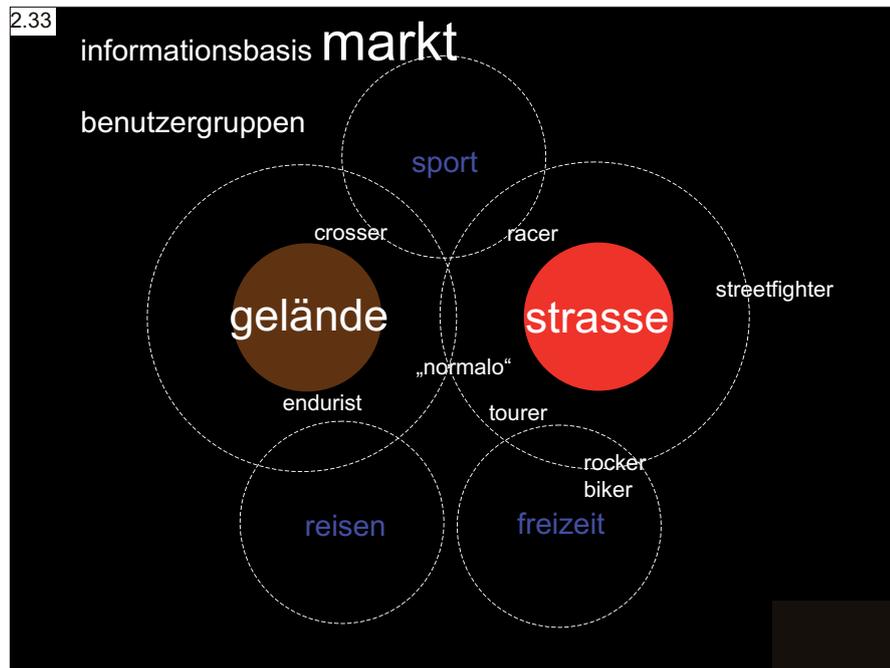


Abb.2.33 Benutzergruppen-Profil der Motorradfahrer

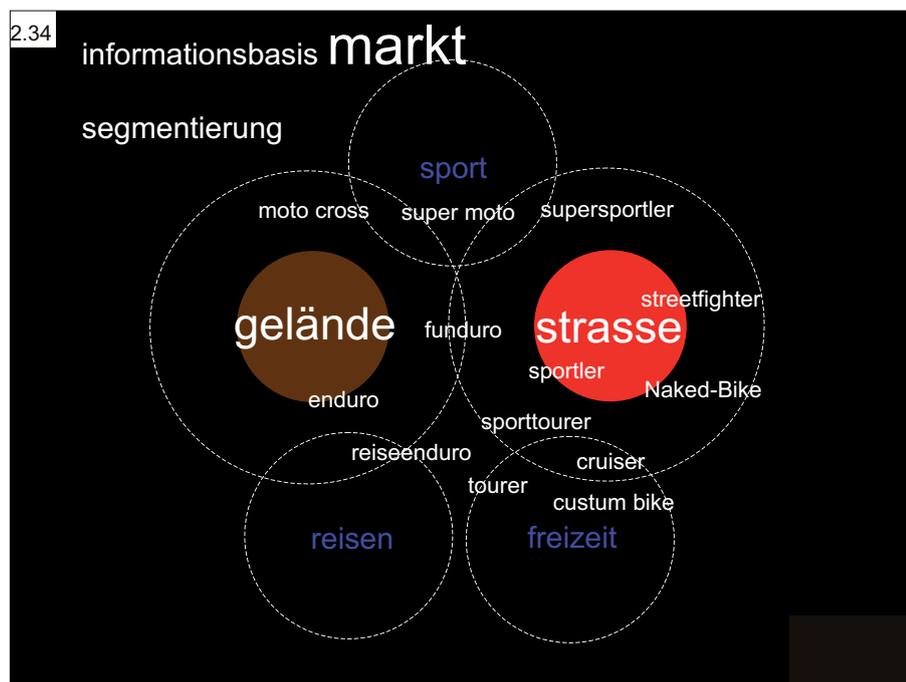


Abb.2.34 Segmentierung des Motorradgattungen

2.4 Viele Marktsegmente

Modell-Auswahl 2003

MV Agusta

Knüpft an Rennsporterfolge der vergangenen Jahrzehnte an. Formal sehr ausgereift und ausdifferenziert. Das Design wartet mit feinteiligen Lösungen auf. Fahrzeugkonzeptionell ist die Brutale and die Ducati Monster angelehnt. Ein unverkleidetes Motorrad. Auch der Name weckt ähnliche Assoziationen wie die Ducati Monster. Die vollverkleidete F4 weckt Erinnerungen an die Ducati 916. Die vier Auspuffrohre unter der Sitzbank versprechen ähnlich legendär zu werden, wie die Auspufforgeln der Motorräder der Marke in den 1970er Jahren.



Abb. 2.34 **MVAgusta F4, Italien 2003**
(URL: www.mvagusta.de, 02.2003)

2.4 Viele Marktsegmente

Modell-Auswahl 2003

Aprilia

Eigenständiges Design. Aprilia fällt auch durch ihre Farbgestaltung auf. Die Marke versucht in der Oberklasse Fuß zu fassen.



Abb. 2.36 verschiedene Aprilia Motorräder, Italien 2003
(URL: www.aprilia.de, 02.2003)

Benelli

Bietet mit der Tornado ein vollverkleidetes Motorrad an, das durch technische und formale Neuerungen glänzt. Der Kühler liegt unter der Sitzbank und wird vom Fahrtwind durch einen Luftkanal angeströmt. Zusätzlich befinden sich Lüfterräder im Heck die auch im Stand für Kühlluftzufuhr sorgen. Das Thema der Auspufftöpfe unter der Sitzbank wurde hier formal aufgegriffen und bei der Kühlung angewandt.



Abb. 2.37 Benelli Tornado, Italien 2003
(URL: www.benelli.de, 02.2003)

2.4 Viele Marktsegmente

Modell-Auswahl 2003

BMW

Bewegt sich weg vom Image des biedereren Motorrads, hin zum sportlichen Fahrzeug und wagt immer wieder neue Konzepte.



Abb. 2.38 **BMW Studie, Deutschland 2003**
(URL: www.bmw.de, 02.2003)

Buell

Auf der Suche nach der eigenen Form haben sich bestimmte Merkmale herausgebildet. Als Funktionsteile, der **Auspuff und das Federbein unter dem Motor** liegend, was zu einem handlichen Schwerpunkt führt. **Kurzer Radstand**, steiler Lenkkopfwinkel für noch mehr Handlichkeit. Ein kurzes Heck betont die Leichtfüßigkeit. Der Kontrast zwischen dem großen, archaisch wirkendem Harley-V2-Motor und dem agilen und doch kräftigen Fahrwerk wirkt eindrucksvoll, gleichsam wie ein **Motor mit zwei Rädern**.



Abb. 2.39 **Buell, USA 2003**
(URL: www.buell.com, 02.2003)

2.4 Viele Marktsegmente

Modell-Auswahl 2003

Ducati

Entwickelt beständig seine Motorräder weiter. Vom Einzylinder-Motor der 1950er Jahre bis heute ist eine durchgehende Linie vorhanden. Ducati schafft Motorräder die **stilbildend** sind. Die Super-Sport-Modelle der 1970er Jahre, die 916 und die Monster der 1990er Jahre. Mit der schlanken Multistrada setzt Ducati einen Baustein zwischen der ducati-motorisierten Cagiva Elefant und den ST Sport-Tourer Modellen. Durch die 17“-Bereifung ist auch die Nähe zur Super-Moto-Gattung gegeben. Wie der Name Multistrada schon andeutet, versucht Ducati ein Fahrzeug zu schaffen, welches auf unterschiedlichen Streckenbedingungen gut zu fahren ist, mit einem Schwerpunkt auf kurvigen Bergstraßen. Formal geht Ducati einen Weg hin zu geometrischen Formen, großen ungeteilten Flächen, gepaart mit Speedformen. Die Funktionsteile sind feingliedrig, **glaubhaft technisch gestaltet**.



Abb. 2.40 **Ducati Multistrada und Monster,**
Italien 2003
(URL: www.ducati.de, 02.2003)

2.4 Viele Marktsegmente

Modell-Auswahl 2003

Honda

Die CBF 600 als Einsteiger- und Reisemotorrad gedacht, hat Ansatzweise Merkmale einer Reiseenduro. Sie hat als Verkleidung Seitenteile, die auf Tankhöhe von der Sitzbank bis zum Scheinwerfer reichen. Diese Betonung der Frontpartie wirkt zum einen etwas enduromäßig, zum Anderen jedoch durch das Langgestrecktsein straßensportlich „speedig“. Die **Sitzbank ist verstellbar**. **ABS** wird als Zubehör angeboten. Honda versucht mit der CBF 600 ein **breites Einsatzgebiet** abzudecken, was sich auch formal durch die gleichzeitige, ansatzweise erkennbare Reiseenduro- und Straßenmotorrad-Anmutung zeigt. Die VFR ist seit Jahren ein bewährter Sporttourer, die durch die CBF 600 eine kleine Schwester bekommen hat. Die Reiseenduro Varadero deckt das Angebot in Richtung Geländemotorrad ab.



Abb. 2.41 Honda VFR und Varadero, Japan 2003
(URL: www.honda.de, 02.2003)

2.4 Viele Marktsegmente

Modell-Auswahl 2003

KTM

Bekannt als Hersteller **leistungsfähiger** Geländemotorräder und Reiseenduros, bietet KTM seit einigen Jahren sportliche Straßenmotorräder an. Die aktuelle Duke 950 besticht durch einen starken, sehr **leichten V2-Motor**. Ein „Streetfighter“ mit hohen Ansprüchen an Design, Technik und Sportlichkeit.



Abb. 2.42 KTM Super Duke, Österreich 2003
(URL: www.ktm.at, 02.2003)

Laverda

Zeigt ein Motorrad, das dem aktuellen „Naked-Bike“-Trend entspricht. Auspuff unter dem Höcker, Cockpitverkleidung, sichtbarer Rohrrahmen.



Abb. 2.43 Laverda Studie, Italien 2003
(Internet: ohne Ortsangabe, 02.2003)

2.4 Viele Marktsegmente

Modell-Auswahl 2003

Moto Guzzi

Griso ist ein Roadster der Kategorie Ducati Monster. Formal beeindruckend durch die dicken Auspuffkrümmer und den geschwungenen Rohrrahmen, welche die Erscheinung des Bikes prägen.



Abb. 2.44 **Moto Guzzi Griso, Italien 2003**
(Internet: ohne Ort, 02.2003)

Suzuki

Freewind ist eine Einzylinder-Reisenduro die versucht, die Enduroanmutung mit einer „speedigen“ Linienführung straßentauglich zu machen. Das Design erscheint etwas verwaschen. Die V-Storm nutzt einen 1000 ccm-V2-Motor.



Abb. 2.45 **Suzuki Freewind, Japan 2003**
(URL: www.suzuki.de, 02.2003)

2.4 Viele Marktsegmente

Modell-Auswahl 2003

Triumph

Bietet eine **Streetfightermaschine** an und setzt dabei auf rundliche Formen.



Abb. 2.46 Triumph, Großbritannien 2003
(URL: www.triumph.de, 02.2003)

Yamaha

Die TDM 900 hat vor Jahren eine eigene Nische geschaffen. Eine **Funduro mit Zweizylindermotor** und Straßenmotorradrahmen. Das bedeutet mehr Nähe zum Straßenmotorrad als die übrigen Einzylinder-Funduros.



Abb. 2.47 Yamaha TDM 900, Japan 2003
(URL: www.yamaha.de, 02.2003)

3 Motorrad-Technik

3.1 Mögliche und sinnvolle Energieträger

Abb. 3.1

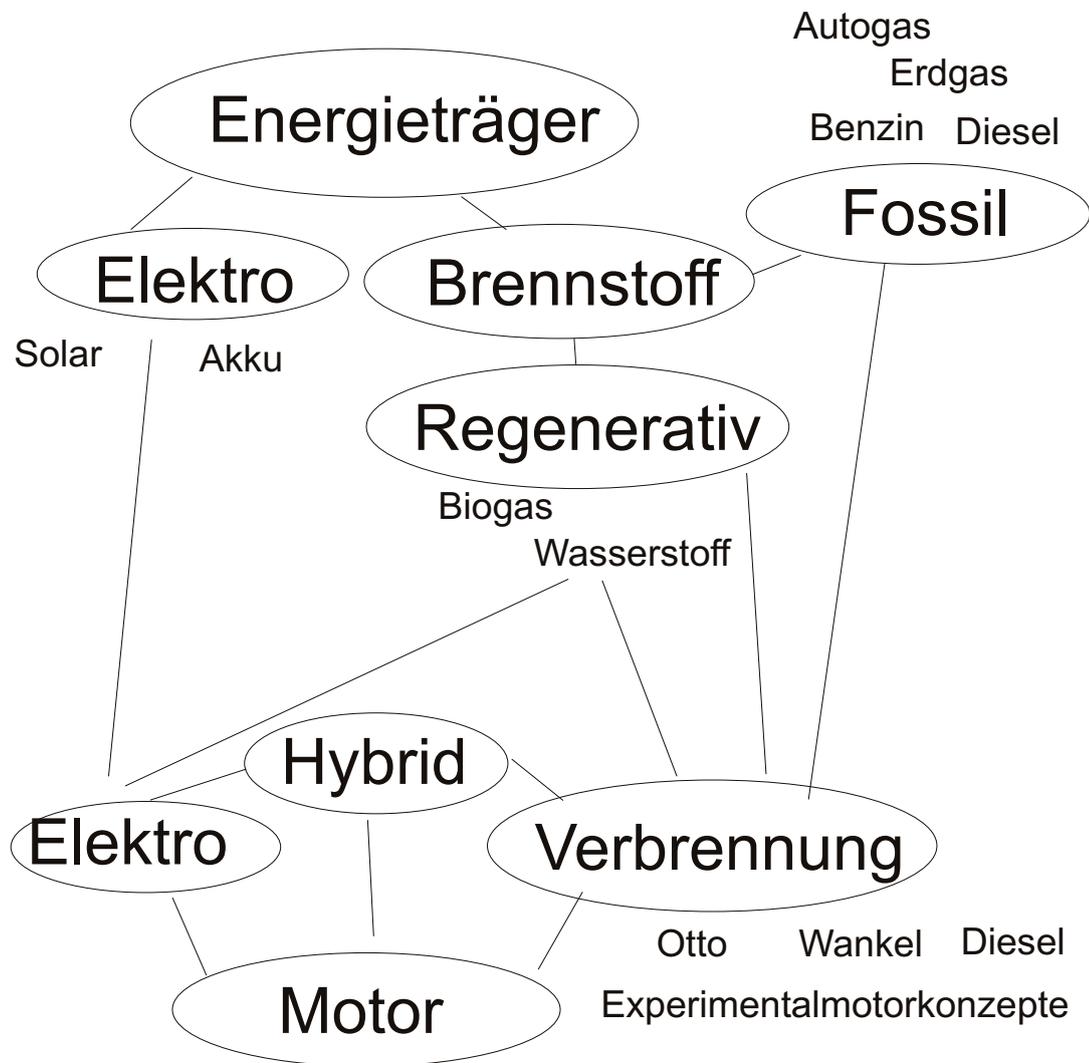


Abb. 3.1 Überblick über die wichtigsten Energieträger und Motorarten

3.1 Mögliche und sinnvolle Energieträger

Gas-Antrieb

Tabelle 3.1	Flüssiggas (LPG)	Erdgas	Biogas
Hauptbestandteile Weitere Bestandteile	Propan und Butan Erdöl, CO ₂	Methan (CH ₄) CO, NO _x	Methan (65%) CO ₂ , Stickstoff, Schwefelwasserst.
Herstellung	Aus Hydrierprozessen Nebenprodukt der Erdölgewinnung	Muss nur gefördert werden	Naturprodukt
Vorteil	Größere Reichweite	Sehr sauber	Nachwachsender Rohstoff
Nachteil	Kaum Infrastruktur, nicht ganz so sauber	Keine erneuerbare Energie. Lange Tankzeit Schwerer Tank	Kann den Bedarf nicht decken

