



Script zur WDR-Sendereihe „Quarks & Co“

**WDR FERNSEHEN**

**Abenteuer Fahrrad**

# Inhalt

1. Die Tricks der Profis	4
2. Die Geschichte des Fahrrads	9
3. Das richtige Rad	13
4. Die Wissenschaft vom Radfahren	17
Seiten zum Herausnehmen: Hilfe, ich habe eine Panne	19 – 22
5. Alleskönner Fahrrad	30
6. Stolperstein Fahrradweg	33
8. Lesetips	35
9. Index	38

## Impressum:

Text: Angela Bode, Martin Dreifert, Ulrike Hassink, Andreas Pooch, Till Stempel  
Redaktion: Daniele Jörg

## Fachliche Beratung:

Hans-Christian Smolik, Freinberg/Vils  
und Prof. Dr. Hans-Erhard Lessing,  
Mannheim (Fahrradgeschichte)

Copyright: WDR, 1998

## Internet:

[www.quarks.de](http://www.quarks.de)  
Weitere Informationen erhalten Sie unter  
[www.wdr.de](http://www.wdr.de)

## Gestaltung:

Designbureau Kremer Mahler, Köln

## Bildnachweis:

S. 4 DPA, S. 10 Reiss-Museum  
der Stadt Mannheim,  
S. 11 M. Dreifert,  
S. 27 Rohloff Kassel,  
alle anderen WDR

Illustrationen und Grafiken:  
Designbureau Kremer Mahler,  
Vera Vinitskaja.

Diese Broschüre wurde auf  
100 % chlorfrei gebleichtem  
Papier gedruckt.

Ranga Yogeshwar für  
„Quarks & Co – Abenteuer Fahrrad“  
unterwegs



## Liebe Zuschauerin, lieber Zuschauer!

Angenommen, wir bekämen eines Tages Besuch von Bewohnern eines anderen Planeten. Die Aliens würden folgende irdische Szene beobachten: Ein Mann setzt sich ins Auto und fährt ins Fitnesscenter. Auf dem Weg dahin muß er mehrere Ampeln in Kauf nehmen, schlechte Luft, Stau und dann noch die lästige Suche nach einem Parkplatz!

Im Studio angekommen, setzt er sich auf einen Hometrainer, strampelt sich naß, um danach erneut mit dem Auto nach Hause zu fahren. Das ist irdischer Fortschritt – oder? Unser Verhalten wäre für die Aliens voller Rätsel. Sie würden nicht verstehen, warum wir Menschen uns das Leben so unnötig schwer machen. Das Fahrrad wäre aus ihrer Perspektive ein sehr fortschrittliches Bewegungsmittel: Kein Stau, (fast) keine Ampel, keine Abgase, keine lange Parkplatzsuche und der Fahrer genießt obendrein ein kostenloses Fitnessprogramm. Der Energieverbrauch ist zudem minimal, denn selbst ein Radrennfahrer braucht weniger Energie zum Fahren als die Klimaanlage des Begleitfahrzeugs. Sicher ist: Innerhalb unserer Städte würde ET öfter Fahrrad fahren!

Mit unserer Sendung Quarks & Co: „Abenteuer Fahrrad“ unternahmen wir eine spannende Reise durch die Welt des Fahrrads. Im vorliegenden Quarks-Skript haben wir einige interessante und nützliche Tatsachen rund ums Fahrrad zusammengestellt. Bei diesem Thema würde es uns ganz besonders freuen, wenn Sie „voll auf uns abfahren“!

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihr „Quarks & Co“-Team

Angela Bode Martin Dreifert  
Till Stempel  
Ulrike Hassink  
Quarks & Co

# 1. Die Tricks der Profis

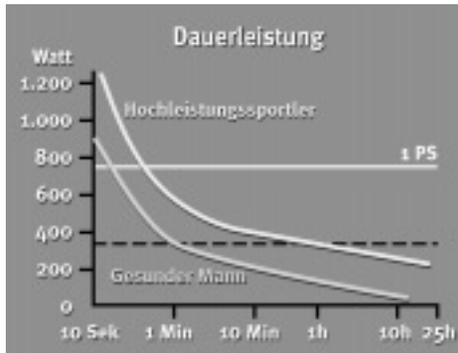
## Radfahren wie Jan Ullrich?

Radfahren wie Jan Ullrich – das wird schwer, denn Radprofis unterscheiden sich deutlich von nicht besonders trainierten Menschen und Freizeitradlern. Dies betrifft nicht nur ihre (antrainierte) Fitness, sondern auch Technik und Taktik des Fahrradfahrens. Aber was ist bei Ullrich, Riis und Co. im Vergleich zum Sonntagsradler anders? Ihr Körper ist besonders darauf ausgelegt, möglichst viel Sauerstoff aufzunehmen. Sie haben sehr große Herzen, die bis zu 500 g wiegen (zum Vergleich: beim Untrainierten 300 g). Mit dem Gewicht steigt auch das Herzvolumen. Sportlerherzen können ein Volumen von bis zu 1500 ml erreichen (Untrainierter: 800 ml). Pro Schlag wird dadurch fast die doppelte Menge an Blut gepumpt. Für die gleiche Leistung muß das Herz der Profis



**Auf dem Weg zum Sieg: Der 23jährige Jan Ullrich bei der Tour de France 1997.**

weniger häufig schlagen. Zum Beispiel schlägt das Herz von Profi Miguel Indurain in Ruhe weniger als 30 mal pro Minute, normal sind etwa 60-70 Schläge. Dazu kommt, daß die Fahrer bis zu 15% mehr Blut haben als Untrainierte. Das alles dient nur einem Zweck – mehr Sauerstoff aufzunehmen. Bis zu einer gewissen Grenze gilt: Je mehr Sauerstoff ein Organismus aufnehmen kann, desto mehr kann er leisten und desto länger kann er diese Leistung auch durchhalten. In der Fachsprache heißt das "maximale Sauerstoffaufnahme" und bezeichnet die größtmögliche Menge an Sauerstoff (nicht Atemluft), die der Radsporthler bei Belastung über seine Lungen in das Blut aufnehmen kann. Untrainierte schaffen etwa drei Liter, Profis bis zu sechs Liter in der Minute. Diese maximale Sauerstoffaufnahme ist der zentrale Faktor, der bestimmt, wie viel und wie lange ein Sportler Leistung bringen kann. Wer Radfahren will wie Jan Ullrich, Bjarne Riis oder Miguel Indurain, tut gut daran, seinen Körper auf eine maximale Sauerstoffaufnahme hin zu



**Wer kann wie lange welche Leistung erbringen? Das Dauerleistungsvermögen eines Spitzensportlers im Vergleich zu dem eines gesunden, aber untrainierten Mannes. 1 PS entspricht 735 Watt.**

trainieren. Wie groß die Unterschiede zwischen den Fahrradprofis und einem untrainierten, gesunden Mann sind, zeigt ein Test auf einem Home-trainer (s. Grafik auf Seite 4): Während es dem Untrainierten allenfalls eine Minute lang gelingt, eine mechanische Leistung von 400 Watt zu erbringen, halten Ausdauersportler wie Radprofis eine Stunde und länger durch. Der Rekord liegt bei 550 Watt über eine Stunde.

## Limit Sauerstoff

Die maximale Sauerstoffaufnahme ist abhängig von Alter, Geschlecht, Gewicht und Trainingszustand. Sie sinkt beim untrainierten Mann pro Jahr um ein Prozent ab, durch Training kann man diesen Prozeß allerdings aufhalten und sogar umkehren. Außerdem ist sie abhängig davon, wieviel Blut der Kreislauf transportieren kann, wieviel Sauerstoff das Blut (bzw. die roten Blutkörperchen) dabei aufnehmen kann, wie gut die Lunge den eingeatmeten Sauerstoff ans Blut weitergibt, wie die Muskeln durchblutet sind und inwieweit der Muskel den Sauerstoff zusammen mit der Nahrung in Energie umsetzen kann. Das schwächste Glied in dieser Sauerstofftransportkette ist bei den meisten Menschen der Blutkreislauf.

## Die Muskeln

Was die Muskeln anbelangt: Muskeln bestehen vor allem aus langsamen und schnellen Muskelfasern. Für Radprofis wichtig sind die langsamen, sogenannten roten Fasern, denn die sind für die Ausdauer zuständig und machen bei Trainierten 70 bis 90 Prozent aus. Die schnellen, weißen Fasern sind eher wichtig für Sprinter. Untrainierte haben mehr weiße als

rote Muskelfasern. Doch durch das richtige Training läßt sich der Anteil der Ausdauerfasern oder – falls gewünscht – auch der weißen Fasern erhöhen. Letzteres ist schwieriger. Deshalb gibt es auch nur wenige Radsportler, die am Ende einer langen Etappe nochmal zu einem Sprint anziehen können. Erik Zabel vom Team Telekom ist einer davon.

Übrigens: Bodybuilding ist nichts für Radprofis. Je mehr Muskeln, destomehr Sauerstoff braucht man, um sie zu versorgen. Durch das viele Training und vor allem die Rennen bleiben nur die Muskeln übrig, die auch wirklich gebraucht werden. Alles andere wird abgebaut, denn es verbraucht Sauerstoff und müßte bei Bergfahrten zudem mühsam mitgeschleppt werden. Das ist der Grund dafür, daß Radprofis eher unscheinbar muskulös sind.



## Langstrecke und Sprint

Die Fahrer fahren auf langen Etappen meist so, daß sie gerade noch genug Sauerstoff aufnehmen, um ihre Muskeln versorgen zu können. Schlecht ist es nämlich, wenn nicht mehr genug Sauerstoff da ist. Dann muß die Nahrung auf einem anderen Weg „verbrannt“ werden, und dabei entsteht Milchsäure (Laktat). Nun arbeiten Muskelzellen aber nicht besonders gut, wenn es um sie herum immer saurer wird. Irgendwann streiken sie, weil sie sonst kaputtgehen. Dann ist der Fahrer entweder total erschöpft oder bekommt einen Krampf oder beides – jedenfalls kommt er nicht mehr voran (und verspürt bald darauf Muskelkater). Deshalb fahren die Profis möglichst im sogenannten aerob-anaeroben Bereich, d.h. hier wird genau

soviel Milchsäure gebildet, wie auch wieder abgebaut wird. So können sie Etappen von bis zu 300 Kilometern ohne größere Erschöpfung überstehen.



Die Tour de France ist das wichtigste und härteste Radrennen der Welt.

Es gibt allerdings Situationen, da können selbst die Trainiertesten nicht mehr genug Sauerstoff aufnehmen – eben bei Bergetappen oder Sprints. Bei den Profis ist das aber nicht so schlimm, denn sie können die dann entstehende Milchsäure auch sehr schnell wieder abbauen. Anders als Freizeitsportler stecken sie extreme Anstrengungen während eines Rennens weg und überstehen drei Wochen Tour de France ohne nennenswerten Muskelkater.

### Kraftstoff Fett

Trainierte und Untrainierte brauchen nicht nur Sauerstoff, sondern auch noch etwas, was mit Hilfe des Sauerstoffs verbrannt werden kann. In

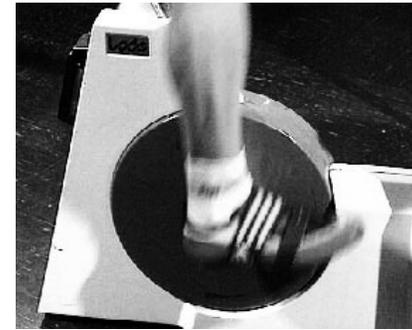
der Ruhephase, z. B. während des Schlafs, verbrauchen alle Menschen vor allem Fett, um ihren Energiebedarf zu decken. Wenn jedoch Leistung gefragt ist, gibt es zwischen Jan Ullrich und einem Otto-Normal-Radler einen gravierenden Unterschied: Schwingt sich ein Untrainierter aufs Rad, dann wird die Energie hauptsächlich aus der Verbrennung eines bestimmten Zuckers in Leber und Blut, der Glucose, bereitgestellt. Leider ist der Vorrat begrenzt, er reicht nur für eine gewisse Zeit, ungefähr zwei Stunden. Soll es weitergehen, muß erst mühsam auf Fett als Brennstoff umgestellt werden. Der Vorteil von Fett: Auch bei dünnen Menschen ist viel mehr davon da. Außerdem ist der Energiegehalt von Fett etwa doppelt so hoch wie der von Kohlenhydraten (z. B. Zucker). Der Körper eines Supersportlers wie Ullrich ist so trainiert, daß er zunächst Fett verbraucht, das sich in den Muskelzellen befindet. Der Zucker wird aufgespart für die ganz harten Momente wie eine Bergfahrt oder einen Sprint.

### Was tun?

Wir können hier natürlich keinen ausgefeilten Trainingsplan aufstellen, sondern nur einige Grundsätze erklären. Training ist, biologisch gesehen, die Reaktion des Körpers auf Belastungen. Strengt sich der Mensch an, dann verändert sich sein Körper, um diese Anstrengung beim nächsten Mal besser auszuhalten. Das ist das Prinzip der Superkompensation.

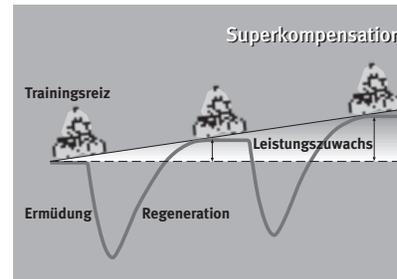
Es besagt, daß der Körper nach einer Anstrengung durch eine Erholungsphase dafür sorgt, mehr Leistung als vorher erbringen zu können. Die Superkompensation ist also quasi eine Überregeneration. Es bringt also nichts, wahllos und

unaufhörlich in die Pedale zu knüppeln – denn dann gibt es keine Phase, in der die Überregeneration stattfindet. Je nachdem, wie gut die individuelle Form schon ist, muß man also völlig anders trainieren. Klar ist, daß die „Sprünge“, also die Verbesserung der Fitness, beim Untrainierten am größten sind. Je besser der Trainingszustand, umso kleiner werden die Fortschritte. Im Spitzenbereich wird es dann immer schwieriger, noch besser zu werden oder auch nur die Form zu halten. Wer wie die Profis fahren



reicht nicht. Da wird gezogen und geschoben – Ergebnis: der sogenannte „runde Tritt“, also eine gleichmäßige Kraftausübung auf das Pedal während des gesamten Tretzyklus. Da ginge natürlich nicht ohne eine feste Verbindung von Pedal und Schuh (System- oder Click-Pedale, Pedalhaken oder -clips). Darüberhinaus ist die Trittfrequenz viel höher – meist liegt sie zwischen 80 und 100 Umdrehungen pro Minute. Freizeitradler fahren häufig einen zu hohen Gang und kommen damit nur auf Frequenzen von 60 Umdrehungen und weniger – anstrengender und belastender für die Gelenke.

Auch die Sitzposition der Profis auf dem Rad ist anders, vor allem beim Zeitfahren, bei dem Windschattenfahren nicht erlaubt ist. Hier kommt es darauf an, möglichst wenig Windwiderstand zu bieten. Dementsprechend sitzen die Fahrer oft extrem gebeugt auf dem Rad.



Erst die richtige Folge von Training und Regeneration führt zur Leistungssteigerung.

möchte, braucht einen genauen Trainingsplan und viel Ausdauer. Viele Spitzenfahrer trainieren während der Saison nur noch wenig bis überhaupt nicht mehr. Die Form muß sich bei den vielen Rennen entwickeln. Das ist mit ein Grund, warum Jan Ullrich, der sich nur auf die Tour de France im Juli konzentriert, zu Beginn der Saison noch hinterher fährt.

### Fahrradfahren ist nicht gleich Fahrradfahren

Profis fahren anders Fahrrad als Freizeitfahrer. Daß ihnen das richtige und rechtzeitige Schalten, Bremsen und Kurvenfahren in Fleisch und Blut übergegangen ist, ist klar. Sie treten auch anders in die Pedale: Drücken

### Radrennsport ist eine Mannschaftssportart

Bei einem Tempo von 50 km/h braucht ein Profi rund 90% seiner Energie, um den Luftwiderstand zu überwinden (vgl. S. 21). Wieviel das Fahren im Windschatten eines anderen Fahrers spart, wurde in



einem konkreten Fall nachgemessen: 18 % bei Tempo 30, 27 % bei Tempo 40. Wer bei Tempo 40 den Windschatten mehrerer Fahrer ausnutzt, verbraucht sogar 39% weniger. Ein Fahrer wie Jan Ullrich kann also lange Zeit seine Kräfte sparen, während sich die anderen im Team für ihn aufreiben. So erklärt sich, warum die sogenannten „Wasserträger“ oft nur im hinteren Teil des Feldes landen – sie haben sich vorher für den Start verausgabt. Natürlich bekommt der „beschützte“ Fahrer auch Essen, Trinken und Zuspruch von den anderen (bezeichnend der Ausspruch von Udo Bölts an Jan Ullrich während einer Schwächephase bei der Tour de France 1997: „Quäl Dich, Du Sau!“). Darüberhinaus gibt es verschiedene Taktiken, wie ein Team einen Sprinter in eine gute Position bringen kann. Fahren mehrere Fahrer eines Teams an der Spitze des Feldes, dann empfiehlt es sich, ein sehr schnelles Tempo vorzulegen. Motto: Selbst vorweg fahren, bevor andere das versuchen. Bei Tempo 60 ist es für Fahrer fremder Teams schon sehr hart, einen Ausreißversuch zu unternehmen oder sich von hinten an die Spitze vorzuarbeiten. Wenn ein Teamkollege ausgerissen ist, kann es für das restliche Team dagegen günstig sein, das Tempo zu verlangsamen, das Formationsfahren beim Windschatten zu stören, keine Führungsarbeit mehr

zu leisten oder in Kurven das Tempo stärker als nötig wegzunehmen. Zur Taktik gehört auch, daß alle Fahrer eines Teams die Etappe mitsamt der kritischen Punkte genau kennen. Jeder im Team sollte wissen, wo das eigene Team angreifen kann oder wo der Gegner möglicherweise attackiert. Dazu ist es selbstverständlich unerlässlich, die Gegner genau zu beobachten.

Auch wenn der Italiener Franco Ballerini beim diesjährigen Weltcup-Rennen Paris – Roubaix nach 266,5 km und knapp sieben Stunden Fahrt mit vier Minuten Vorsprung ganz allein ins Ziel kam: In der Regel können die Superstars von heute Rennen nicht mehr allein gewinnen. Sie sind von der Hilfe ihrer Kollegen abhängig. Der Dank an die Mannschaft nach einem Sieg ist keine Floskel.