Tabelle 3.1 **Vergleich der Gas-Treibstoffe**
(Nach Quelle: URL: <http://www.propan.de>, 02.2003)

Wasserstoff als Energieträger ist für ein Motorrad momentan sehr ungünstig, da der Tank hier sehr schwer und sperrig ausfällt. Somit wird Wasserstoff nicht in eine nähere Betrachtung miteinbezogen. Bei einem sportlichen Motorrad ist geringes Gewicht ein wichtiger Punkt. Als sinnvolle Lösung erscheint kurz- und mittelfristig **Autogas**. Hierbei gefallen die relativ **sauberen Abgaswerte** und das noch vertretbare Gewicht des Tankes. Das Autogas-Tankstellennetz ist in Italien gut ausgebaut. In Deutschland und Österreich ist es am wachsen. Wie bei den Autos, erscheint auch für ein Motorrad ein bivalenter Antrieb als sinnvoll. Das bedeutet Benzin- und Autogasbetrieb gleichzeitig zu ermöglichen. Solange das Tankstellennetz noch nicht dicht genug ausgebaut ist, hat man so die Möglichkeit, Benzin als Ersatz zu tanken.

3.2 Der Motor als Herz des Motorrades

Wie der Name des Motorrades schon andeutet, ist der Motor ein wichtiger Bestandteil eben dieses. Der Benzinmotor hier ist der meistverwendete Antrieb. Durch die Gesetzgebung findet der Zweitaktmotor kaum mehr Verwendung bei aktuellen Motorrädern. Der Viertaktmotor ist heute der Gebräuchlichste für ein Motorrad. Hier wiederum werden meist Zwei- und Vierzylinder verwendet. Der **4-Zylinder-Motor** hat eine **weiche Gasannahme** und Leistungsentfaltung, aber eine große Baubreite. Dies ist **ungünstig für die Aerodynamik** des Motorrades.

Der **V2-Motor** hat **kernigen Motorklang** und eine **geringe Baubreite**. Dem gegenüber steht die etwas **ruppige Leistungsentfaltung**. Der V-2-Motor erscheint als **idealtypisches Aggregat** für ein Motorrad. „...Der V2-Zylinder ist die leichteste Mehrzylinder-Bauart. Bei vergleichbarer Leistung ergeben sich gegenüber einem Reihen-Vierzylinder in den schweren Klassen **Gewichtseinsparungen** zwischen 10 und 40 kg.“ (Bönsch, S. 56). Darüber hinaus ist das Motorrad ein sinnliches Fahrzeug. Der Klang des Motors ist hier noch wichtiger als bei einem Auto. Dieser wird beim Motorrad viel direkter wahrgenommen. Außerdem entspricht die etwas raue Leistungsentfaltung dem Verlangen nach **Direktheit**. „So wie man im Auto einen V8 Fahren sollte, ist die Essenz des Motorradfahrens eben ein V2. Ein V2 klingt gut, fährt gut, ...“ (Schönlaub, S. 20)

3.3 Das Fahrwerk zwischen Fahrzeug und Straße

Das Fahrwerk hat die Aufgabe, den **Aufbau des Motorrades zu tragen** und auf dem **Untergrund zu rollen**. Zum Fahrwerk zählen **Vorderrad- und Hinterradaufhängung** und der **Rahmen**. Der **Rahmen trägt** den Motor und die Vorderrad- und Hinterradaufhängung. Über die Hinterradaufhängung wird die **Motorleistung** anhand des Sekundärantriebes auf das **Hinterrad übertragen**. Dieses wird in **Drehung** versetzt und bewirkt so ein Fortbewegen des Motorrades und des Fahrers.

Die **Reifen** sind die **Schnittstelle** zwischen dem Motorrad und dem **Untergrund**. Die **Vorderradaufhängung** übernimmt die **Steuerung** des Fahrzeugs. Beide Aufhängungen müssen durch die **Federung und Dämpfung** für **Ausgleich** der **Lastwechselreaktionen** sorgen. Sie gleichen **Bodenunebenheiten** aus und sorgen so für **Stabilität** des Fahrzeugs. Der Fahrer soll den **Fahrbahnzustand** durch das Fahrwerk hindurch erkennen können um so die **Kontrolle** über das Fahrzeug zu behalten. Er muss merken wann die Bodenhaftung der Reifen nachlässt.

3.3 Das Fahrwerk zwischen Fahrzeug und Straße

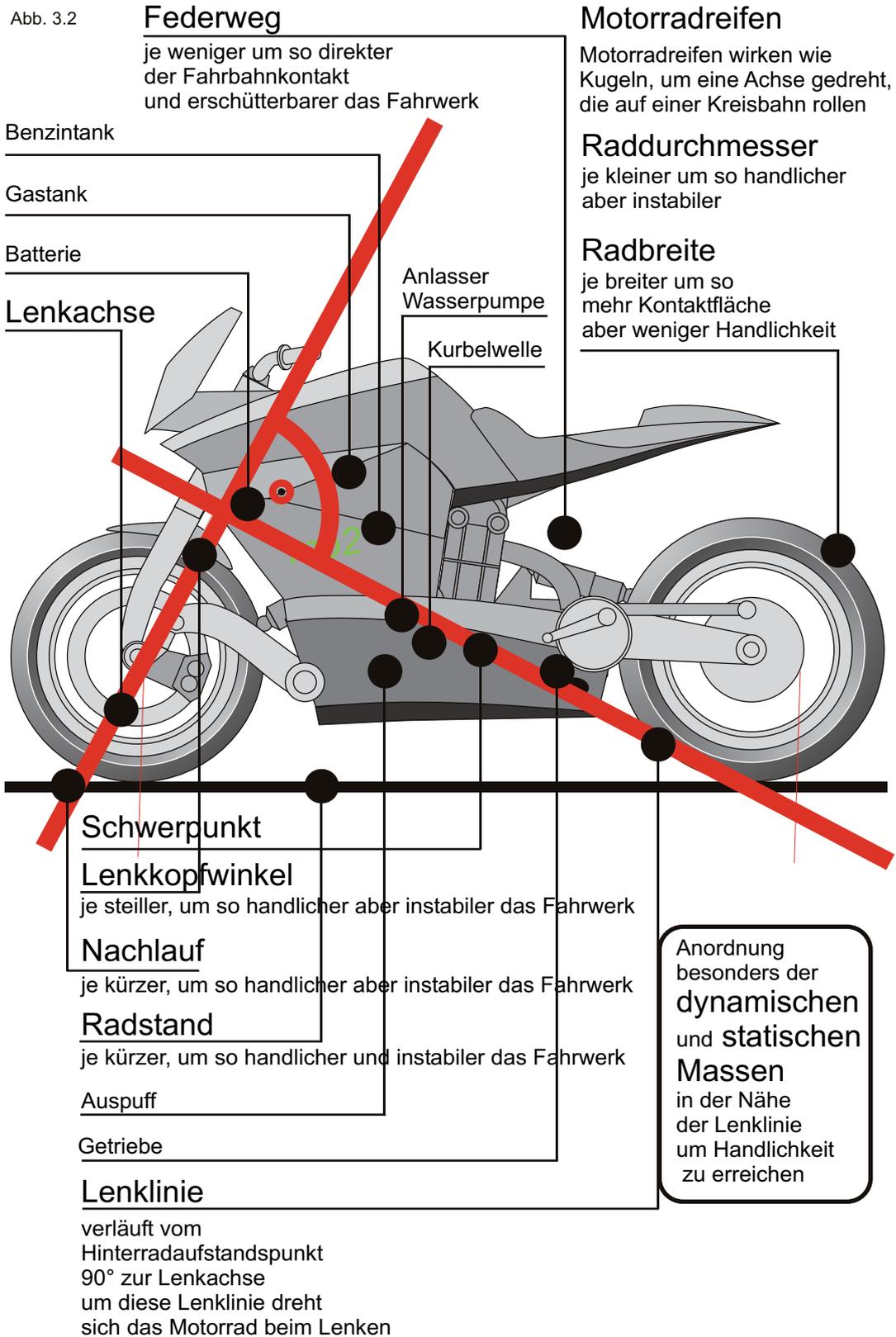


Abb. 3.2 die wichtigsten Konstruktionsmerkmale Der Motorrad-Technik

3.3 Das Fahrwerk zwischen Fahrzeug und Straße

Für ein sportliches Motorrad sehe ich beim **Gitterrohrrahmen** viele Vorteile. Bei einer Dreiecksverbindung werden die Zug- und Druckkräfte gleichmäßig auf alle Ecken der Verbindung verteilt. Dadurch kann der Rahmen bei gleicher Festigkeit **leichter** gebaut werden. Ein Stahlgitterrohrrahmen ist durch die höhere Festigkeit von Stahl ähnlich leichtgewichtig wie einer aus Aluminium. Durch die vielen Schweißnähte ist ein Gitterrohrrahmen **teuer** in der Herstellung. Da Aluminium mehr Aufmerksamkeit bei der Verarbeitung erfordert, ist Stahl die günstigere Variante bei den Kosten und der Sicherheit.

Bei der Konstruktion ist es vorteilhaft, wenn man den **Motor als mittragendes Bauteil** mit einbezieht. Da bei der Achsschenkellenkung das Vorderrad nicht am Lenkkopf aufgenommen wird, muss der Rahmen im oberen Bereich nicht so fest konstruiert werden wie mit einer Telegabel. Die Kräfte der Vorderradführung können auf direktem Weg in den unteren Rahmen bzw. Motor eingeleitet werden. Die Lenkung kann auf einem Hilfsrahmen, der am Motor befestigt ist, angebracht werden. Dadurch entfällt ein großer Rahmen mit einer direkten Verbindung vom Lenkkopf zur Hinterradschwinge.

Auch die Hinterradführung kann im Motorgehäuse ganz oder teilweise gelagert werden. Dies erlaubt ein nahes Plazieren der Hinterradschwinge nachse am Ausgang der Sekundärantriebswelle. Dadurch wird ein Überdehnen des Antriebsriemens verkleinert.

3.3 Das Fahrwerk zwischen Fahrzeug und Straße

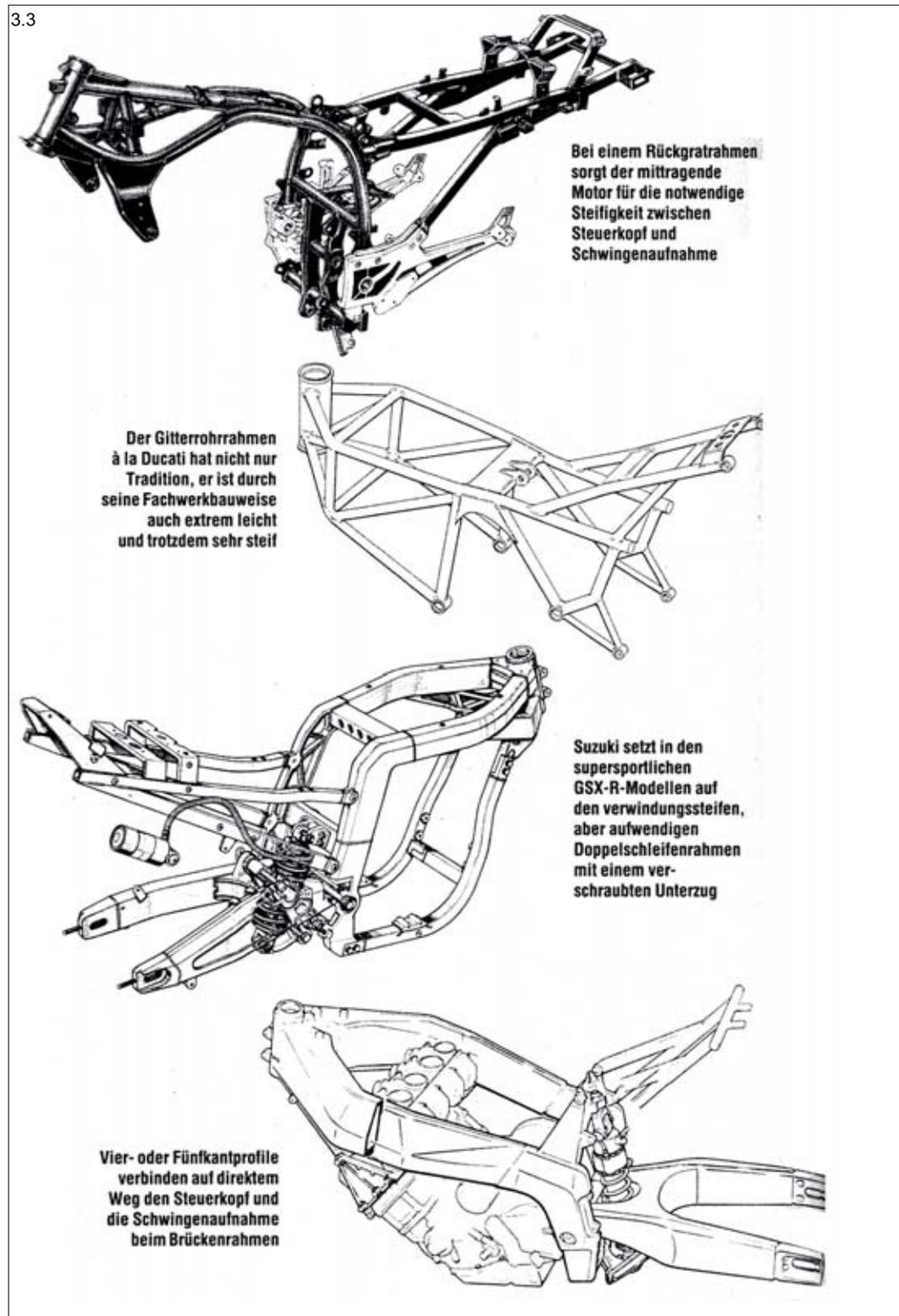


Abb. 3.3 Rahmen (Bäumel, Rainer, S. 68, 1995)

3.3 Das Fahrwerk zwischen Fahrzeug und Straße

Die weit verbreitete Teleskopgabel bei den Motorrädern hat viele Vorteile. Sie bietet einen guten Kompromiss zwischen geringem Gewicht, Leistung, Zuverlässigkeit, Wartungsaufwand und Preis. Die in den 1990er Jahren an der Yamaha GTS verbaute **Achsschenkelenkung** war viel versprechend. Für diese Konstruktion spricht die Unabhängigkeit der Federung vom Bremsen. Im Gegensatz zur Teleskopgabel, federt das Fahrzeug beim Bremsen nicht ein. Das so genannte **Bremsnicken wird ausgeschaltet**. Der Schwerpunkt des Motorrades und der Federweg bleiben unverändert. Das ergibt spätere Bremspunkte vor Kurven und allgemein mehr Sicherheit.

Nachteilig sind der hohe Konstruktionsaufwand und damit die hohen Kosten. Auch der höhere Wartungsaufwand durch die vielen offen liegenden, beweglichen Teile ist ungünstig.

3.3 Das Fahrwerk zwischen Fahrzeug und Straße

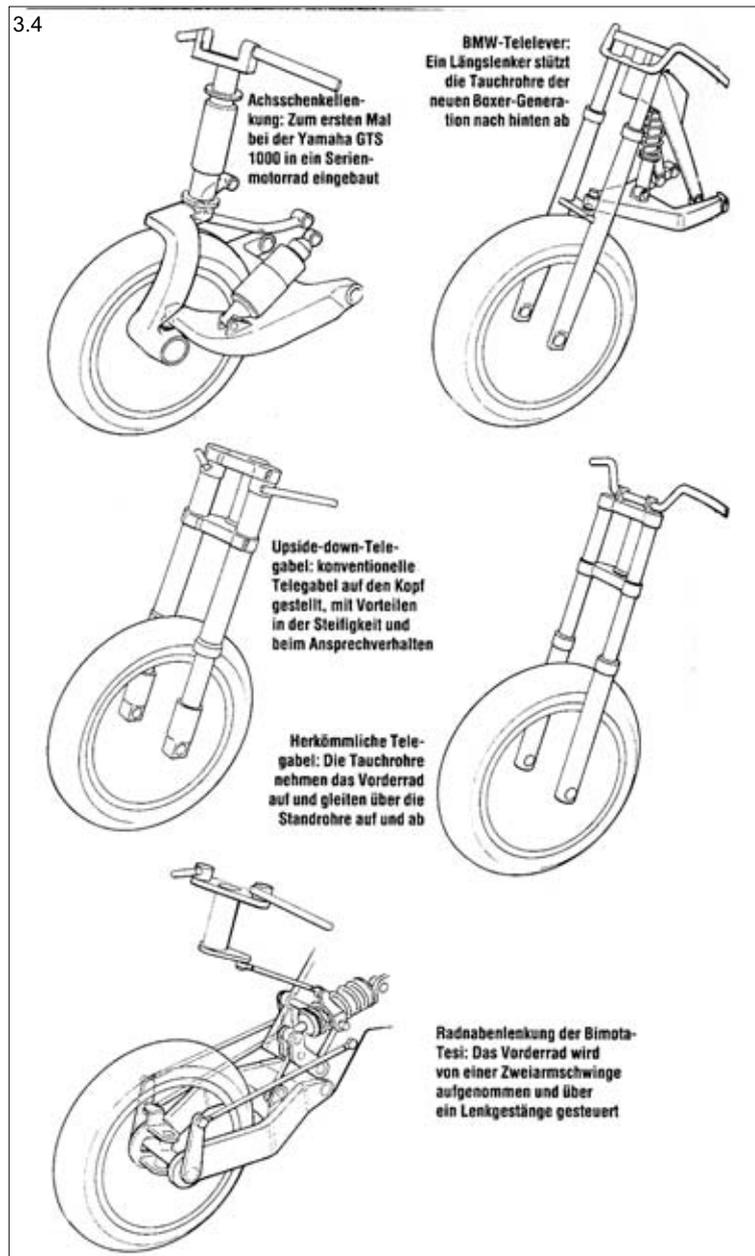


Abb. 3.4 Vorderradföhrung, (Bäuml, Rainer, S. 70, 1995)

Wie sich bereits optisch erkennen lässt, ist die Telegabel nach wie vor die leichteste Vorderradaufhängung. Dies bedeutet jedoch nicht, dass dies in Zukunft so bleiben muss.

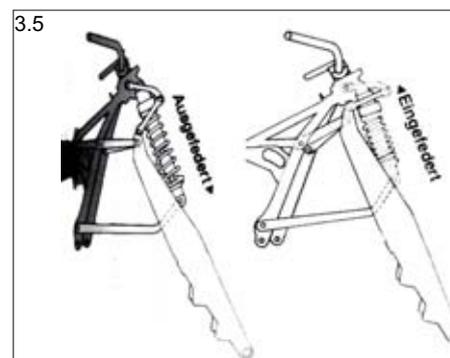


Abb. 3.5 Hossak-Vorderradföhrung (Ganter, Willy, S. 43, 1989)

Diese Vorderradföhrung erscheint viel versprechend. Von der Motorrad-Herstellern wird sie aber bisher nicht verwendet. BMW hat mit der Telelever-Vorderradföhrung eine Variante dieser Konstruktion im Produkt-Programm. (Vgl. Abb. 3.4 oben rechts)

3.3 Das Fahrwerk zwischen Fahrzeug und Straße

Eine verwindungssteife Hinterradführung bietet die Konstruktion mit zwei Schwingenarmen. **Einarmschwinge** sind bei gleicher Festigkeit etwas schwerer. Ihr Vorteil liegt in der **leichteren Zugänglichkeit zum Hinterrad**. Das Rad kann, ähnlich wie bei einem Auto, bequem seitlich abgenommen werden.

Das Zentralfederbein erlaubt eine kompakte Anordnung in der Nähe des Schwerpunktes des Fahrzeugs. Des Weiteren ist ein Federbein leichter als zwei Einzelne.

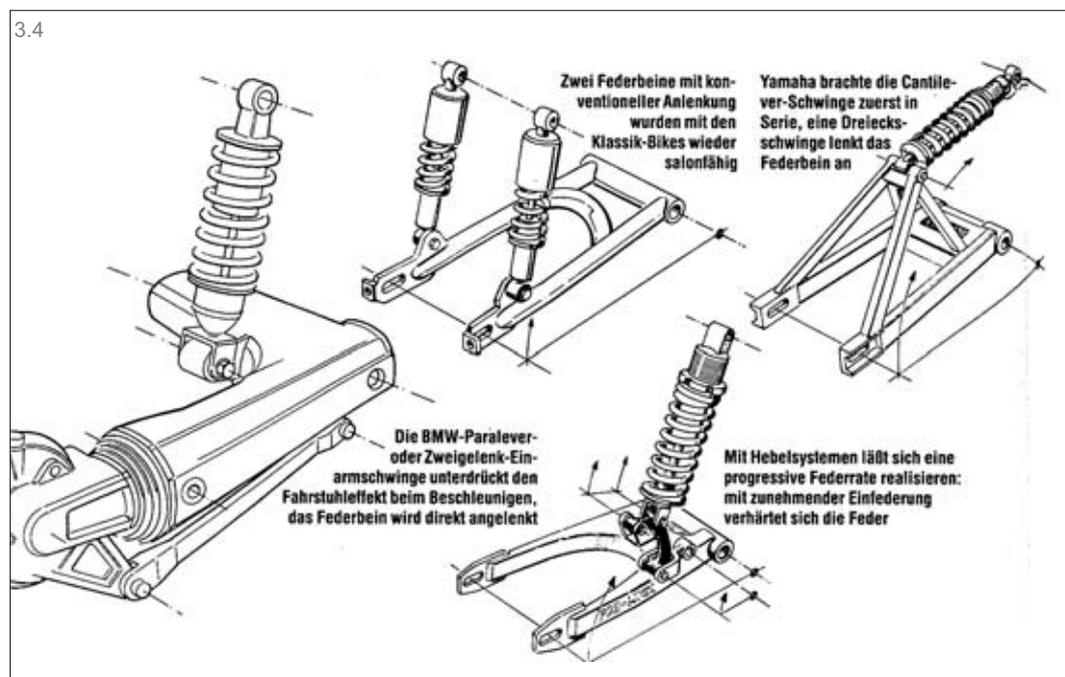


Abb. 3.4 Hinterradführung (Bäumel, Rainer, S. 72, 1995)

3.4 Die Karosserie erfüllt viele Aufgaben

Zur Karosserie zählen Verkleidung, Tank, Sitzbank, Abdeckungen, Kotflügel, Fußrasten und Lenker.

Die **Verkleidung** bietet eine günstige Aerodynamik. Außerdem dämmt sie Lärm vom Motor nach außen. Sie leitet die Ansaugluft und die Kühlluft durch Schlitze zum Motor. Die Verkleidung prägt durch ihre Gestaltung das Erscheinungsbild eines Motorrades. Sie bietet dem Fahrer auch **Schutz vor Regen**.

Der **Treibstofftank** ist meistens über dem Motor angeordnet und dämpft dadurch auch die mechanischen Geräusche des Triebwerks unter ihm. Der Tank dient dem Fahrer gleichzeitig als Anlagefläche für Bauch und Beine.

Die **Sitzbank** ist gerade beim sportlichen Motorrad nicht nur Sitzgelegenheit, sondern sie ist, neben Lenker und Fußrasten, Steuerelement. Sie darf die Bewegungen des Fahrers nicht behindern und muss im gleichzeitig Halt bieten. Das Sitzbankheck muss den Fahrtwind vom Fahrer nach hinten weiterleiten. Dies geschieht optimal in einem bestimmten Winkelbereich, so dass keine störenden Luftwirbel entstehen.

Abdeckungen, wie zum Beispiel Seitendeckel, haben meist die Aufgabe Technik zu verkleiden, sofern Technikbauteile nicht attraktiv gestaltet sind.

Der vordere **Kotflügel** schützt vor aufwirbelndem Schmutz und Regen. Was dem nachfolgendem Verkehr bessere Sicht beschert. Dies verhindert auch ein stärkeres Verschmutzen des eigenen Fahrzeugs. Der vordere Kotflügel hat bei Sportmotorrädern auch die Aufgabe den Luftstrom so zu leiten, dass das Vorderrad Abtrieb erhält, um mehr Anpressdruck zur Straße zu erhalten. Der hintere Kotflügel schützt hauptsächlich das Federbein vor Verschmutzung.

3.4 Die Karosserie erfüllt viele Aufgaben

Die **Fußrasten** erlauben es dem Fahrer Druck auf das Fahrzeug auszuüben, um in Kurven besser agieren zu können. Der **Lenker** ist die wichtigste Steuerung des Motorrades.

Neben ihrer eigentlichen Aufgabe haben alle diese Bauteile Einfluss auf die Aerodynamik. Anders als beim Auto fehlt eine alles umhüllende Außenhaut. Grundsätzlich geht es bei der Optimierung der Aerodynamik um folgende Dinge: **Verhinderung von Auftrieb** bei höheren Geschwindigkeiten, um die Bodenhaftung der Reifen nicht zu verschlechtern. Eine gute **seitliche Fahrstabilität** verhindert Schlingerneigung des Motorrades und trägt so zur Sicherheit bei.

Für den Fahrer bedeutet optimierte Aerodynamik eine Entlastung des Windrucks im Oberkörperbereich, was zu einer **Entlastung der Nackenmuskulatur** führt. Dies bringt mehr aktive Sicherheit. Eine **Verringerung des Lärmpegels** des Fahrtwindes im Kopfbereich steigert die Konzentrationsfähigkeit des Fahrers.

Weniger Luftwiderstand bedeutet auch mehr Effizienz des Fahrzeuges. Daraus folgt **weniger Treibstoffverbrauch** und eine **größere Höchstgeschwindigkeit**.

4 Gestaltungsanforderungen im Motorrad-Design

4.1 Besonderheiten des Motorrad-Designs

Zu den Besonderheiten des Motorrad-Designs zählt die Tatsache, dass es **keine eindeutige Grenze zwischen Exterior und Interior** gibt. Beim Auto besteht hier eine klare Trennung. Der bei den meisten Motorrädern oben liegende Tank beispielsweise, erfüllt neben seiner technischen Funktion als Treibstoffbehälter die Aufgabe des Exteriors. Bei einem unverkleideten Motorrad ist er mitunter das einzige lackierte Bauteil mit Karosserieformen. Gleichzeitig ist der Tank aber das Bauteil, welches in hohem Masse ergonomische Anforderungen erfüllen muss.

Beim Betrieb des Motorrades wird der Fahrer Teil des **Gesamterscheinungsbildes**. Wenn bei einem Auto der Fahrer einsteigt und die Tür schließt, beeinflusst er das Erscheinungsbild des Fahrzeugs viel weniger als beim Motorrad. Wenn dieses bestiegen wird, gehen beide optisch gesehen eine Verbindung ein. Dies muss beim Design berücksichtigt werden.

4.2 Allumfassende Ergonomie

Bei einem Motorrad sind **ergonomisch anspruchsvolle Bauteile allgegenwärtig**. Viele Bereiche kommen mit dem Fahrer in Berührung. Nicht nur **Lenker, Fußrasten und Sitzbank** sind zu berücksichtigen. Besonders wichtig sind auch **Tank und Verkleidung**, weil hier die Beine und Knie des Fahrers angelegt werden. Das Motorrad wird besonders bei sportlicher Betätigung mit dem **ganzen Körper gesteuert**. Der Körper wird beim so genannten "Hangoff"-Fahrstil wegen der Gewichtsverlagerung zur Seite bewegt. Der Tank dient dazu als Stütze für die Beine und muss Gegenhalt bieten. Beim Bremsen ist es günstig, wenn der Fahrer die Knie an der Seite anklammern kann um Körpergewicht von den Handgelenken zu nehmen. Wird aus aerodynamischen Gründen der Oberkörper unter die Verkleidung geduckt, muss der Bereich zwischen Oberkörper und Motorrad genügend Raum bieten und darf keine Druckstellen aufweisen.