## 2. Die Geschichte des Fahrrads

### Ein europäischer Wirtschaftskrimi

Das Fahrrad gilt mit über eine Milliarde Exemplaren als die meistgebaute Maschine der Welt. Sein Comeback in den letzten Jahren darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß seine Entstehung im Laufe seiner inzwischen 180jährigen Geschichte durch gesellschaftspolitische Strömungen beinahe vereitelt worden wäre. Das Fahrrad entstand durch eine eher unfreiwillige europäische Zusammenarbeit in mehreren Schüben. Nach einer Ruhephase von einem halben Jahrhundert, in dem sich die Laufmaschine, die 1817 vom Forstbeamten Karl von Drais erfunden wurde, nicht weiterentwickelte, brach Mitte des 19. Jahrhunderts eine wilde Zeit des Experimentierens an. Innerhalb der folgenden 30 Jahre entstand der Vorläufer unserer modernen Fahrräder, der Rover, im Zuge mehrerer rasanter Entwicklungsschritte. Die Annahme, daß das Fahrrad an mehreren Orten gleichzeitig erfunden sei, ist übrigens falsch. Richtig ist: an mehreren Orten in der Geschichte gab es gleichzeitig den Drang, Urheberrechte zu verletzen und Patente zu klauen. Die meisten der nationalistischen Prioritäten-schwindeleien sind aufgedeckt worden – die Kette samt Pedalen in Leonardo da Vincis berühmter „Fahrrad“-Skizze wurden beispielsweise erst einige Jahrhunderte nachträglich mit Tinte in die Zeichnung gemalt, wie moderne Gewebeanalysen erwiesen haben.



### Wurde erst um 1970 zum „Fahrrad“: Gefälschte Leonardo-Zeichnung

Die Entstehung des Fahrrads wurde begleitet von einer Reihe gesellschaftlicher Veränderungen. Die österreichische Frauenrechtlerin Rosa Mayreder sagte, daß das Fahrrad zur Emanzipation der Frau aus den höheren Gesellschaftsschichten mehr beigetragen habe als alle Unternehmungen der Frauenbewegung zusammen. Gesellschaftliche Folgen gab es aber auch bei den Männern. Der Zigarrenkonsum ging zurück, da sich das Rauchen während des Fahrradfahrens nicht nur als unpraktisch, sondern auch als gefährlich erwies. Auch die Armbanduhr sollen wir dem Fahrrad verdanken: Das Balancieren auf dem Hochrad erforderte gesammelte Konzentration und erschwerte den Blick auf die Taschenuhr. Die wanderte zunächst in eine Gürteltasche, darauf in einen schicken Lenkerhalter und fand schließlich ihren bewährten Platz am Handgelenk.



Der Urknall der Fahrrad-Werdung fand 1817 in Deutschland statt, allerdings stammen alle folgenden technischen Verbesserungen aus dem europäischen und amerikanischen Ausland und tragen entsprechend englische oder französische Namen. Die Bezeichnungen Fahrrad, Radfahrer und Radfahren wurden übrigens nach Übereinkunft mit den Radvereinen erst 1885 eingeführt.



### 1. Akt (1817 – 1820): Die Draisine

1817 erfand der badische Forstbeamte Karl von Drais eine Laufmaschine. Damit legte er in einer Stunde 15 Kilometer zurück und war so schneller als die Postkutsche. Nach ihrem Erfinder hießen die Laufmaschinen Draisinen (heute auch für kleine Streckenfahrzeuge der Eisenbahn). Die Laufmaschine mutet uns heute fast banal an. Doch die Idee, daß zwei Räder zur



**Der Draisinenreiter ist vermutlich Karl von Drais selbst.**

Fortbewegung reichen, wenn nur der Fahrer mit einer Lenkung aktiv balancieren kann, war der Schlüssel zum modernen Fahrrad. Da Karl von Drais Beamter war, durfte er seine Erfindung nicht vermarkten (wie heute gab es auch damals ein Nebentätigkeitsverbot!), sondern lediglich Lizenzen für den Nachbau vergeben. Raubkopien der Draisinen waren bald in der ganzen westlichen Welt zu finden. Der Laufmaschinen-Boom – in Gedichten und Stichen vielfach dokumentiert – währte allenfalls zwei Jahre. Zum Ende des Sommers 1819 hörte man kaum mehr von neuen Draisinen-Fans. Viele wurden von Balancier-schwierigkeiten und schlechten Straßen entmutigt. Meist benutzten die Fahrer daher die Gehwege, woraufhin die Ordnungshüter das Fahren auf

Gehwegen mit Geldstrafen zu ahnden begannen. Manche Fahrer weigerten sich auch die Verantwortung für Unfälle zu übernehmen: Nicht ihre Unaufmerksamkeit, sondern die Maschine war schuld.

### Intermezzo (1820-1866)

Das halbe Jahrhundert zwischen dem Laufmaschinen-Boom und dem Aufkommen von pedalgetriebenen Zweirädern war in Europa und den USA eine Zeit einfallsreichen Experimentierens. Fieberhaft wurden Eisenbahnen, Transatlantikdampfer und das Telefon entwickelt. Dies inspirierte auch Handwerker und Tüftler: Auf der Jagd nach immer schnelleren Gefährten erfanden sie immer neue Details. Doch noch waren Europa und Amerika im Dampfmaschinen-Fieber. Möglicherweise konnte die Weiterentwicklung des Fahrrads nach dem zweiten „Startschuß“ im Jahre 1866 nur deshalb so schnell erfolgen, weil viele der bahnbrechenden Ideen bereits angedacht waren.

### 2. Akt (1866 – 1870): Das Pedalveloziped



Der „zweite“ Startschuß für die Fahrrad-Werdung fiel Mitte der 60er Jahre des vergangenen Jahrhunderts in Frankreich. Eigentlich mit einer simplen Neuerung: Am Vorderrad einer Laufmaschine wurden Tretkurbeln mit Pedalen befestigt. Es ist allerdings nicht geklärt, wer zuerst Kurbeln an der Laufmaschine anbrachte und so

das erste pedalgetriebene Zweirad entwarf. Die Antwort liegt unter einem Berg widersprüchlicher Behauptungen verborgen, die von Fabrikanten, Fahrradhistorikern und Radbegeisterten aufgestellt wurden. Es wird zum Beispiel berichtet, daß bereits 1853 der Schweinfurter Instrumentenmacher Philipp Moritz Fischer ein Tretkurbelrad gebaut habe, tatsächlich war das jedoch erst 1869. Warum ein halbes Jahrhundert für den Schritt von der Laufmaschine zum pedalangetriebenen Zweirad verging, ist ebenfalls nicht klar. Möglicherweise brauchte es seine Zeit, um die weitverbreitete Balancierangst zunächst beim Mode gewordenen Rollschuhfahren zu überwinden und endlich die Füße vom sicheren Boden auf Pedale zu setzen.

Das Vélocipède (oder kurz Velo), wie das neue Gefährt hieß, trat einen Siegeszug um die ganze Welt an. Überall wurden Rennen gefahren – auch unter Frauen. Die Gebrüder Olivier stellten zusammen mit Pierre Michaux 1867 in Paris ihr Velo-Modell vor. 1869 gründeten sie die erste Fahrradfabrik der Geschichte und produzierten bis zu 200 Velos pro Tag. Die Velos waren für die damalige Zeit auf einem hohen Entwicklungsstand, hatten zum Beispiel elegante, aber schwere schmiedeeiserne Rahmen und Nabenlager aus Bronze, zum Teil sogar schon Kugellager. Doch 1870 brach die französische Vélocipède-Industrie über Nacht zusammen, als preussische Truppen das Land besetzten. England nutzte diese Lücke und stieg ins Fahrradgeschäft ein. In einer Nähmaschinenfabrik in Coventry wurden Velos nach französischer Art ins Sortiment aufgenommen, böswillige Briten nannten Sie „Boneshaker“, das heißt „Knochenschüttler“.



### 3. Akt (1870 – 1880): Das Hochrad

Den renn- und wettbesessenen Engländern war das französische Modell allerdings zu langsam. Noch galt die Gleichung: pro Pedaltritt eine Radumdrehung. Je größer also das Vorderrad, desto schneller die Fahrt. Mit der Einführung leichter Materialien konnten die Hersteller das Vorderrad vergrößern. Die Hinterräder schrumpften entsprechend, um das Auf- und Absteigen zu erleichtern. Das Hochrad erfand sich praktisch von selbst. In Kürze schossen in England über 500 Clubs aus dem Boden, um dem neuen Hobby Hochradfahren zu huldigen; allerdings „Men only“! Das Hochradfahren erforderte Mut,



**Kein Schauspieler im Kostüm, sondern ein Sammler historischer Räder: John Pinkerton aus Birmingham beim Ausritt auf einem Sammlungsstück.**

Talent und akrobatische Geschicklichkeit, was die Fähigkeiten durchschnittlicher Frauen und Männer jedoch oft überforderte. Stürze über den Lenker waren an der Tagesordnung und verliefen bei Vorder-

radhöhen von rund 1,50 m selten glimpflich. Die Aufgabe war: Das Fahren sicherer zu machen, ohne an Geschwindigkeit zu verlieren.

#### 4. Akt (ab 1884): Das Niederrad



Die englische Antwort auf das Problem: ein Übersetzungsgetriebe auf das verkleinerte Vorderrad. Als ob ein Knoten geplatzt wäre, entwickelte sich das Fahrrad mit rasanter Geschwindigkeit weiter. Als nächstes wurde 1885 die Kraft per Kette auf das Hinterrad übertragen. Von den verschiedenen Konstruktionen jener Zeit erlangte der Rover (engl. „Wanderer“) die größte Bekanntheit. Entwickelt hatte ihn John Kemp Starley, ein Neffe des Hochrad-Konstrukteurs



Eine Anzeige für ein „Rover“-Modell aus der deutschen Zeitschrift „Radmarkt“ von 1888. Fahrrad auf Polnisch heißt übrigens „rower“.

James Starley. Der Rover gilt als Vorläufer unseres modernen Fahrrads. Obwohl diesem in der Form verblüffend ähnlich, war eine Fahrt damit immer noch harte

Knochenarbeit. Der schlechte Zustand der Straßen ließ Hersteller sogar schon Federungen in ihre Fahrräder einbauen. Der Luftreifen war zwar 1845 schon von Robert William Thomson patentiert worden, mußte jedoch 1888 vom irischen Tierarzt John Boyd Dunlop erneut erfunden werden, um sich in der Fahrradindustrie durchzusetzen. Dunlop war bei der Entwicklung des luftgefüllten Reifens aus Kautschuk von der Elastizität des Schweinedarms inspiriert worden. Mehrere Erfinder (u.a. der Franzose Edouard Etienne Michelin) variierten die Idee des Luftreifens und vereinfachten vor allem den Reifenwechsel. Nach einer kurzen Zeit des Experimentierens mit verschiedenen Rahmenformen bildete sich zu Beginn der 90er Jahre ein Rad heraus, dem das Standard-Herrenrad von heute noch verblüffend ähnlich ist: Der Rahmen ist der charakteristische Diamantrahmen (diamond, engl. „Raute“) aus geraden Rohren, die Räder gleicher Größe sind luftbereift und der Antrieb erfolgt über eine Kette auf das Hinterrad. Schon bald nach der Patentierung 1887 wurden Fahrräder aus nahtlosen Mannesmann-Rohren gebaut. Die Freilaufnabe war schon 1869 erfunden worden, konnte sich aber erst um 1900 durchsetzen. Oft wurde sie mit einer Rücktrittbremse kombiniert, wie die bekannte Torpedo-Freilaufnabe der Firma Sachs, entwickelt von Johann Modler.

### 3. Das richtige Rad

schwer beurteilen. Ein guter Händler erkundigt sich erst, für welche Strecken Sie das Rad brauchen, bevor er Ihnen ein bestimmtes Rad empfiehlt. Außerdem bittet er Sie, nach ein bis zwei Monaten wieder vorbeizukommen – zur Inspektion. Bremsen und Schaltung müssen nach dieser Zeit noch einmal überprüft und eventuell nachgestellt werden.



#### Pflicht und Kür

Machen Sie beim Fahrradkauf nicht den „Gelbe Seiten-Fehler“: Fragen Sie gleich jemanden, der sich auskennt. Und achten Sie darauf, daß Ihr Rad vorschriftsmäßig ausgestattet ist (s. Kasten).

Manche Fachleute halten die DIN-Vorschriften für nicht ausreichend (s. S. 28). Meist kann man als Laie die Qualität eines Rades nur



Dieser Service sollte kostenlos sein!

#### Verkehrssicherheit: die gesetzlichen Vorschriften

Nach der Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) dürfen Sie nur am Verkehr teilnehmen, wenn Ihr Rad folgende Bauteile aufweist – natürlich funktionstüchtig:

- eine helltönende Glocke
- zwei voneinander unabhängige Bremsen
- einen Scheinwerfer
- eine rote Schlußleuchte
- Rückstrahler (nach vorne, hinten, seitlich und an den Pedalen)

Ergänzt werden diese Vorschriften durch die DIN-Norm 79100 des Deutschen Instituts für Normung und Prüfvorschriften für das GS-Zeichen („Geprüfte Sicherheit“). Zum Beispiel muß:

- die Stecktiefe der Sattelstütze mindestens 5,5 cm betragen
- die Rahmennummer eingepreßt sein
- die Tragfähigkeit des Gepäckträgers eingepreßt sein
- dem Rad eine Gebrauchsanleitung beiliegen
- die Bremsanlage eine bestimmte Verzögerung erlauben,
- der Abstand zwischen Pedalvorderkante und Schutzblech mindestens 89 mm betragen und
- der Rahmen sowie einzelne Komponenten bestimmten Belastungstests standhalten.

## Fahradtypen:



- **Citybike:**

Wie der Name schon sagt, ein Rad für die Stadt. Kennzeichen: bequeme Sitzposition, eher aufrecht als gebeugt, 3-, 5- oder 7-

Gang Nabenschaltung, gute Gepäckträger, Laufräder oft 26 Zoll, breit bereift. Die häufig verwendeten Einrohr-Unisex-Rahmen ermöglichen einfaches und gefahrloses Auf- und Absteigen und sind – gute Qualität vorausgesetzt – erstaunlich stabil.

- **Trekkingrad:**

Das sportlichere Rad für die Tour im Grünen, (auch auf Feldwegen) und den Fahrradurlaub. Kennzeichen: sportliche Rahmen-

geometrie, geneigte Sitzposition, große 28-Zoll-Laufräder mit mittelbreiter Bereifung, 24-Gang-Ketten- oder 7-Gang-Nabenschaltung, solider Gepäckträger hinten.

- **Sport-Touring-Bike (STB):**

Eine neue Fahrradgattung ganz ähnlich dem Trekkingrad, jedoch optimiert auf leichten Lauf und mühelose Bedienung.

- **Tourenrad:**

Das klassische Fahrrad in Deutschland. Kennzeichen:

konservative Form (Damenmodell mit

Schwanenhals- oder Doppelrohr-Rahmen), ruhiges Lenkverhalten, ohne Schaltung oder mit 3-Gang-Nabenschaltung, Kleiderschutz, 26- oder 28-Zoll-Laufräder mit mittelbreiter Bereifung. Auch das typische Hollandrad ist dieser Gattung zuzurechnen.

- **Mountain-Bike (MTB):**

Fahrradgattung für den Einsatz abseits asphaltierter Straßen, zahlreiche Varianten.

Kennzeichen: relativ kleine Rahmen, oft mit ungewöhnlicher Geometrie, inzwischen häufig mit Federung, 26-Zoll-Laufräder mit grobstolliger Bereifung, Räder als Off-Road-Modelle ohne Sicherheitsausstattung nach StVO, 24-Gang-Kettenschaltung mit weitem Übersetzungsbereich.



- **All-Terrain-Bike (ATB):**

Mischung aus Trekking- und Mountain-Bike.

Damit soll man sich auf der Straße wie im Gelände wohlfühlen. Unterschiedlichste Varianten.



- **Rennsportrad und Rennmaschine**



Die Übergänge zwischen den einzelnen Gattungen sind selbstverständlich fließend, die Begriffe in der Regel nicht geschützt.

### Stahl oder Alu?

Eine grundsätzliche Empfehlung läßt sich nicht aussprechen. Moderne Stahlrahmen sind leicht und sehr stabil, die Verarbeitung seit langem erprobt. Rost ist eher für billige Komponenten (verchromte Felgen, Lenker und Gepäckträger, billige Speichen, einfach lackierte

Schutzbleche aus Blech) ein Problem als für den Rahmen selbst. Gebaut werden Fahrradrahmen heute vor allem aus vier verschiedenen Werkstoffen:

**Stahl** ist mit Kohlenstoff und anderen Metallen angereichertes Eisen. Stahl ist sehr zäh, zugfest und biegesteif. Stahlrohre gibt es in ganz unterschiedlichen Qualitäten. Früher wurden Sie mit Hilfe von Muffen zum Rahmen zusammengesetzt. Heute wird oft auch muffenlos gelötet und geschweißt. Weil normaler Stahl rostet, muß er lackiert werden.

**Aluminium** hat eine geringere Dichte als Stahl und ist damit erheblich leichter. Da es jedoch biegeweicher ist, hebt sich der Gewichtsvorteil wieder auf, es sei denn, man vergrößert den Rohrdurchmesser. Rahmen aus Aluminium oder Aluminium-Legierungen werden geschweißt oder geklebt. Weil Aluminium ebenfalls Korrosionserscheinungen unterliegt, sind auch Alu-Rahmen lackiert.

Fahrradteile aus **Kunststoff** sind in Faserverbundbauweise meist aus



Kohlefasern (Carbon) und Epoxidharz hergestellt. Die Herstellung ist aufwendig. Carbon-Rahmen (z. B. bei Mountain-Bikes) sind leicht, stabil und oft „organisch“ geformt. **Titan** ist leicht, rostfrei, sehr fest und sehr teuer. Die Gewichtsersparnis im Vergleich zum Stahl macht nur im Rennsport Sinn. Für Freizeit-, Trekking- oder Stadträder lohnen sich die Mehrkosten kaum.

## Das „angemessene“ Rad: Richtig kaufen

Gute Räder gibt es in verschiedenen Größen. Variiert wird vor allem die Rahmenhöhe, das ist der Abstand zwischen Tretlagerachse und Oberkante des Sattelrohres. Die Sattelstütze selbst wird nicht mitgerechnet.

Gerade bei einem Fahrrad mit Oberrohr ist es wichtig, daß der Rahmen nicht zu groß ist. Die richtige Rahmenhöhe ermitteln Sie, indem Sie von Ihrer Schrittlänge



(Innenlänge des Beins) 28 cm abziehen. Weil neben der Beinlänge auch Ihre Körpergröße, die Armlänge, die Wahl des Sattels und die grundsätzliche Rahmengometrie eine Rolle spielt, sollten Sie mit dem ermittelten Wert nicht allzu dogmatisch umgehen. Die optimale Rahmenhöhe unter Berücksichtigung aller Faktoren kann durchaus um rund 3 cm nach unten (oder oben) abweichen. Die Laufräder von modernen Trekking-Rädern sind meist 28 Zoll groß, das entspricht (ohne Bereifung) einem Durchmesser von 622 mm. Gerade für kleinere Menschen kann ein 26-Zoll-Rad (559 mm) das passendere sein.

## Richtig einstellen

Neben der richtigen Laufrad- und Rahmengröße sind Sattel- und Lenkerhöhe für den Fahrspaß mit entscheidend. Unsere Tips für eine entspannte „45-Grad-Haltung“, bei der die Arme einen Teil des Körpergewichts tragen und der Luftwiderstand niedriger ist:

- **Sattelhöhe:** Die Ferse des ausgestreckten Beins erreicht – ohne Beckenkippen – gerade das untere Pedal.