Die **Sitzbank** sollte dem Fahrer genügend Auflagefläche geben um bequem sitzen zu können. Daneben hat sie dem Fahrer bei der Beschleunigung, **nach hinten Halt** zu bieten, dadurch können die Arme entlastet werden. Der Abstand zwischen Lenker und Sitzbank sollte individuell auf die Körpermaße des Fahrers und die gewünschte **Sitzposition** einstellbar sein. Ebenso sollte dies bei der **Sitzbankhöhe** möglich sein. Ideal wäre eine allumfassende Einstellbarkeit der relevanten Teile mit werkzeuglosen, fernbedienbaren Stellteilen und gekennzeichneten, selbsteinrastenden, verstellbaren Wahlpositionen. Die Autoindustrie macht dies seit Jahren vor.

Beim **Lenker** sollten **Höhe, Breite und Winkel** verstellbar sein. Ebenso müssen die Bedienhebel für Bremse und Kupplung in ihrer Lage axial, tangential und radial veränderbar sein. Sowohl in ihrer Position auf dem Lenker als auch in der Position an ihrem Lagersitz. Auf Sportfahrrädern findet man hier gute Lösungen für diese Aufgabe.

4.2 Allumfassende Ergonomie

Fußrasten müssen mehr bieten, als nur eine Ablagemöglichkeit für den Fuß zu sein. Schalthebel und Fußbremse erfordern Bewegungsfreiheit des Fußes. Zudem verhindern sie ein Abrutschen des Fußes. Der Fahrer muss in Kurven auch Druck auf die Rasten ausüben können. Hier ist eine umfassende Verstellung in Höhe und Länge ebenso sinnvoll.

Die wichtigsten ergonomischen Maße bei der Konzeption eines Motorrades sind in der Tabelle 4.1 aufgeführt. Entscheidend sind meist die Längen der kleineren Frauen und der größeren Männer einer Gruppe. In diesem Fall die Daten der Bundesrepublik Deutschland. Deutschland ist ein großer Motorradmarkt und daher ist es sinnvoll, diese Daten zu verwenden.

Tabelle 4.1

Körpermaß-Bereich	Perzentil		Alter	Maße	
Gesäß-Knielänge	5.	Perzentil weiblich	(M16-60)	530	mm
	95.	Perzentil männlich	(M16-60)	645	mm
Griffumfang	5.	Perzentil weiblich	(M16-60)	108	mm
	95.	Perzentil weiblich	(M16-60)	157	mm
Handbreite	5.	Perzentil weiblich	(M16-60)	72	mm
	95.	Perzentil männlich	(M16-60)	93	mm
Fußlänge	5.	Perzentil weiblich	(M16-60)	221	mm
	95.	Perzentil männlich	(M16-60)	281	mm
Fußbreite	5.	Perzentil weiblich	(M16-60)	90	mm
	95.	Perzentil männlich	(M16-60)	107	mm
Reichweite n. vorne	5.	Perzentil weiblich	(M16-60)	616	mm
	95.	Perzentil männlich	(M16-60)	787	mm
Schritthöhe	5.	Perzentil weiblich	(18-19)	733	mm
	95.	Perzentil männlich	(M16-60)	886	mm
Sitzbreite	5.	Perzentil männlich	(M16-60)	325	mm
	95.	Perzentil weiblich	(M16-60)	451	mm

Tabelle 4.1 **Für das Design eines Motorrades wichtige ergonomische Maße**

(Quelle: Normenausschuß Ergonomie (FNErg) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 1986, S. 3, S. 6, S. 12, S. 14, S. 24, S. 26, S. 27)

Das 5. Perzentil ist der Wert für die kleinen Größen. Das 95. Perzentil ist der Wert für die großen Größen. Je nach Gestaltungssituation sind diese Werte zu berücksichtigen.

5 Zusammenfassung

Am Anfang der geschichtlichen Entwicklung, stand das **zweirädrige Laufrad**. Daraus entwickelten sich das Fahrrad und das Motorrad mit vielen Zwischenstufen. Auch beim Auto stand das Laufrad Pate. Der Schwerpunkt der Betrachtungen wird auf das **Motorrad** gerichtet. Nach dem ersten Weltkrieg bis in die 1950er Jahre ist es ein **günstiges Fortbewegungsmittel**. Die Bedeutung wechselte oft vom seriösen bis zum bedrohlichen **Freizeitgerät** und vom **Luxusgegenstand** zum „**Arme-Leute-Fahrzeug**“. Aus Umweltsicht bietet das Motorrad als **niedrig verbrauchendes Nutzfahrzeug** Chancen. Als reines Freizeitgerät birgt es die Gefahr, **klimaschädigendes Verhalten** zu fördern. Der Markt gliedert sich in die **Fahrzeugkategorien Straße und Gelände**, sowie Sport, Reisen und Freizeit. Ein **Trend zum Zweizylindermotor** in V-Anordnung als Antriebsaggregat ist erkennbar.

Beim Blick auf die Motorrad-Technik eröffnet eine Untersuchung der Energieträger neue Möglichkeiten des Einsatzes. **Autogas** bietet als umweltfreundlicher Treibstoff eine realistische **Ergänzung zum Benzin**. Neue Energie-Motor-Konzepte liegen noch zu weit in der Zukunft. Der Ottomotor, als klassisches Herz des Motorrades, kann mittelfristig mit dieser Methode erhalten bleiben. Die Analyse der Fahrwerkstypen zeigt, dass die **Achsschenkel-Lenkung** funktional Vorteile bietet. Eine der vielen Aufgaben der **Karosserie** ist es, aerodynamisch zu stabilisieren. Eine andere ist es, dem Fahrer eine **ergonomisch günstige Schnittstelle** zu sein.

Zu den besonderen **Gestaltungsanforderungen** im Motorrad-Design zählt der **fließende Übergang von Karosserie, Funktionsteilen** und sichtbarer Technik. Ein Großteil der Bauteile muss daher ergonomische Anforderungen erfüllen.

6 Zukunftsvisionen

Angetrieben werden die Maschinen in Zukunft wahrscheinlich von Elektromotoren mit **Wasserstoff-Brennstoffzelle**. Dieser Technologie wird in den nächsten Jahrzehnten der Durchbruch vorausgesagt.

Beim Blick in Zukunft könnte ich mir eine **automatische Anpassung der Maschine** an die Fahrerbedürfnisse und Fahrbahnbedingungen vorstellen. Ich denke dabei an Verstellung von Ergonomiebauteilen und Fahrwerksteilen per Servomotoren. Ergonomische Fahrer-Daten werden über **Sensoren** am Motorrad erfasst. Das System stellt die richtige **Geometrie** ein, je nach gewünschter Gangart. Sportlich oder bequem und nach der Anthropometrie des Fahrers.

Möglich wäre eine **Verschmelzung von virtuellem und realem Fahrerlebnis**. Ein elektronisch veränderter **Motorklang**, wird dem Fahrer über Helmlautsprecher eingespielt. Er erhält dadurch eine bessere Kontrolle des Motorzustandes. Durch Klangoptimierung wird das sinnliche Erleben erweitert. Vibratoren wie bei Steuerelementen von Computerspielen oder beim **Vibrationsalarm** im Handy, könnten als haptisches Warnsignal verwendet werden. Anwendbar an Griffen, Fußrasten und Sitzbank.

Elektronische Fahrerunterstützung durch eine **automatische Hinderniserkennung** auf der Fahrbahn durch entsprechende Sensoren am Fahrzeug. Wichtig wäre auch ein **Warnsystem** zur Verhinderung der negativen Folgen bei Fahrerübermüdung. Besonders bei längeren Touren, vergisst der Fahrer oft die notwendigen Pausen einzuhalten. Bei Oberklasseautomobilen wird diese Technologie seit einigen Jahren eingeführt.

6 Zukunftsvisionen

Passive Sicherheit könnte mit einem automatischen **Notfall-Hilferuf-System** verbessert werden. Hierbei wird bei einem Unfall die Position an die Rettungsleitstelle per **Mobilfunkortung** gesendet. Gleichzeitig werden **lebensrettende Daten**, wie Blutgruppe oder besondere Krankheiten wie zum Beispiel Diabetes mitgeteilt. Diese Daten könnten auf einem elektronischen Fahrzeugschlüssel gespeichert sein. Zudem wäre es möglich aktuelle **Körperparameter**, wie Herzfrequenz und Körpertemperatur zu senden. Die notwendigen Sensoren könnten in der Schutzbekleidung eingearbeitet sein.

Sinnvoll wäre auch eine Übermittlung von **Bilddaten**, welche von einer Bordkamera erstellt werden. Zur Sicherung der Unfallstelle bietet sich eine, sich selbständig einschaltende **Warnblinkanlage** an.

7 Durchführung einer Motorradstudie

7.1 Das Ziel ist ein anspruchsvolles Motorrad

Das Ziel für die Motorradstudie ist es, den Schnittpunkt zu finden, bei dem diese vier Hauptforderungen erfüllt werden.

Abb. 7.1



Abb. 7.1 Die vier Hauptforderungen an die Motorradstudie

7.1 Das Ziel ist ein anspruchsvolles Motorrad

ein pures Zweirad
mit soviel sportlichem Fahrspaß wie möglich
bei soviel Komfort wie nötig
bei soviel Sicherheit wie nötig
bei geringer Umweltbelastung

Ein Motorrad mit dem man
auf kurvigen Straßen
supersportlich fahren kann,
aber auch
längere Reisedistanzen
ohne größere Strapazen
bewältigen kann, um solche
Kurvigen Straßen zu erreichen

7.2 Vorentwürfe führen zum Ziel

Abb. 7.2

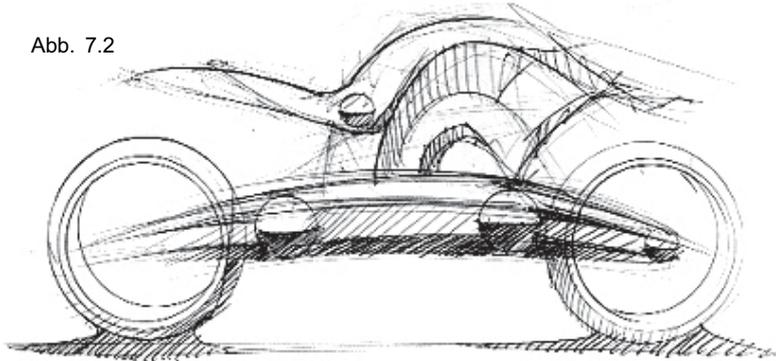


Abb. 7.2 Vorentwurf A

Horizontale Teilung von Fahrwerk und Aufbau

Betonung der
zwei Fahrwerks-Schwingen.
Überleitung
dieser Formen
auf den Aufbau

Abb. 7.3

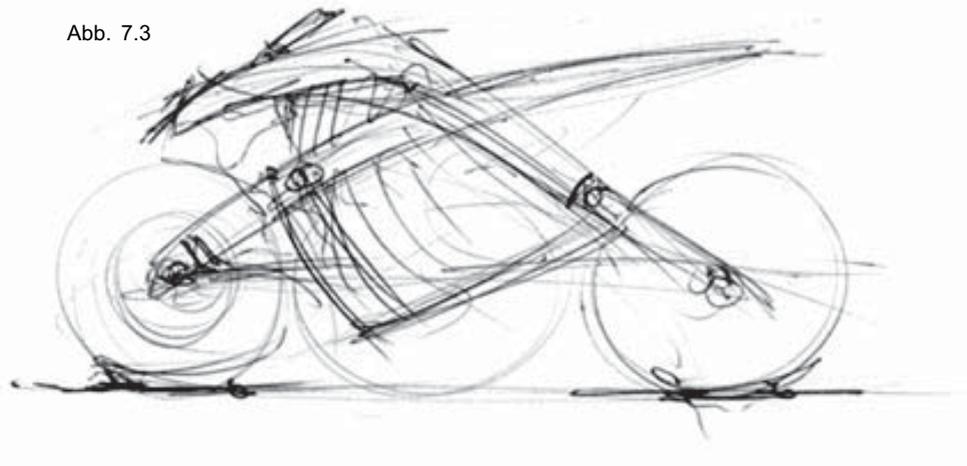
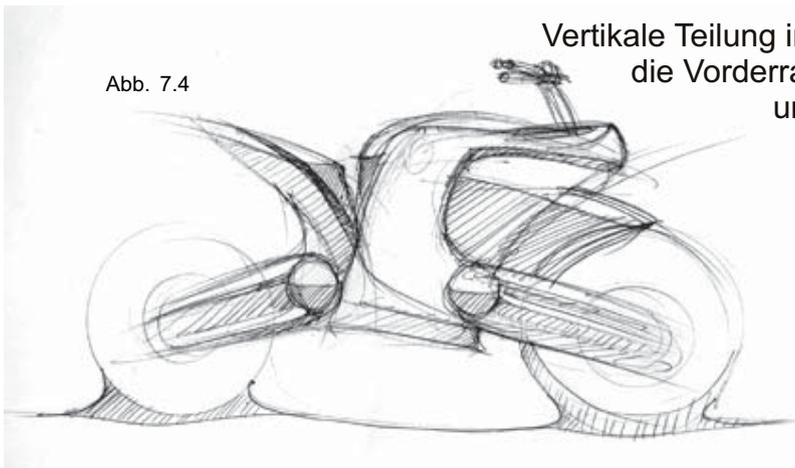


Abb. 7.3 Vorentwurf B

Abb. 7.4



Vertikale Teilung in zwei Baugruppen:
die Vorderradföhrung mit Motor
und Hinterradföhrung

Abb. 7.4 Vorentwurf C

7.2 Vorentwürfe führen zum Ziel

Abb. 7.5

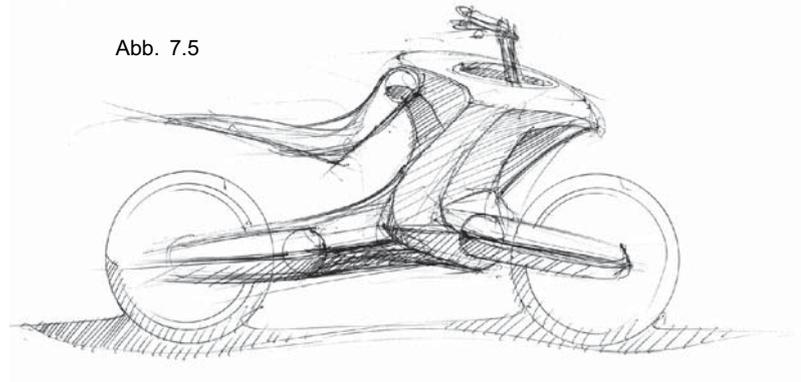
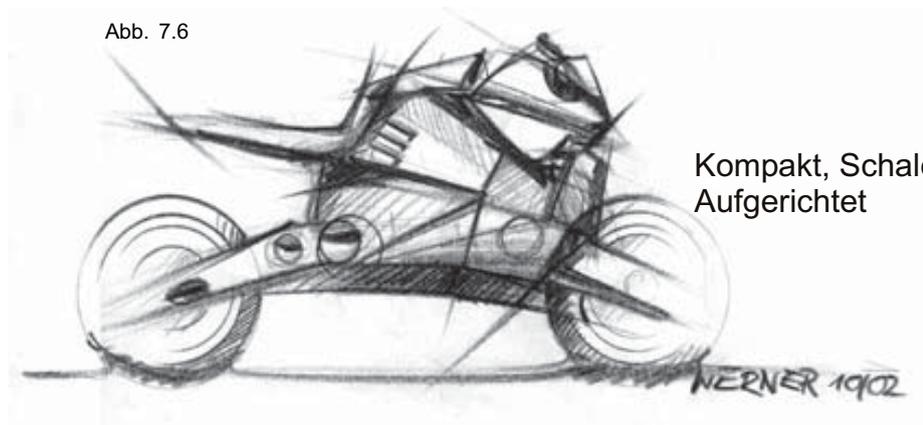


Abb. 7.5 Vorentwurf D

Abb. 7.6



Kompakt, Schalenartig,
Aufgerichtet

Abb. 7.6 Vorentwurf E

Wasserkühler wird Teil
der Verkleidung

Abb. 7.7

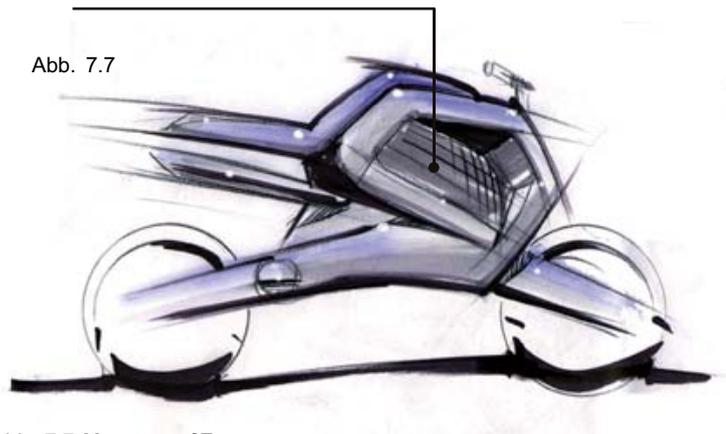


Abb. 7.7 Vorentwurf F

7.2 Vorentwürfe führen zum Ziel

Abb. 7.8

Nach vorne gerichtete,
keilförmige Anordnung

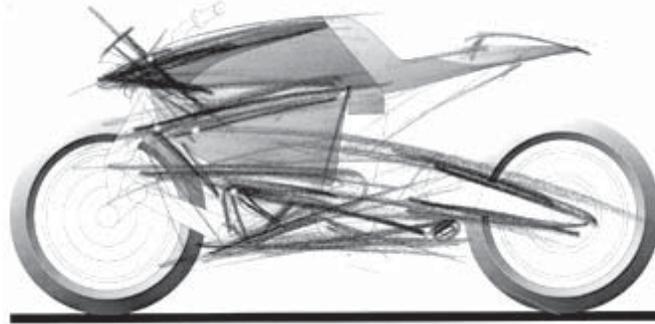


Abb. 7.8 Vorentwurf G

Abb. 7.9

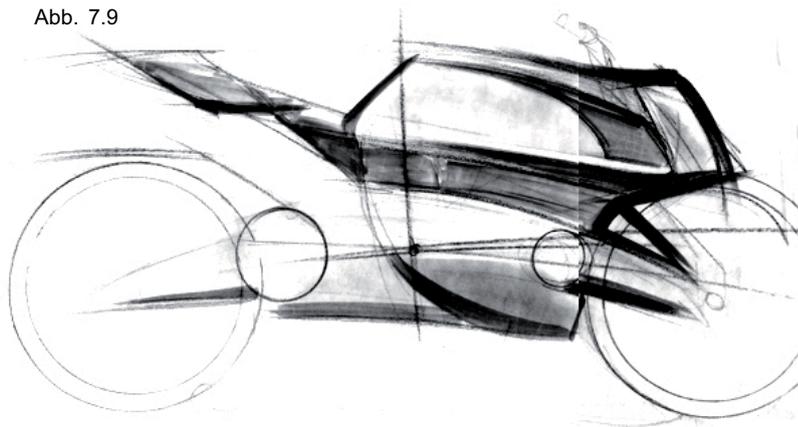


Abb. 7.9 Vorentwurf H

Eher klassische Naked Bike Anordnung

Abb. 7.10

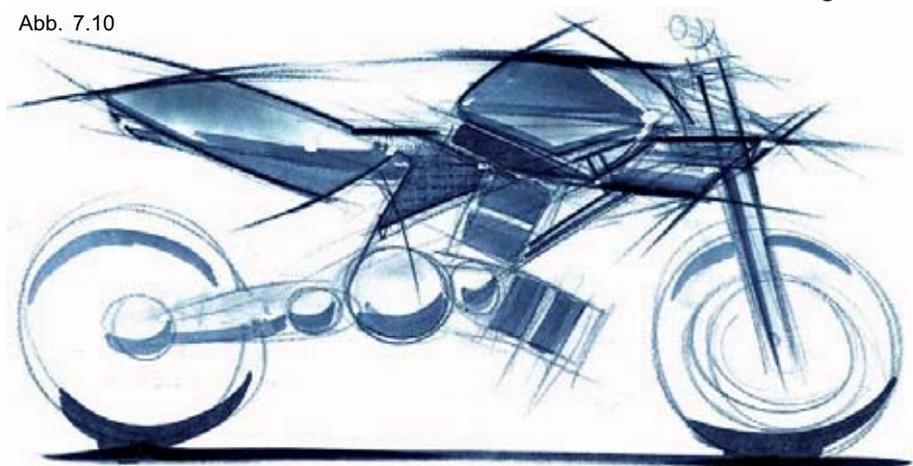


Abb. 7.10 Vorentwurf I

7.2 Vorentwürfe führen zum Ziel

Abb. 7.11

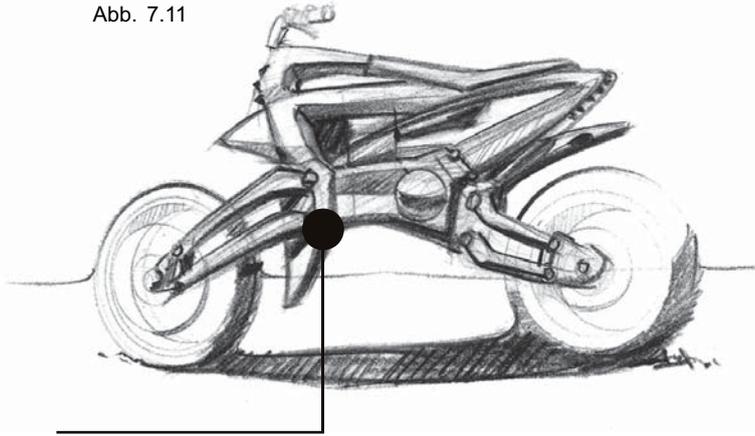


Abb. 7.11 Vorentwurf J

Auflösung der Oberfläche
in Rahmenformen

Abb. 7.12

Frontale Abdeckung
geht bis zur Sitzbank über

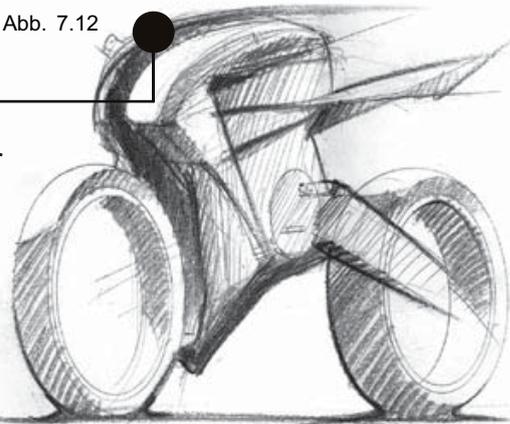


Abb. 7.12 Vorentwurf K

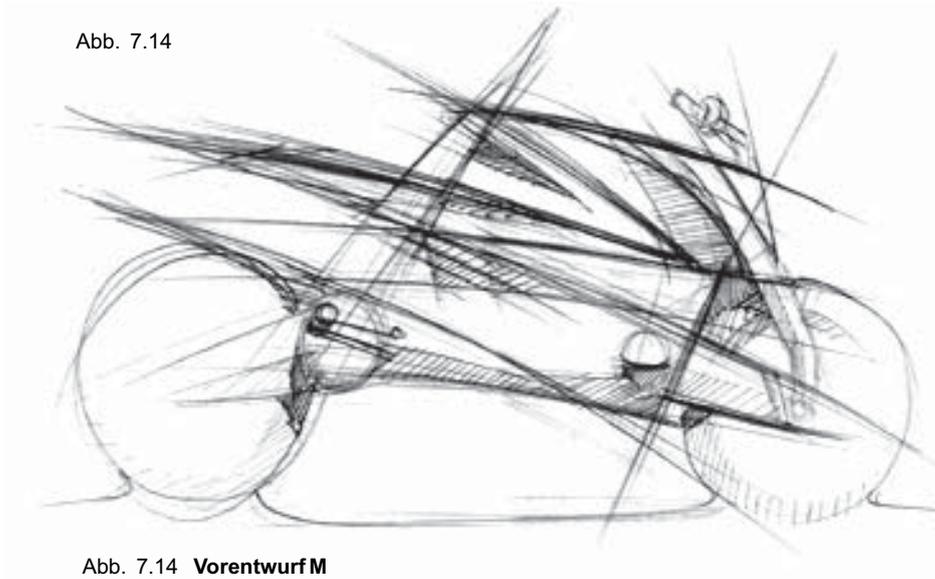
Abb. 7.13



Abb. 7.13 Vorentwurf L

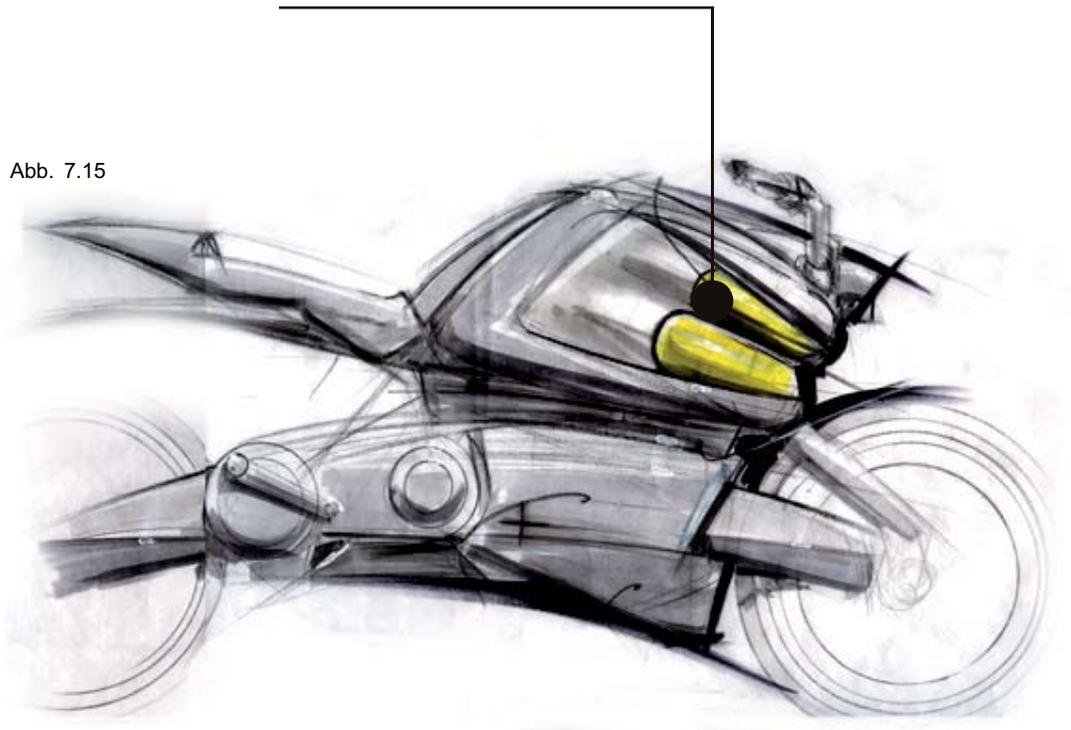
7.2 Vorentwürfe führen zum Ziel

Abb. 7.14



Autogastanks
außen liegend

Abb. 7.15



7.2 Vorentwürfe führen zum Ziel

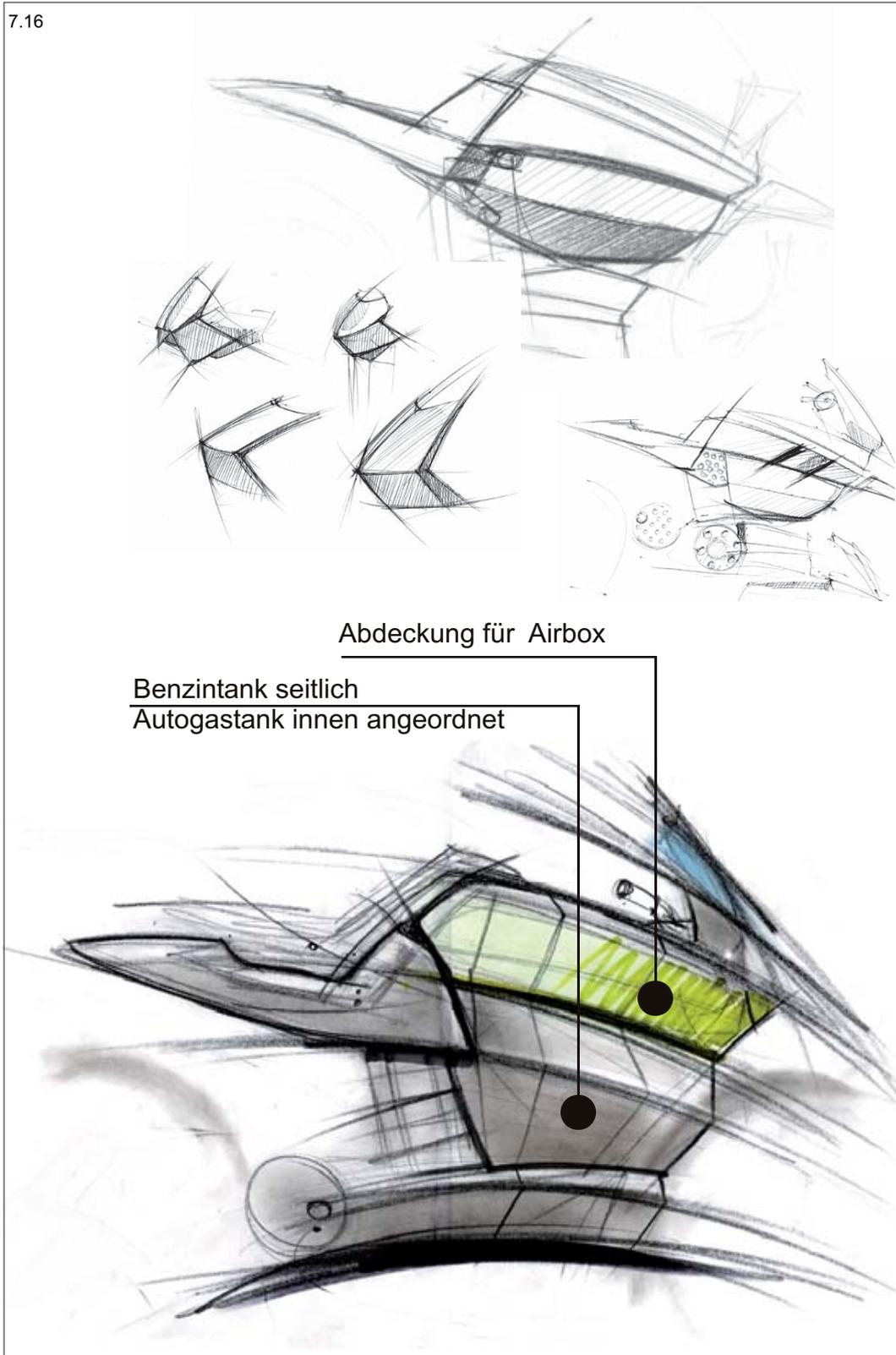


Abb. 7.16 Vorentwurf O

7.3 Designkonzept: Sportlichkeit und Vernunft

So viel **Sportlichkeit** und **sinnliches Erleben** wie möglich, bei größtmöglicher **Sicherheit**, ohne dass die **Reisetauglichkeit** darunter leiden muss und **Umweltverträglichkeit** im vertretbaren Rahmen.

Die **Zielgruppe** sind **verantwortungsbewusste Menschen** die grundsätzlich **rennsportlich** orientiert sind aber auf die oben genannten Eigenschaften ebenfalls Wert legen. Sie haben Spaß am sportlichen Fahren aber nicht am Umweltverpesten oder Mitmenschen mit Lärm zu belästigen.

Das Motorrad soll eine **hochwertige Anmutung** haben, im Sinne von **Understatement**. Es soll zeigen, dass es für **Kenner** gemacht ist, ohne sich aber zu sehr abzuheben, von der Konkurrenz. Gerade, da es ein Motorrad ist, welches den **Kern des Zweiradfahrens** treffen will, muss es eine große **Anerkennung** bei den Motorradfahrern finden.

Stauraum in Form von großzügigen Koffern ist serienmäßig nicht angedacht, da dies nicht dem Bedarf der Zielgruppe entspricht. Sinnvoller erscheint **Stauraum in dezentraler Form**. Unter der Sitzbank, unter der Oberschalenabdeckung, als Andockmöglichkeit eines Tankrucksackes oder von nachrüstbaren Seitenkoffern. Dem Benutzer sind hier Möglichkeiten gegeben, sein Motorrad auf seine persönlichen Bedürfnisse anzupassen. Sportfahrer verwenden für ihr spärliches Gepäck häufig einen kleinen Rucksack, indem sich nur das Allernotwendigste befindet.

7.3.1 Schnittstellen Mensch-Maschine

Das Zusammenspiel der verstellbaren Bauteile Lenker, Sitzbank, Fußrasten erlaubt Oberkörperhaltungen von aufrecht entspannt bis geduckt sportlich und Kniewinkel von sportlich angezogen bis locker ausgestreckt. Kurvenfahren wird im „Hang-off“-Stil oder im „Cross“-Stil möglich.

7.3 Designkonzept: Sportlichkeit und Vernunft

Eine entspannte Fahrt zur Rennstrecke oder ins Gebirge wo dann eine sportliche Einstellung gewählt wird, ist dadurch möglich. So kann das Motorrad auch gleichzeitig an die **individuelle Anatomie** des jeweiligen Fahrers angepasst werden.

7.3.2 aktive und passive Sicherheit

Brems-Antiblockier-System wird wahrscheinlich auch bei Motorrädern, so wie bei den Autos, in naher Zukunft selbstverständlich sein. Der **Airbag** steht noch vor der Serienreife und ist bei einem Motorrad viel versprechend. Bei einem Unfall ist schnelle Hilfe sehr wichtig.

Ein **Notfall-Ruf-System** kann hier helfen. Hierbei wird bei einem Unfall die Position an die Rettungsleitstelle per **Mobilfunkortung** gesendet. Gleichzeitig werden **lebensrettende Daten** mitgeteilt. Diese Daten sind auf einem elektronischen Fahrzeugschlüssel gespeichert. Zudem werden aktuelle **Körperparameter**, wie Herzfrequenz und Körpertemperatur gesendet. Die notwendigen Sensoren sind in der Schutzbekleidung eingearbeitet. Übermittelt werden auch **Bilddaten**, welche von einer Bordkamera erstellt werden, zur Klärung der Unfalllage. Zur Sicherung der Unfallstelle bietet sich eine, sich selbständig einschaltende **Warnblinkanlage** an.