- **Position Sattel – Tretlager:** Ein Lot (Faden mit kleinem Gewicht) wird von der Sattelspitze gefällt. Es sollte 5 bis 6 cm hinter der Tretlagerachse pendeln.
- **Sattelneigung:** Normal ist die waagerechte Position, jede Abweichung ist erlaubt, wenn es denn bequem ist.
- **Abstand Sattel – Lenker:** Wenn der Ellenbogen vor der Sattelstütze liegt, sollen die Fingerspitzen gerade den Lenker erreichen.
- **Lenkerhöhe:** Entspricht üblicherweise der Sattelhöhe.

Von diesen Standardregeln können Sie natürlich jederzeit abweichen. Nehmen Sie sich auf die ersten Touren mit einem neuen Rad etwas Werkzeug mit. Gibt's Probleme, probieren Sie die folgenden Varianten:

- **bei Rückenproblemen:** Versuchen Sie, aufrechter zu sitzen, indem Sie den Lenker höher stellen und den Abstand zwischen Sattel und Lenker verkürzen. Eventuell müssen Sie dazu den Lenkervorbau (siehe S.23) austauschen.
- **bei Knieproblemen:** Probieren Sie es vorsichtig mit einem etwas höher eingestellten Sattel.
- **wenn Goliath auf Davids Rad sitzt:** Setzen Sie den Sattel weiter zurück und variieren Sie die Sattelhöhe so, daß Sie möglichst rund treten können.
- **bei unsicherer Fahrweise:** Stellen Sie den Sattel so tief, daß Ihr Fuß im Stand leicht den Boden erreicht. Eventuell kann es helfen, den Sattel auch ein Stück nach hinten zu schieben.
- **bei sportlichen Ambitionen:** Vergrößern Sie den Abstand zwischen Sattel und Lenker und neigen Sie die Sitzfläche leicht nach vorn. Diese Haltung ist aerodynamischer. Außerdem kann im Wiegetritt die Kraft besser aus dem Rücken auf die Pedale übertragen werden.

### Was darfs kosten?

Gleich vorweg: Sie können für 300 Mark ein wunderbar solides Fahrrad kaufen, auf dem Sie sich wohlfühlen und das zehn Jahre lang hält. Oder Sie geben 3000 Mark aus – für ein völlig unpassendes Rad mit überzogener Ausstattung. Beide Fälle sind sicher Extreme, das richtige Rad für die meisten liegt preislich irgendwo dazwischen. Wichtig: Kaufen Sie ein Rad, an dem Sie lange Freude haben (und deshalb gleich ein gutes Schloß dazu!). Lassen Sie sich vom Fachhändler ausführlich beraten. Ein qualitativ hochwertiges Rad, richtig „angemessen“, kann auf Dauer billiger sein als das vermeintliche Schnäppchen aus dem Supermarkt.

### Fahrrad und Gesundheit

Radsport ist ein sehr gesunder Sport. Ein Grund dafür: der Körper ruht auf dem Sattel und muß keine Arbeit gegen die Schwerkraft verrichten. Die aufgewandte Energie kann fast ausschließlich zur Überwindung der Rollreibung und des Luftwiderstandes (s. S. 20) aufgewendet werden. Anders als beim Gehen oder Laufen ruht das Körpergewicht nicht auf den Knie- oder Fußgelenken. Die Gelenke können also schonend ohne starke Belastung bewegt und der Muskelapparat aufgebaut werden. Ist der Muskelapparat erst aufgebaut, fängt er auch bei anderen Belastungen Stöße und Erschütterungen auf, Gelenke und Sehnen werden also auch langfristig geschont. Das Prinzip „Bewegung ohne Belastung“ macht das Fahrradfahren nicht nur zum Hobby, sondern auch zur Therapie.

### Macht Radfahren impotent?



Die kniegelenkschonende Gewichtsverlagerung beim Radfahren birgt auf der anderen Seite auch Gefahren in sich. Das Hauptgewicht des Körpers verteilt sich nämlich nun je nach Haltung auf Körperregionen, die dafür ursprünglich nicht vorgesehen waren: auf die Handgelenke und auf die Dammregion zwischen den Sitzbeinhöckern. Abhängig von Breite und Polsterung der Sättel kann es im Damm zu Verengungen wichtiger versorgender Blutgefäße und Nerven kommen. Gerade nach langen Radtouren macht sich dies als unangenehmes Kribbeln oder taubes Gefühl bemerkbar. Es wurde diskutiert, ob Radfahren der männlichen Potenz schaden kann. Unsere Recherchen ergaben: Die möglichen Risiken werden durch den positiven Einfluß des Radfahrens auf die Fitness und das Wohlbefinden bei weitem ausgeglichen. Risiken kann man durch



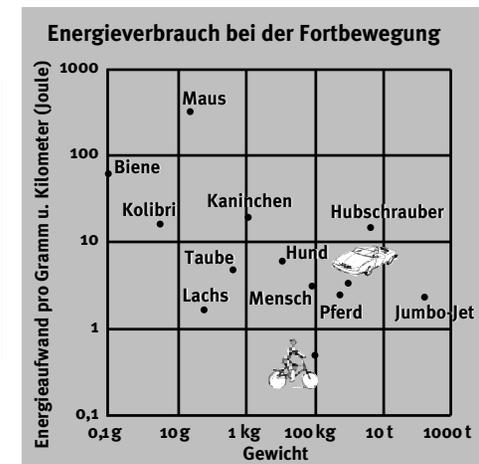
**Den richtigen Sattel wählen und die Sitzhaltung immer wieder ändern – die einfachsten Rezepte gegen Sitzprobleme.**

die Wahl eines anderen Sattels vermindern. Gute Händler haben eine große Auswahl (auch Spezialmodelle mit weicher Mulde im Schambereich) und räumen ein Umtauschrecht ein.

## 4. Die Wissenschaft vom Radfahren

### Einfach genial

Das Fahrrad ist eine wunderbare Maschine. Es wiegt nur etwa ein Fünftel unseres eigenen Körpergewichts und verleiht uns dennoch Flügel: Mit dem Rad sind wir rund fünfmal so schnell wie zu Fuß und kommen mit der gleichen Kraftanstrengung auch etwa fünfmal weiter. Mit dem Fahrrad, so schreibt Hans-Erhard Lessing in seinem „Fahrradbuch“, habe der Mensch die Evolution überflügelt, bewege sich – bezogen auf das Körpergewicht – effizienter fort als Möwe, Pferd oder Lachs (siehe Grafik). Das besondere am Fahrrad

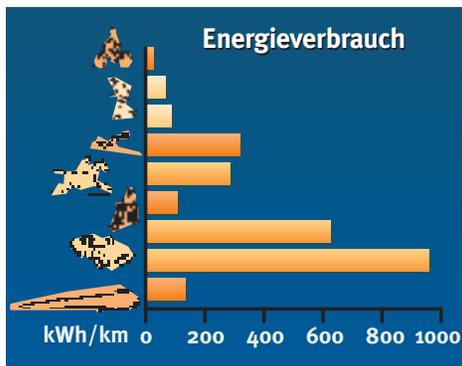


**Mensch und Rad zusammen überflügeln die Evolution: Der Energieverbrauch pro Kilometer und pro Gramm Gewicht beträgt nur ein Fünftel bis ein Sechstel des Fußgängers. Noch sparsamer ist – bei niedrigen Geschwindigkeiten und bezogen auf das Gesamtgewicht – jedoch die Eisenbahn.**

ist die enge Verbindung, die Mensch und Maschine beim Radfahren eingehen. Wer wissen möchte, warum wir radfahren können und was dabei passiert, sollte sich mit der Physik und Biomechanik des Radfahrens und nicht nur mit der Physik des Fahrrades beschäftigen.

### Leistung und Energie

Der radfahrende Mensch geht äußerst sparsam mit Energie um. Das wird deutlich, wenn man den Energieverbrauch pro Person vergleicht (siehe Grafik).



Sparsamer als mit dem Fahrrad kann man sich nicht fortbewegen.

Dennoch verblüfft zunächst, was ein Spitzensportler wie Jan Ullrich am Tag so alles vertilgt: Seine tägliche Portion enthält fünf- bis sechsmal soviel Energie wie die eines typischen Büroarbeiters, nämlich bis zu 15.000 kcal oder rund 60.000 kJ. Umgerechnet auf die gesamte Fahrtstrecke ist das aber gar nicht so viel. 60.000 KJ, das entspricht dem Energiegehalt von nicht einmal zwei Liter Benzin. Fährt der Radprofi damit eine 260 km-Etappe, so beträgt sein Verbrauch auf 100 km –



Das tägliche Menü eines Tour de France-Fahrers

umgerechnet in Benzin – gerade mal 0,7 l, und dies bei einer beachtlichen Durchschnittsgeschwindigkeit von rund 40 km/h. Wer 100 km weit wandert, verbraucht genauso viel. Freizeitradler fahren langsamer und deshalb sparsamer, vor allem weil bei niedrigen Geschwindigkeiten der Widerstand eine geringere Rolle spielt (s. S. 20). Sie kommen mit rund 40 kJ pro km, also 4000 kJ oder 0,1 l „Benzin“ pro 100 km aus. Nicht mitgerechnet ist dabei der sogenannte Grundumsatz, also die Energie, die der Körper braucht, allein um den Stoffwechsel aufrechtzuerhalten (rund 7000 kJ pro Tag, das entspricht einer Dauerleistung von etwa 80 Watt).

### Wie weit reicht ein Brötchen?

In Nahrungsmitteln steckt Energie. Wenn wir sagen, ein Brötchen habe 170 „Kalorien“, so meinen wir 170 Kilokalorien (kcal), genau genommen müßten wir von 700 Kilojoule (kJ) sprechen. Das Umrechnen in Kilojoule macht Sinn (1 kcal =

... weiter auf Seite 23

# Hilfe, ich habe eine Panne!

## Platten:

### Ventil prüfen:

Schutzkappe ab, Ventil mit etwas Spucke verschließen. Kommt Luft raus: Ventil erneuern bzw. beim klassischen Dunlop-Ventil das Ventilgummi wechseln.