Elektronische Fahrerunterstützung durch eine **automatische Hinderniserkennung** auf der Fahrbahn durch entsprechende Sensoren am Fahrzeug. Wichtig wäre auch ein **Warnsystem** zur Verhinderung der negativen Folgen bei Fahrerübermüdung. Besonders bei längeren Touren, vergisst der Fahrer oft die notwendigen Pausen einzuhalten. (Vgl. Kapitel 6)

7.3 Designkonzept: Sportlichkeit und Vernunft

7.3.3 Bivalenter Treibstoff (Autogas/Benzin)

Niedrige und **saubere Emissionen** durch Autogas (Butan/Propan). Weniger krebserregendes Benzol und Rußpartikel. Reduzierte Gefahr der Bildung von bodennahem Ozon und Smog. Leisere Verbrennung verringert die Lärmbelastung.

Die **Treibstoffpreise** für Autogas sind **niedriger** als für Benzin. Die höheren Anschaffungskosten des Autogas-Tanksystems amortisieren sich nach einiger Zeit. Wegen des unterschiedlich dichten Autogastankstellennetzes in Europa ist es sinnvoll ein bivalentes Tanksystem sprich Benzin/Autogas, zu haben. Dieses System funktioniert bei Autos seit Jahrzehnten tadellos. Die Anordnung des Benzintanks seitlich über dem Motor gibt den innen liegenden Gastanks Platz und Schutz bei einem Sturz. Die so entstehende Ummantelung des Motors **senkt die Lärmemission** zusätzlich.

Der Benzintank wird so zur Verkleidung. Der erweiterte „Naked-Bike“-Gedanke - keine überflüssigen Verkleidungen am Motorrad zu haben und Technikteile werden zur Verkleidung - wird hier erfüllt.

7.3.4 Achsschenkel-Lenkung

Diese Konstruktion verhindert Bremsnicken. Dadurch entsteht **mehr Bremsleistung**. Kurven können später angebremst werden, was mehr sportlichen Fahrspaß bedeutet. Dadurch ergibt sich eine größere Fahrzeugkontrolle für größere Sicherheit.

Auftretende Fahrwerkskräfte werden über den kurzen Hebel der unten gelagerten Vorderradschwinge in den **Rahmen** eingeleitet. Der Motorradrahmen kann dadurch kleiner und **leichter dimensioniert** werden, weil der Lenkkopf lediglich die Kräfte des Fahrzeuglenkers aufnehmen muss.

7.3 Designkonzept: Sportlichkeit und Vernunft

7.3.5 Zwei-Zylinder-V-90°Viertaktmotor

Dieser Motor ohne Hubzapfenversatz mit querliegender Kurbelwelle hat eine **günstige Leistungsentfaltung** im relevanten Drehzahlbereich. Nicht Maximalleistung zählt, sondern ein hohes Drehmoment in einem breiten mittleren Drehzahlbereich (3000 bis 7000 U/min). Dieser Bereich ist bei einer sportlichen Fahrweise auf Landstrassen optimal.

Die **Kraftübertragung** am Hinterrad gelingt bei diesem Motorkonzept durch die asymmetrische Zündfolge besser. Der Hinterreifen rutscht bei Extrembeschleunigungen weniger leicht durch. Die **geringe Baubreite** des Motors durch die hintereinander liegenden Zylinder ist vorteilhaft für einen **niedrigen Luftwiderstand** und eine **große Schräglagenfreiheit** bei Kurvenfahrt. Also ein optimaler Motor für ein sportliches Motorrad. Der **einzigartige Motorklang** des V2/90° mit seiner Verbindung aus hohen und tiefen Frequenzen bietet dem Fahrer und auch der Umwelt einen **sinnlichen Genuss**.

7.3.6 Kombibauteil Abgasanlage

Auspuff, Abgas-Katalysator, Sturzbügel und Lärmschutz/Sicht-Verkleidung in einer Baueinheit.

Auch hier wieder der **erweiterte „Naked-Bike“-Gedanke**. Funktionsteile werden zur Verkleidung. So wenig Verkleidung wie möglich. Die Abgasanlage wird um den Motor herum gebaut. Dadurch erhält man gleichzeitig eine **Lärmschutzverkleidung**, welche die mechanischen Geräusche des Motors dämpft, was den immer strenger werdenden Lärmschutzgesetzen entspricht. Der Motorsound wird bei heutigen Kraftfahrzeugen bewusst gestaltet.

7.3 Designkonzept: Sportlichkeit und Vernunft

Es geht nicht um reine Lärmvermeidung, sondern um Klangkomposition. Es wird so wenig wie möglich dem Zufall überlassen. Das heißt aber nicht, dass das Motorrad verstummen muss. Doch soll der Soundgenuss des Motors hauptsächlich dem Fahrer zugute kommen. Darauf muss beim Sound-Design geachtet werden.

Das Reinigen der Abgase durch **Katalysatoren** wird auch bei Motorrädern Standard werden. Die Abgasanlage **schützt** den Motor und den Fahrerfuß vor Verletzungen bei einem Sturz. Die eventuell entstehenden Schrammen an den Gleitflächen der Abgasanlage durch einen Sturz werden als **sportliche Patina** in Kauf genommen oder sogar gewünscht. Durch die tiefe Anordnung des Bauteils wird der **Schwerpunkt** des Motorrads gesenkt, was wiederum zu einem sportlichen Handling führt.

7.3 Designkonzept: Sportlichkeit und Vernunft

Abb. 7.17

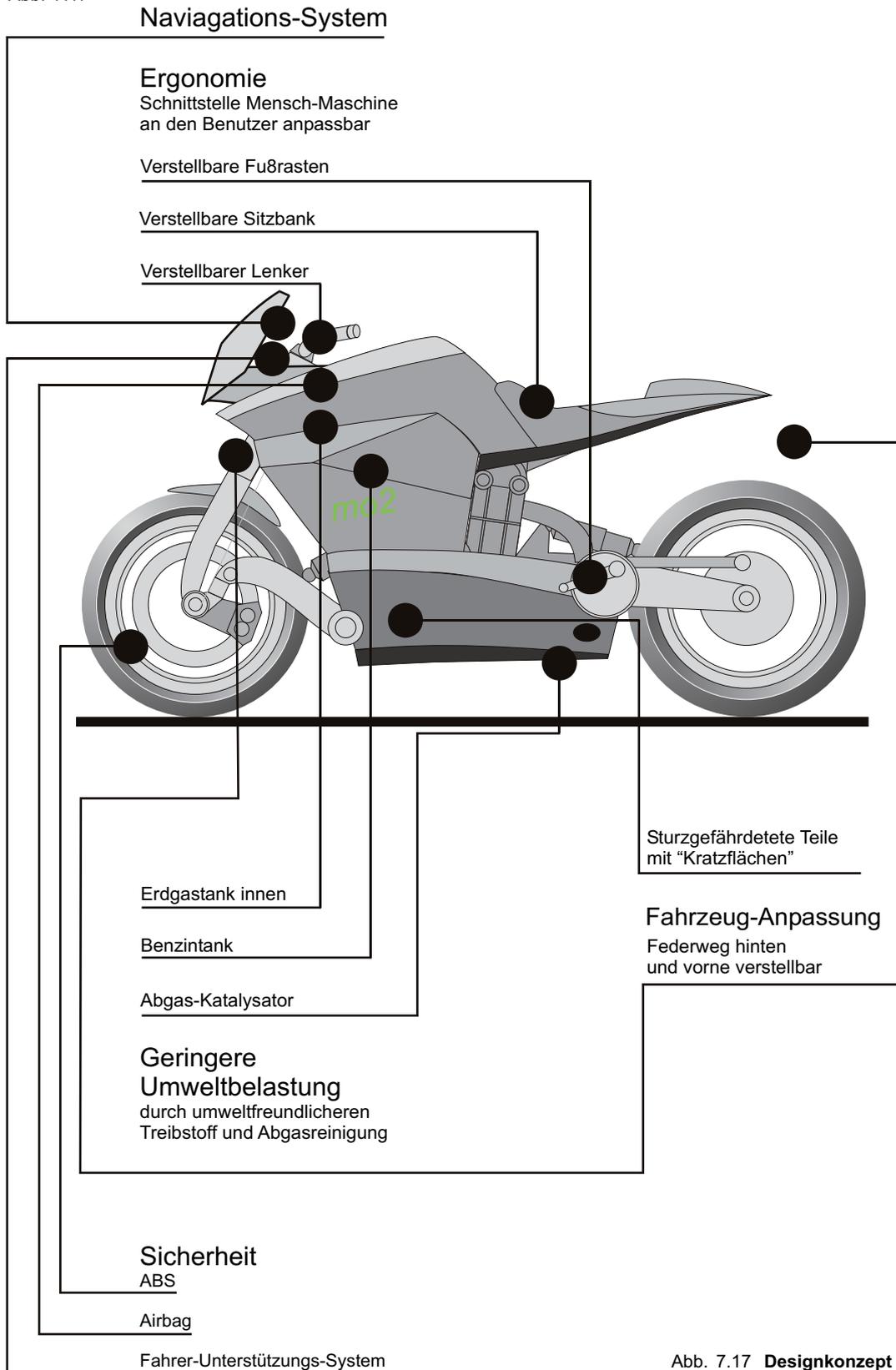


Abb. 7.17 Designkonzept

7.4 Designkonstruktion

Abb. 7.18

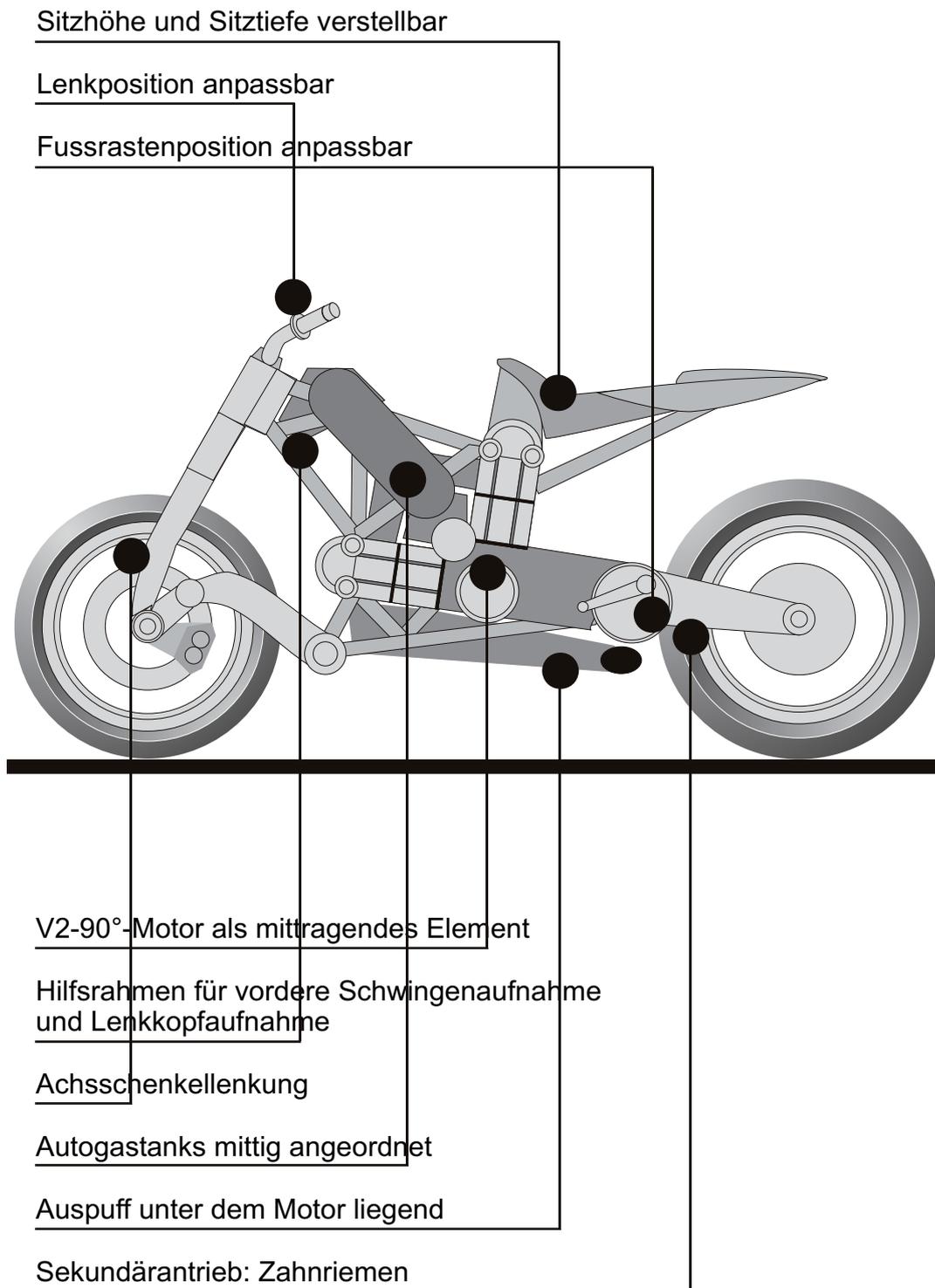


Abb. 7.18 Designkonstruktion

7.4 Designkonstruktion



Abb. 7.19 Anschauungsmodell der Motorradstudie, Ansicht von rechts und links

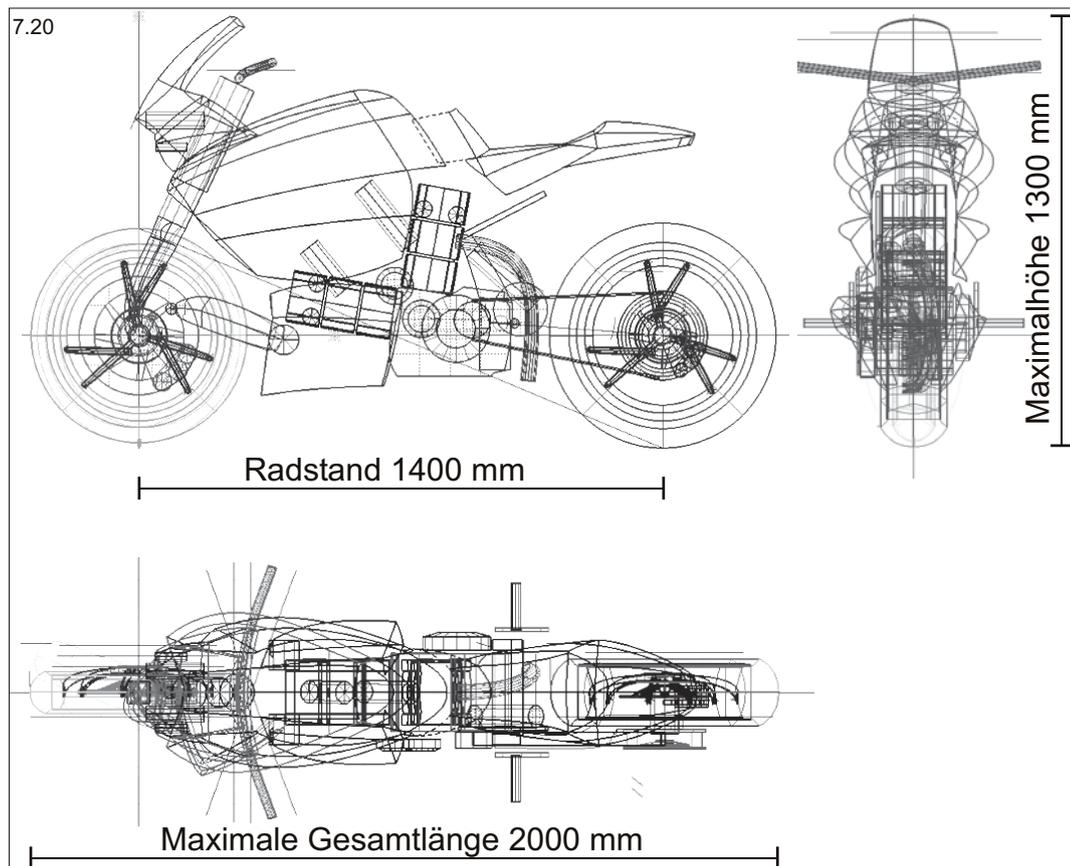


Abb. 7.20 Hauptmaße der Motorradstudie

7.4 Designkonstruktion

Technische Daten

Die Festlegung der technischen Daten orientierte sich an vergleichbaren Motorrädern auf dem Markt, mit ähnlicher Konzeption.

Tabelle 7.1

Motor	wassergekühlter Zweizylinder 4-Takt-Ottomotor in L 90°-Form, 4 Ventile Kurbelwelle ohne Hubzapfenversatz
Hubraum	1000 ccm
Leistung	130 PS bei 9000 U/min
Drehmoment	84 Nm - 8,5 Kgm bei 6000 U/min
Gemischaufbereitung	Bivalenter Antrieb Flüssiggas (LPG) / Benzin Elektronisch gesteuerte Einspritzanlage
Auspuffanlage	Auspuffkörper um den Motor
Getriebe	6 Gänge
Sekundärantrieb	Zahnriemen
Kupplung	Hydraulisch betätigte Mehrscheiben- Trockenkupplung
Rahmen	Stahl-Gitterrohrrahmen
Radstand	1400 mm
Lenkkopfwinkel	65°
Federung vorn	Achsschenkellenkung
Federweg vorn	150 mm
Vorderrad	3-Speichen Leichtmetallfelge, 3,50 x 17 Zoll
Reifengröße vorn	120/70 ZR 17
Federung hinten	Aluminium Schwinge, Luftfederbein
Federweg hinten	130 mm
Hinterrad	3-Speichen Leichtmetallfelge, 5,50 x 17 Zoll
Reifengröße hinten	180/60 ZR 17
Bremse vorn	innenbelüftete Bremsscheibe mit 320 mm Durchmesser, 6-Kolben Bremszange
Bremse hinten	Bremsscheibe mit 240 mm Durchmesser, 2-Kolben Bremszange
Tankinhalt	Benzin 11 l (2 l Reserve), Autogas 15 l
Max. Reichweite	400 km
Sitzhöhe	730 - 800 mm verstellbar
Maximale Höhe	1300 mm
Maximale Länge	2000 mm
Instrumente	Elektronisches Cockpit: Tachometer, Drehzahlmesser, Warnleuchte für Öldruck, Kontrollleuchten für Fernlicht und Blinker, Wegfahrsperre, Tankanzeige, LCD-Anzeige für Uhrzeit, Navigationssystem

Tabelle 7.1 Technische Daten der Motorradstudie

7.5 CAD-Konstruktion

Nach dem Erstellen erster Vormodelle aus Hartschaum und einem Claymodell ging ich an die Designkonstruktion im CAD (Computer Aided Design). Als Programm verwendete ich Alias Wavefront. Die Formen modellierte ich als Freiformflächen. Als Ausgangsbasis erstellte ich einen Motor, um den ich die Karosserie und das Fahrwerk baute.

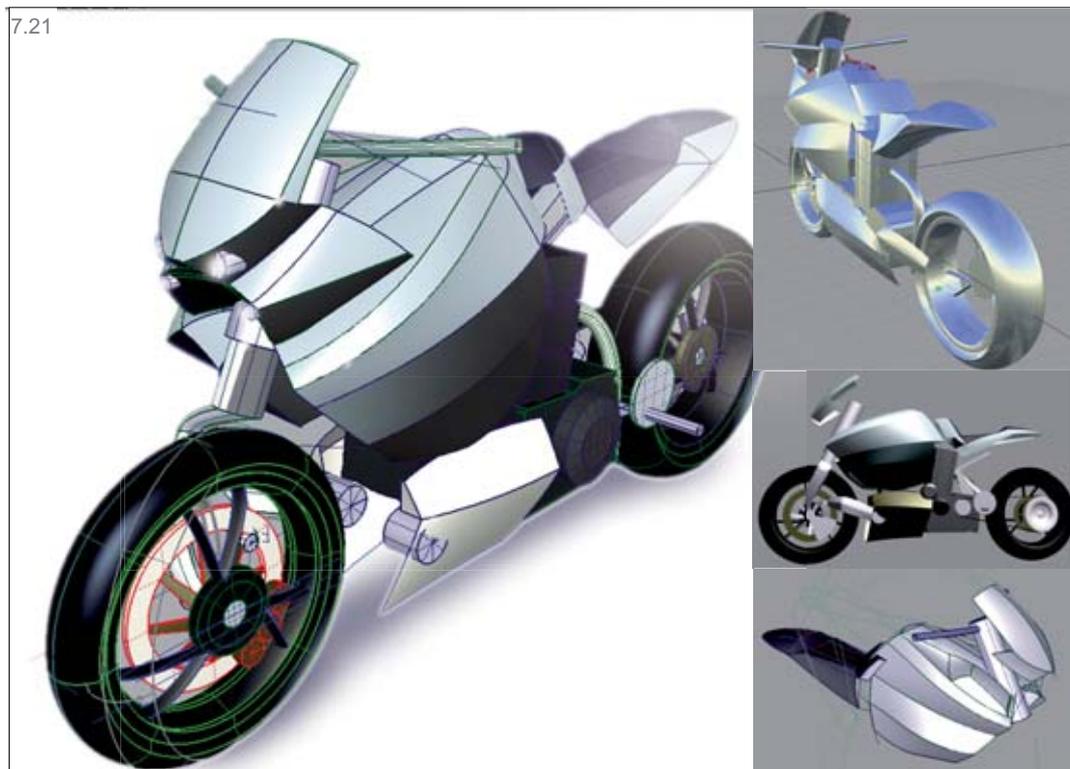


Abb. 7.21 verschiedene Darstellungen der CAD-Konstruktion

7.6 Modellbau

Anhand der CAD-Daten fertigte ich die Teile für den Modellbau im Maßstab 1:4 an. Motorteile, Rahmen und Kleinteile wurden mit dem Laserschneider aus Plexiglas erstellt.

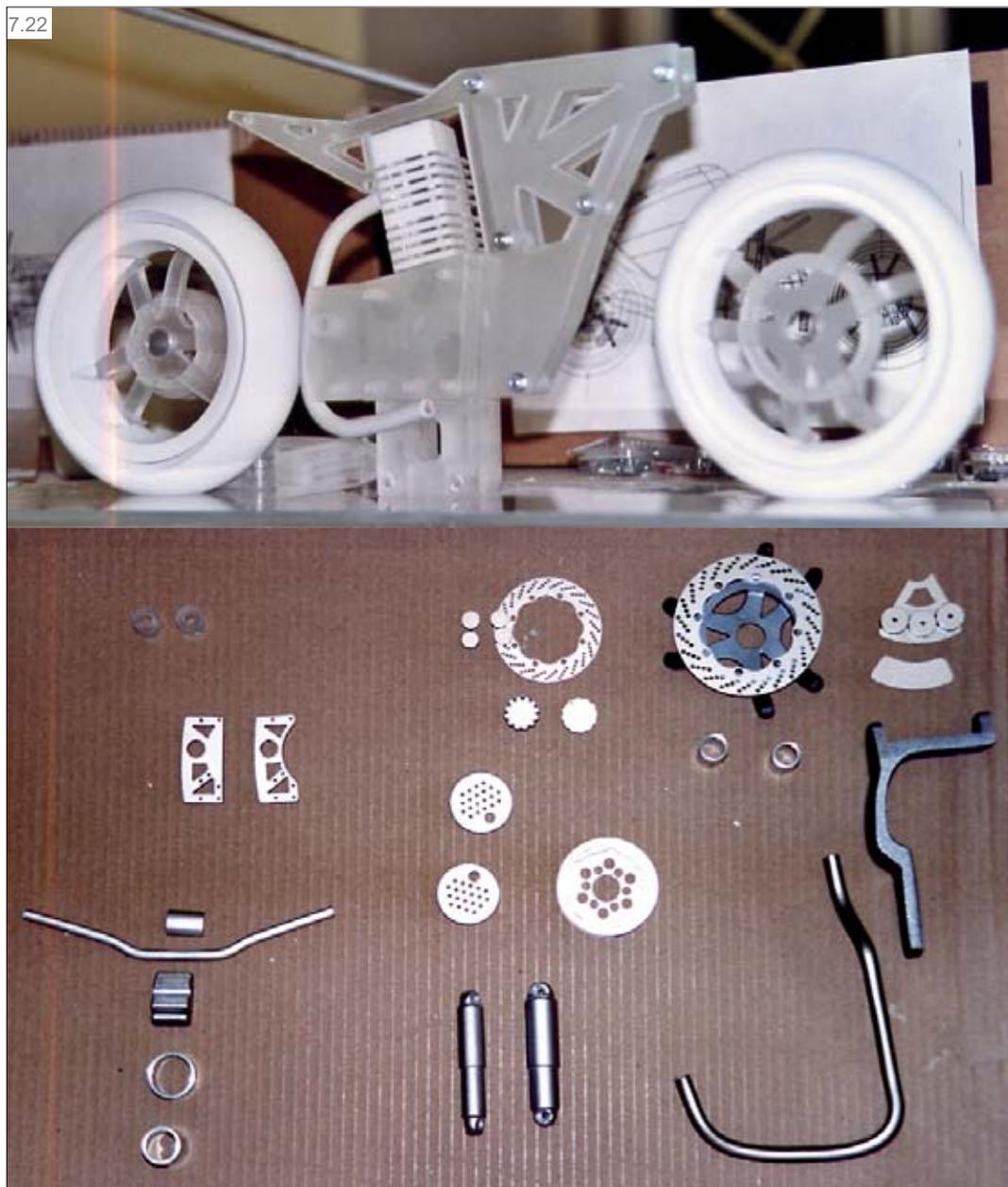


Abb. 7.22 lasergeschnittene Teile des Modellbaus

7.6 Modellbau

Die Karosserieteile stammen aus dem 3D-Drucker. Reifen, Felgen und weitere Kleinteile wurden aus Stylingschaum per Hand gebaut.