### Loch im Schlauch:

Können Sie den Übeltäter von außen sehen (z.B. Glasscherbe), kann das Rad meist drinnenbleiben: Luft ganz ablassen, den Reifen rundum lockern und in die Felgenmitte drücken, nur an der Schadsstelle einseitig aus der Felge ziehen (kettengewandte Seite) und Schlauch drunterziehen. Wieder etwas aufpumpen, Loch markieren und flicken (s.u.)

### Flicken:

Den wirklich trockenen Reifen rund um das Loch mit Schleifpapier (nicht: Blechkratzer) gut aufrauen, Staub vorsichtig abwischen, sauber arbeiten! Dann Gummilösung dünn und gleichmäßig mit dem Finger auftragen und 2 bis 5 Minuten antrocknen lassen. Wenn die Lösung nicht mehr klebrig ist, vorsichtig die Schutzfolie des Flickens abziehen und den Flicker – ohne den Kleber zu berühren – paßgenau und fest aufs Leck drücken. Kurz warten, dann – damit nichts festklebt – die Flickstelle mit Kreide oder Talkum-Puder einreiben. Selbstklebende Flicker sollten Sie wirklich nur im Notfall verwenden – auf Dauer hält die klassische Methode besser!

### Kleines Loch im Schlauch:

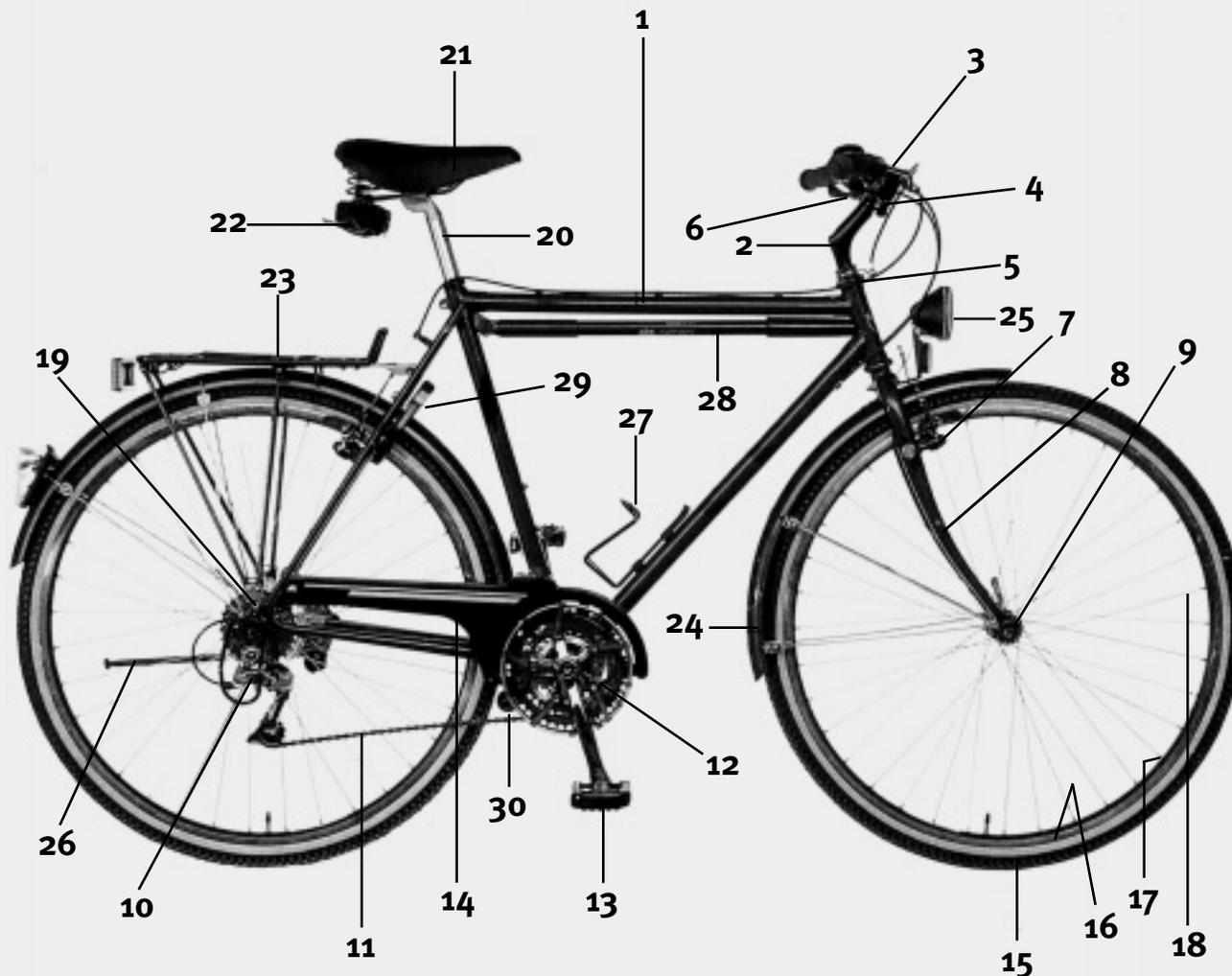
Nichts zu sehen, nichts zu hören (zischen)? Rad ausbauen! Darauf achten, wo Unterlegscheiben hinkommen. Reifen wie oben einseitig abziehen, allerdings auf ganzem Umfang. Wer viel drückt und zieht, kommt auch ohne Reifenheber zurecht. Schlauch unter dem Reifen hervorziehen, am Ventilsitz lösen und aufpumpen. Im Wasserbad entdeckt man spielend das „blubbernde“ Loch.

### Wichtig:

Immer den Reifen von innen nach Eindringlingen (Dorn, Glasscherbe, Nagel) abtasten, sonst war unter Umständen die ganze Arbeit umsonst. Die Speichennippel unbedingt mit einem Felgenband abdecken! Den Schlauch vorm Einlegen etwas aufpumpen – sonst gibt's Verdreher. Dann Luft wieder ablassen und vorsichtig den Reifen aufziehen. Wer mit Reifenhebern oder gar Schraubenziehern arbeitet, muß sich nicht wundern, wenn dabei der Schlauch neu leckt. Wenn Reifenheber, dann solche aus Kunststoff oder Spezialmodelle, die den Draht im Reifen von oben greifen.



# Das Fahrrad und seine Ausrüstung



1. Rahmen
2. Vorbau
3. Lenker
4. Bremsgriff
5. Steuersatz
6. Schalthebel
7. Bremse
8. Gabel
9. Nabe
10. Schaltwerk
11. Kette
12. Kettenradgarnitur mit Innenlager
13. Pedale
14. Kettenschutz
15. Reifen mit Schlauch
16. Felge
17. Speichennippel
18. Speiche
19. Zahnkränze/Ritzel
20. Sattelstütze
21. Sattel
22. Satteltasche mit Werkzeug
23. Gepäckträger
24. Schutzblech
25. Beleuchtung
26. Stütze
27. Trinkflaschen-Halter
28. Pumpe
29. Schloß
30. Dynamo

## *Licht kaputt:*

Häufige Ursachen sind: Ein Kabel ist zerissen oder lose, die Glühbirne durchgebrannt (Sichtprüfung: Glühdraht o.k.? oder an 4,5 Volt-Flachbatterie checken), die Leuchte hat keinen Masseanschluß (Wackeln) oder es gibt einen Kurzschluß zwischen Kabel und Rahmen (Kennzeichen: vorne und hinten kein Licht). Einer der zwei Drähte des Stromkreises ist beim Fahrrad der Rahmen („Masse“). Achten Sie deshalb auf gute Schraubverbindungen besonders am Dynamo, an den Schutzblechen und am Rücklicht.

## *Mit dem Tretlager stimmt was nicht:*

Sofort reparieren oder nachstellen, sonst geht's erst richtig kaputt!  
Mit Keilen befestigte Tretkurbeln wackeln oft auf der Achse (Keil nachschlagen oder erneuern) oder das ganze Lager hat Spiel (kann wie fast jedes Lager am Fahrrad nachgestellt werden). Prinzip: Äußere Kontermutter lösen, Konus nachziehen und mit Konusschlüssel halten, Kontermutter wieder festziehen.

### Eine Acht im Rad:

Falls das Rad blockiert, können Sie im Notfall versuchen, es mit dem Knie und zwei kräftigen Armen wieder zu richten. Reicht jedoch allenfalls, um ganz langsam und vorsichtig nach Hause zu radeln. Das Zentrieren eines Laufrades durch Lösen und Spannen der Speichen erfordert die Erfahrung des Fachmanns. Das Prinzip: Das Laufrad wird ohne Bereifung in einen Zentrierständer (behelfsweise Vorderradgabel) eingespannt. Hat die Felge einen Schlag nach rechts, dann werden im Bereich des Schlages alle Speichen der linken Seite etwas angezogen.

### Lenker:

Sie können den Lenker leicht in der Höhe verstellen: Die Schraube in Lenkermitte etwa 5 mm losschrauben, dann mit einem Hammer draufklopfen. Dadurch wird der konische Klemmbolzen unten am Lenkerschaft gelöst, der Lenker läßt sich verstellen. Achten Sie in jedem Fall darauf, daß der Lenkerschaft mindestens 6,5 cm tief steckt. Auf welche Höhe der Lenker eingestellt werden sollte, erfahren Sie im Kapitel „Das angemessene Rad“.

### Bremsen:

Vorsicht bei allen sicherheitsrelevanten Bauteilen! Lassen Sie sich im Zweifel vom Fachbetrieb oder einem kenntnisreichen Freund beraten. Achten Sie bei Felgen- und Cantileverbremsen darauf, daß der Bremsenschuh nur die Felge und nicht den Reifen berührt.