Abb. 7.23 Teile des Modellbaus aus dem 3D-Drucker



Abb. 7.24 Fertigmontiertes Anschauungsmodell der Motorradstudie

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1	Seite 9	Daimler Motorrad, Deutschland 1885 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.2	Seite 9	Michaux-Perreaux Veloziped, Frankreich Ende 19. Jahrhundert (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.3	Seite 9	Copeland Dampf-Fahrrad, USA 1894 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.4	Seite 10	Scott mit Zweitaktmotor, England 1905 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.5	Seite 10	Temple-Anzani Rekordmaschine, Großbritannien 1923 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.6	Seite 10	Böhmerland, Tschechoslowakei 1927 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.7	Seite 11	Scott TT Replica, Großbritannien 1930 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.8	Seite 11	AJS Kompressor V4, Großbritannien 1939 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.9	Seite 11	Harley-Davidson WL, USA, 1941 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.10	Seite 11	BMW R 12, Deutschland 1935 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.11	Seite 12	BMW R 69 S, Deutschland 1961 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.12	Seite 12	NSU Supermax, Deutschland 1957 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.13	Seite 12	Norton Manx 3011, Großbritannien 1962 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.14	Seite 12	Velocette LE Mark 3, Großbritannien 1960 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.15	Seite 12	Lambretta LD 150, Italien 1957 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.16	Seite 13	Ducati 750 SS, Italien (Falloon, Ian: Die Ducati-Story, Sparford: Haynes Publishing 2002)
Abbildung 2.17	Seite 13	Ariel Arrow Super Sports, Großbritannien 1963 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.18	Seite 13	Münch Mammut 4 TTS, Deutschland 1967 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.19	Seite 13	Honda CB 750, Japan 1969 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.20	Seite 14	Moto Guzzi Le Mans Mk 1, Italien 1976 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.21	Seite 14	MV Agusta 750 S America, Italien 1975 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.22	Seite 14	Kawasaki KR 250, Japan 1979 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.23	Seite 15	Kawasaki ZX 750, Japan 1983 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.24	Seite 15	Honda CBX 1000, Japan 1980 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.25	Seite 15	Gilera Saturno, Italien 1988 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.26	Seite 15	Honda RS 500, Japan 1984 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.27	Seite 15	Suzuki Katana, Japan 1982 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.28	Seite 16	Motorradstudie Yamaha Morpho, Japan 1989 (Schäfer, Michael: Kaltverformung. Motorrad, Stuttgart, (1989) 25, S 12 -16)
Abbildung 2.29	Seite 16	BMW K1, Deutschland 1992 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.30	Seite 16	Ducati 916, Italien (Falloon, Ian: Die Ducati-Story, Sparford: Haynes Publishing 2002)
Abbildung 2.31	Seite 16	Yamaha, FZR 1000, Japan 1992 (Wilson, Hugo: MOTORRAD TOTAL, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999)
Abbildung 2.32	Seite 17	MVAgusta Brutale, Italien 2003 (URL: www.mvagusta.de , 02.2003)
Abbildung 2.33	Seite 23	Benutzergruppen-Profil der Motorradfahrer
Abbildung 2.34	Seite 23	Segmentierung der Motorradgattungen
Abbildung 2.35	Seite 24	MVAgusta F4, Italien 2003 (URL: www.mvagusta.de , 02.2003)
Abbildung 2.36	Seite 25	verschiedene Aprilia Motorräder, Italien 2003 (URL: www.aprilia.de , 02.2003)
Abbildung 2.37	Seite 25	Benelli Tornado, Italien 2003 (URL: www.benelli.de , 02.2003)
Abbildung 2.38	Seite 26	BMW Studie, Deutschland 2003 (URL: www.bmw.de , 02.2003)
Abbildung 2.39	Seite 26	Buell, USA 2003 (URL: www.buell.com , 02.2003)
Abbildung 2.40	Seite 27	Ducati Multistrada und Monster, Italien 2003 (URL: www.ducati.de , 02.2003)
Abbildung 2.41	Seite 28	Honda VFR und Varadero, Japan 2003 (URL: www.honda.de , 02.2003)
Abbildung 2.42	Seite 29	KTM Super Duke, Österreich 2003 (URL: www.ktm.at , 02.2003)
Abbildung 2.43	Seite 29	Laverda Studie, Italien 2003 (Internet: ohne Ort, 02.2003)
Abbildung 2.44	Seite 30	Moto Guzzi Griso, Italien 2003 (Internet: ohne Ort, 02.2003)
Abbildung 2.45	Seite 30	Suzuki Freewind, Japan 2003 (URL: www.suzuki.de , 02.2003)
Abbildung 2.46	Seite 31	Triumph, Großbritannien 2003 (URL: www.triumph.de , 02.2003)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.47	Seite 31	Yamaha TDM 900, Japan 2003 (URL: www.yamaha.de , 02.2003)
Abbildung 3.1	Seite 32	Überblick über die wichtigsten Energieträger und Motorarten
Abbildung 3.2	Seite 36	die wichtigsten Konstruktionsmerkmale der Motorrad-Technik
Abbildung 3.3	Seite 38	Rahmen (Bäumel, Rainer: Manche wollen nur das eine: Fakten, Daten, Zahlen. Motorrad, Stuttgart (1995) 7, S. 66-73)
Abbildung 3.4	Seite 40	Vorderradführung (Bäumel, Rainer: Manche wollen nur das eine: Fakten, Daten, Zahlen. Motorrad, Stuttgart (1995) 7, S. 66-73)
Abbildung 3.5	Seite 40	Hossak-Vorderradführung (Ganter, Willy: Meisterstück. Motorrad, Stuttgart, (1989) 25, S. 40-45)
Abbildung 3.6	Seite 41	Hinterradführung (Bäumel, Rainer: Manche wollen nur das eine: Fakten, Daten, Zahlen. Motorrad, Stuttgart (1995) 7, S. 66-73)
Abbildung 7.1	Seite 50	Die vier Hauptforderungen an die Motorradstudie
Abbildung 7.2	Seite 52	Vorentwurf A
Abbildung 7.3	Seite 52	Vorentwurf B
Abbildung 7.4	Seite 52	Vorentwurf C
Abbildung 7.5	Seite 53	Vorentwurf D
Abbildung 7.6	Seite 53	Vorentwurf E
Abbildung 7.7	Seite 53	Vorentwurf F
Abbildung 7.8	Seite 54	Vorentwurf G
Abbildung 7.9	Seite 54	Vorentwurf H
Abbildung 7.10	Seite 54	Vorentwurf I
Abbildung 7.11	Seite 55	Vorentwurf J
Abbildung 7.12	Seite 55	Vorentwurf K
Abbildung 7.13	Seite 55	Vorentwurf L
Abbildung 7.14	Seite 56	Vorentwurf M
Abbildung 7.15	Seite 56	Vorentwurf N
Abbildung 7.16	Seite 57	Vorentwurf O
Abbildung 7.17	Seite 63	Designkonzept
Abbildung 7.18	Seite 64	Designkonstruktion
Abbildung 7.19	Seite 65	Anschauungsmodell der Motorradstudie, Ansicht von rechts und links
Abbildung 7.20	Seite 65	Hauptmaße der Motorradstudie
Abbildung 7.21	Seite 67	verschiedene Darstellungen der CAD-Konstruktion
Abbildung 7.22	Seite 68	lasergeschnittene Teile des Modellbaus
Abbildung 7.23	Seite 69	Teile des Modellbaus aus dem 3D-Drucker
Abbildung 7.24	Seite 69	Fertigmontiertes Anschauungsmodell der Motorradstudie

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1	Seite 33	Vergleich der Gas-Treibstoffe (URL: http://www.propan.de , 02.2003)
Tabelle 4.1	Seite 46	Für das Design eines Motorrades wichtige ergonomische Maße (Quelle: Normenausschuß Ergonomie (FNÉrg) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 33 402 Teil 2. Körpermaße des Menschen. Berlin: Werte, Beuth Verlag GmbH 1986)
Tabelle 7.1	Seite 66	Technische Daten der Motorradstudie

Literaturverzeichnis

Bönsch, Helmut Werner: **Fortschrittliche Motorrad-Technik**. Eine Analyse der Motorrad-Entwicklung. 1. Aufl. Stuttgart: Motorbuch Verlag 1985

Spiegel, Berndt: **Die obere Hälfte des Motorrads**. München: Vogel Verlag 1997

Falloon, Ian: **Die Ducati-Story**, Sparford: Haynes Publishing 2002

Holfelder, Moritz: **Das Buch vom Motorrad**. eine Kulturgeschichte auf zwei Rädern. Husum: Husum Druck- und Verlagsgesellschaft 1998

Schönlaub, Peter: **V2-S superbikes**. Motorrad Magazin, Wien (2002) 10, S. 12-20.

Verlagsunion Erich Pabel: **Motorräder**, Arthur Moewig KG, Rastatt 1991

Wilson, Hugo: **MOTORRAD TOTAL**, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1999

Internetressourcen

Motorrad

[Http://www.aprilia.com](http://www.aprilia.com)
<http://www.ducati.com>
<http://www.honda.com>
<http://www.suzuki.com>
<http://www.yamaha.com>
<http://www.ktm.com>
<http://www.bmw.com>

Fahrwerkstechnik

<http://www.russianbiker.de/deutsch/technic/fahrwerk/fahrwerk.html>
<http://www.motothek.de>
http://www.allegro-hudes.de/_vh/x_900_03.php
<http://www.motorradonline.de>

Motor

<http://www.kfz-tech.des/Hubkolbenmotor.htm>

Gasantrieb

<http://www.propan.de>

Alternativer Antrieb

<http://www.aircar.ag>

Sonstiges

<http://www.classic-mopeds.de/>
<http://www.classic-motorrad.de/>

Erklärung zur Abgabe einer Diplomarbeit:

Name: **Daxberger**

Vorname: **Werner**

Matrikelnummer: **M 75050**

Titel der Diplomarbeit:

Zweirad -Fokussierung zu einer Motorrad-Studie,
als realistischer Ideenträger

Studienrichtung und Studienkennzahl:

Industrial Design W 580

BetreuerIn:

Prof. Dr. Michael Stratmann (†)

Dr. Bernhard Rothbucher

Bernd Stelzer

1. Ich erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

2. Ich bestätige hiermit, dass die Diplomarbeit von den Begutachtern und Begutachterinnen approbiert ist. Die abgelieferten analogen Exemplare und das digitale Exemplar stimmen in Form und Inhalt vollständig mit der benoteten und approbierten Fassung überein.

3. Ich räume hiermit der Universität für künstlerische und industrielle Gestaltung Linz (UfG Linz) und der Österreichischen Nationalbibliothek (ÖNB) das zeitlich unbefristete Recht ein, die abgegebene digitale Publikation sowie alle damit verbundenen Begleitmaterialien einem unbestimmten Personenkreis (zutreffendes bitte ankreuzen)

- im weltweiten Internet
- im gesamten Netz der UfG Linz und der ÖNB (Mehrfachzugriffe)
- nur an einem Arbeitsplatz an der UfG Linz und der ÖNB (Einzelzugriff)

unentgeltlich zur Verfügung zu stellen.

Die UfG Linz und die ÖNB sind weiters berechtigt, aber nicht verpflichtet, die digitalen Daten der Publikation zum Zweck der dauerhaften Archivierung und Zurverfügungstellung in andere Formate oder auf andere Speichersysteme zu migrieren. Es ist mir bewusst, dass bei einer Datenmigration eine Änderung von Form, Umfang oder Darstellung der Publikation aus technischen Gründen nicht ausgeschlossen werden kann.

Ich bin als (zutreffendes bitte ankreuzen)

- alleinige/r InhaberIn der Nutzungsrechte an der Publikation
- Bevollmächtigte/r der InhaberInnen der Nutzungsrechte

zur Einräumung dieser Nutzungsbewilligung befugt. Sollte meine Berechtigung zur Einräumung dieser Nutzungsrechte von Dritter Seite bestritten werden, haften ich der UfG Linz und der ÖNB für alle Schäden, die diesen Einrichtungen daraus entstehen.

4. Ich wurde davon in Kenntnis gesetzt und erkläre mich damit einverstanden, dass die UfG Linz und die ÖNB keine Haftung für aus technischen Gründen auftretende Fehler irgendwelcher Art übernehmen. Des weiteren wird von der UfG Linz und von der ÖNB keinerlei Haftung dafür übernommen, dass die Diplomarbeit oder Teile davon von dritter Seite unrechtmäßig heruntergeladen und verbreitet, verändert oder an anderer Stelle ohne Einwilligung aufgelegt werden.

5. Ich habe das Merkblatt zur Abgabe von Diplomarbeiten der Universitätsbibliothek gelesen und zur Kenntnis genommen.

Linz, 22.3.2007

.....

Unterschrift