### Inspektion:

Nützlich ist es, sein Rad vom Fachbetrieb regelmäßig fit machen zu lassen. Zahlreiche Fahrradläden bieten besondere Frühjahrs- und Winterchecks an.

### 3-Gang-Nabenschaltung nachstellen bzw. nach Radeinbau einstellen:

Welcher Gang bei der Torpedo-Nabe von Sachs eingelegt ist, hängt davon ab, ob das Schaltkettchen mehr (1. Gang), weniger (2. Gang) oder gar nicht (3. Gang) aus der Nabe herausgezogen wird. Zum Einstellen also den Schaltzug lockern (Schraub- oder Fixierhülse lösen), 3. Gang einlegen (dabei Pedale bewegen) und dann den Schaltzug wieder soweit spannen, daß das Schaltkettchen gerade noch nicht rausgezogen wird. Im 1. Gang müßte das Kettchen dann gerade ganz rausgezogen werden. Die Prozedur ist bei anderen Fabrikaten vergleichbar. Schauen Sie in die dem Rad beiliegende Gebrauchsanweisung.

4,19 kJ oder 1 kJ = 0,24 kcal). Denn mit der Einheit Joule läßt sich ganz einfach eine Beziehung zwischen dem Energiegehalt eines Brötchens und dem Energieverbrauch zum Beispiel eines Küchenmixers herstellen. Denn es ist:

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ Wattsekunde} \\ \text{oder: } 3600 \text{ kJ} = 1 \text{ kWh}$$

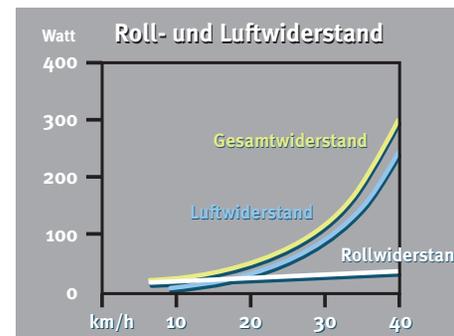
Diese Energie steckt in zum Beispiel in 90 g Salatöl (39 kJ/g), 210 g Stärke (17 kJ/g) oder 120 g Alkohol (30 kJ/g) oder 100 ml Benzin. Mit 1 kWh läuft ein Küchenmixer (Leistung 140 Watt) sieben Stunden lang. Ein Auto (Leistung 100 PS oder 73 kW) legt mit der selben Energiemenge gerade mal einen Kilometer zurück. Ein Radfahrer (mechanische Leistung 50 W bei 15 km/h) kommt mit 1 kWh oder 3600 kJ rund 70 km weit. Anders ausgedrückt: Eine Stunde gemütlich radeln, dafür reicht ein trockenes Brötchen.

### Wo bleibt die Energie?

Nur bergab oder mit viel Rückenwind fährt das Fahrrad von allein. Beim Bergabfahren nutzen wir die in der Masse von Rad und Fahrer gespeicherte Lageenergie, beim Rückenwind die Energie des Windes. Doch leider geht es nur selten bergab und eine alte Radlererfahrung sagt, daß der Wind – wenn er denn bläst – immer von vorn kommt. Also müssen wir durch kräftigen Tritt in die Pedale das Rad in Schwung bringen und halten. Dabei brauchen wir Energie, um

- das Rad zu beschleunigen,
- gegen die Rollreibung anzutreten,
- den Luftwiderstand zu überwinden,
- die Verluste im Antrieb des Rades auszugleichen und
- beim Bergauffahren, um unsere Lageenergie zu erhöhen.

Am wichtigsten sind Rollreibung und Luftwiderstand (siehe Grafik). Wenn man sieht, welche Bedeutung der Luftwiderstand hat, wird sofort klar, warum Rennsportler gebeugt fahren und den Windschatten des Vorherfahrenden suchen.



Wer schnell fährt, pedaliert vor allem gegen den Luftwiderstand. Im Alltag bei 20 km/h, hat auch der Rollwiderstand einen wesentlichen Anteil von 30 bis 50 Prozent an der Summe aller Fahrwiderstände.

### Gut gepumpt heißt gut gerollt

Radfahrer müssen mit ihrer Energie sparsam umgehen. Mit schlechter Bereifung und zu niedrigem Reifendruck kann das Radfahren schnell doppelt anstrengend sein. Es lohnt sich, auf einen niedrigen Rollwiderstand zu achten. Er wird über den sogenannten Rollwiderstandskoeffizienten bestimmt: je kleiner der Koeffizient, umso besser rollt der Reifen.

Wissenschaftler von der Universität Oldenburg haben den Rollwider-

REIFENTYP	GRÖSSE in mm Breite – Durchmesser	ROLLWIDERSTANDSKOEFFIZIENT		
		bei 3 bar	bei 4 bar	bei 5 bar
Slik-Reifen, breit	32 – 622	0,00513	0,00361	---
Slik-Reifen, mittel	28 – 622	0,00596	0,00402	0,00349
Slik-Reifen, schmal	20 – 622	---	0,00477	0,00376
Profilreifen	37 – 622	0,00545	0,00406	---
Tour de Sol-Reifen	47 – 305	0,00669	0,00436	0,00378

Zum Nachrechnen: Der Rollwiderstandskoeffizient mit dem Gewicht von Fahrer und Rad in Newton, (z. B. 900 Newton, für einen 75 kg-Fahrer auf einem 15 kg-Rad) und der Geschwindigkeit multipliziert ergibt die zur Überwindung der Rollreibung erforderliche Leistung in Watt.

stand zahlreicher Reifen vermessen:

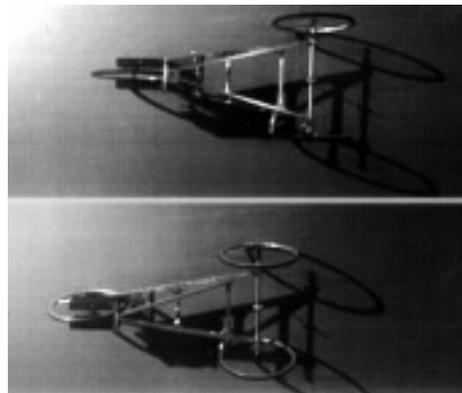
- Der Einfluß des Luftdrucks ist sehr groß, das Meßdreirad rollt mit prall gefülltem Reifen deutlich weiter. Vereinfacht gesagt: halber Maximaldruck gleich doppelter Rollwiderstand.
- Bei identischem Luftdruck (und ähnlichem Komforteindruck beim Fahren) rollen

breite Reifen eher leichter als schmale. Allerdings lassen sich schmale Reifen auch stärker aufpumpen als breite.

- Pannensichere „Langlaufreifen“ haben oft einen relativ hohen Rollwiderstand, weil bei ihnen besonders dickeres Gummi gewalzt werden muß. Der Schlauch erhöht ebenfalls den Rollwiderstand. Erfolgversprechend sind deshalb neue, schlauchlose Drahtreifen.
- Kleinere Reifen haben einen höheren Rollwiderstand. Deshalb ist bei 16- bis 20-Zoll-Laufrädern ein hoher Reifendruck umso wichtiger.

### Luftwiderstand

Wer schneller als 20 km/h fährt, braucht jedoch auch bei Windstille den größten Teil der Leistung, um den Luftwiderstand auszugleichen. Der ist besonders tückisch, denn die Stärke des Luftwiderstandes nimmt mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zu, die erforderliche Leistung sogar in der



Ein Meßreifen hinten (belastet), zwei Führungsräder vorn: Zur Messung des Rollwiderstandes wird das Dreirad langsam angestoßen. Eine elektronische Meßvorrichtung protokolliert, wie die Geschwindigkeit beim Ausrollen abnimmt. Daraus läßt sich der Rollwiderstandskoeffizient errechnen.

$c_w$ -Wert	Stirnfläche A m <sup>2</sup>	Luftwiderstand = $c_w \cdot A$	Luftwiderstand
1,10	0,51	0,55	Alltagsradler
0,88	0,36	0,30	Rennrad
0,70	0,38	0,27	Rennrad mit Verkleidung
0,77	0,35	0,27	Liegerad
1,00	0,48	0,24 <small>Pro Person</small>	Tandem
0,07	0,42	0,03	Vector

Der Luftwiderstand (rechte Spalte und Grafik) ist proportional zum Produkt aus Luftwiderstandsbeiwert ( $c_w$ -Wert) und Stirnfläche A.

dritten Potenz. Fahren Sie doppelt so schnell, müssen Sie achtmal kräftiger in die Pedale treten. Um den Luftwiderstand zu reduzieren, gibt es zwei Möglichkeiten:

- Sie können versuchen, sich selbst und ihr Fahrrad windschlüpfriger zu machen, indem Sie zum Beispiel vor dem Lenker eine Verkleidung anbringen und so den  $c_w$ -Wert senken.
- Sie können versuchen, Ihre Stirnfläche zu verkleinern, indem Sie zum Beispiel auf dem Rad in Rennhaltung fahren, ein Liegerad oder ein Tandem benutzen.

Oft kommen beide Effekte zusammen. Zum Beispiel erniedrigt die Rennhaltung zugleich  $c_w$ -Wert und Stirnfläche.

### Die Sache mit der Entfaltung

Zügig fahren und angenehm pedalisieren, nicht strampeln – das will jeder Radfahrer. Beim Hochrad wurden die Räder immer größer gebaut, um bei gleicher Trittfrequenz schneller voranzukommen. Weil Pedale und Vorderrad fest verbunden waren, hieß einmal treten, eine Strecke von 3,14 mal Durchmesser (also rund 4,50 m) zurückzulegen. Diese Strecke, also die zurückgelegte Entfernung pro Pedalumdrehung, nennt man Entfaltung.

Entscheidend für den Übergang vom Hoch- zum Niederrad war die Entwicklung der Kraftübertragung via Kette bei gleichzeitiger Übersetzung. Denn nur weil das vordere Kettenblatt größer ist als das Kettenritzel am Hinterrad, ist es möglich, auch mit dem Niederrad die Geschwindigkeit des Hochrades zu erzielen ohne sich totzustrampeln. Anders ausgedrückt: Nur mit der Kettenübersetzung ließ sich eine gewünschte Entfaltung von vier bis fünf Meter je Kurbelumdrehung erzielen, dem Idealwert für halbwegs flottes Fahren auf ebenen Strecken. Treten Sie 60 Mal in der Minute, also jede

**Zum Nachrechnen: Die Leistung in Watt, die erforderlich ist, um den Luftwiderstand zu überwinden, beträgt:**

$$\text{Leistung in Watt} = 0,5 \cdot c_w \cdot A \cdot \text{Luftdichte} \cdot v^3$$

**Die Luftdichte ist etwa 1,2 kg/m<sup>3</sup>, v ist die Geschwindigkeit in m/s.**

## Kettenschaltung

11	12	14	16	18	21	24	28	hinten vorne
4,30	3,94	3,38	2,96	2,63	2,25	1,97	1,69	22
6,25	5,73	4,91	4,30	3,82	3,28	2,87	2,46	32
8,21	7,53	6,45	5,64	5,02	4,30	3,76	3,23	42



Entfaltungen einer 24-Gang-Kettenschaltung: drei Kettenblätter mit 22, 32 und 42 Zähnen an der Tretkurbel, ein 8-fach-Ritzelpaket („Kassette“) auf der Hinterradnabe (11 bis 28 Zähne).

Sekunde einmal, dann legen Sie bei einer Entfaltung von fünf Meter genau 5 m/s oder 18 km/h zurück.

Wie groß die Entfaltung ist, läßt sich leicht berechnen (ein 28-Zoll-Lauf-rad hat einen Durchmesser von etwa 70 cm):

$$\text{Entfaltung} = 3,14 \cdot \text{HR-Durchmesser} \cdot \left( \frac{\text{Zähne vorn}}{\text{Zähne hinten}} \right)$$

### Die Kettenschaltung

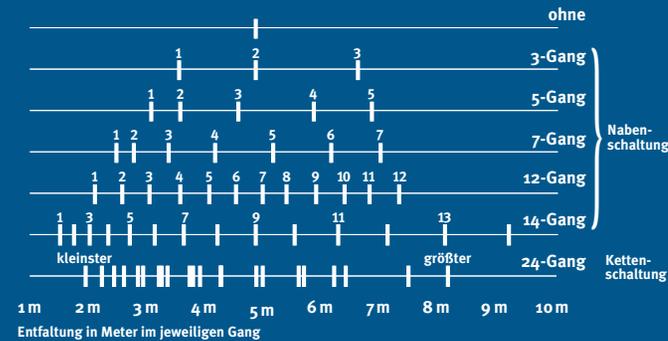
An der Formel können Sie erkennen, daß das Verhältnis der Zähnezahl von Kettenblatt und Ritzel die Entfaltung bestimmt. Das wird bei der Kettenschaltung ausgenutzt, um das Übersetzungsverhältnis zu variieren. Mit der Schaltung können Sie es optimal den Gegebenheiten (Geschwindigkeit, Steigung/Gefälle, Gegen- oder Rückenwind, Fahrbahnbeschaffenheit) anpassen, die Trittfrequenz kann immer in einem ergonomisch günstigen Bereich (60 bis 90 Umdrehungen pro Minute) liegen.

Nicht alle Kombinationen sollten geschaltet werden: die Kette läuft z. B. extrem schräg, wenn das 22er-Kettenblatt (vorne innen) mit dem 11er-Ritzel (hinten außen) kombiniert wird. Letztlich ist diese Kombination auch überflüssig, weil sich eine Entfaltung von 4,30 m auch mit den Kombinationen 32/16 und 42/21 erzielen läßt. So hat eine vermeintliche 24-Gang-Schaltung effektiv 12 bis 14 nutzbare Gänge. Trotzdem sind die vielen Kettenblätter und Ritzel erforderlich, um den Übersetzungsbereich groß (485 Prozent, entspricht Entfaltungen von 1,69 m bis 8,21 m) und die Gangsprünge möglichst regelmäßig zu halten.

### Die Schaltung in der Nabe

Verschiedene Übersetzungen lassen sich auch mit einer Nabenschaltung realisieren. Das Getriebe sitzt sicher geschützt vor Dreck und Wasser in der Hinterradnabe. Die Kette läuft immer optimal gerade. Problemlos läßt sich ein

## Effektivität verschiedener Gangschaltungen

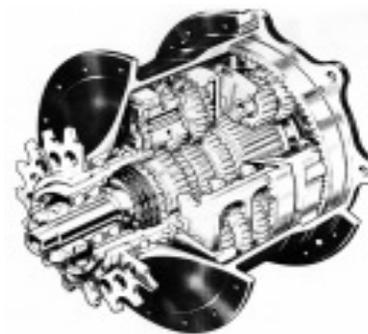


Jeder Gang bringt eine bestimmte Entfaltung mit sich. Die Schaltungen unterscheiden sich v.a. im Übersetzungsbereich und in der Stufung der Gänge.

Kettenschutz anbringen, weil es nur ein Kettenblatt gibt. Nabenschaltungen werden in Deutschland häufig mit einer Rücktrittbremse kombiniert. Seitdem es neben 3- und 5-Gang auch 7- und 12-Gang Nabenschaltungen (s. Grafik oben) gibt, lohnt es verstärkt, sie als Alternative in Betracht zu ziehen. Nabenschaltungen sind nämlich einfach zu bedienen und lassen sich auch

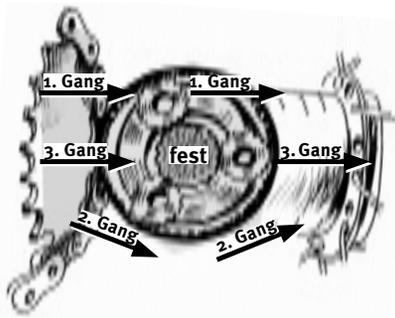
problemlos im Stand schalten, bisherige Modelle haben jedoch im Vergleich zu einer gepflegten Kettenschaltung einen schlechteren Wirkungsgrad.

Im Sommer dieses Jahres soll eine 14-Gang-Nabenschaltung auf den Markt kommen, die im Hinblick auf Übersetzungsbereich (526 Prozent), Gangabstufung, Gewicht und Wirkungsgrad der 24-Gang-Kettenschaltung ebenbürtig sein soll. Die Entfaltung erstreckt sich beispielsweise von 1,65 m im 1. Gang bis 8,69 m im 14. Gang.



Erinnert eher an an Autogetriebe als an eine Fahrrad-Gangschaltung: Das Innenleben der neuen 14-Gang-Nabenschaltung des kleinen Herstellers Rohloff aus Kassel.

Alle Nabenschaltungen arbeiten mit sogenannten Planetengetrieben (Abbildung s. folgende Seite). Bei mehr als drei Gängen werden verschiedene Planetengetriebe in einer Nabe kombiniert und zum Teil auch in Reihe geschaltet. Neben den reinrassigen Ketten- bzw. Nabenschaltungen gibt es auch Kombinationssysteme aus 7-Gang-Ketten- und 3-Gang-Nabenschaltung („3 mal 7“). Die Meinungen hierüber



Ein „Sonnensystem“ im kleinen: das Planetengetriebe. Das Sonnenrad in der Mitte steht fest, umkreist vom Planetenring mit Planetenrädern. Mit Innenverzahnung: das Hohlräder außen.

gehen auseinander, doch es sieht so aus, daß dabei eher die Vorteile als die Nachteile der beiden Systeme miteinander verbunden werden.

### Risiko Materialbruch



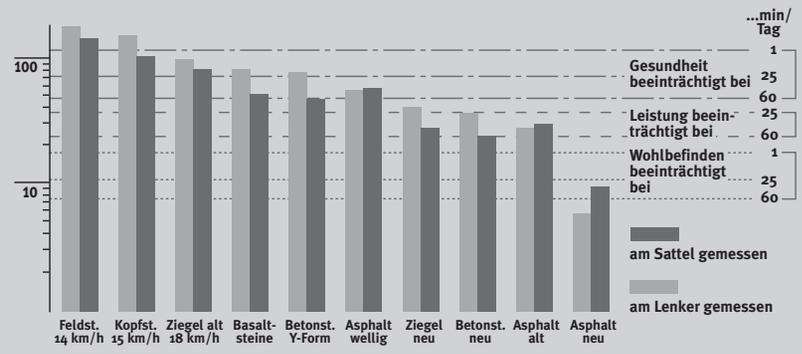
Ein Fahrradrahmen muß im Alltag einiges aushalten. Seine Fähigkeit, Stößen nachzugeben, ist begrenzt. Wird sie überschritten, kommt es zum Bruch. Das muß nicht immer plötzlich geschehen. Es gibt auch sogenannte Ermüdungs- oder Schwingungsbrüche. Durch häufig wieder-

holte Beanspruchung des Materials entstehen kleine Risse, die dann schon bei vergleichsweise geringer Belastung zum Bruch führen. Dauerbelastungstests einzelner Teile und des ganzen Rades sollen dem Material auf den Zahn fühlen. Das Rad wird dabei auf einer „Rüttelmaschine“ einer Belastung ausgesetzt, die einer Fahrt über mehrere zehntausend Kilometer entspricht. Ein Computer steuert die Rüttelmaschine mit einem bestimmten Streckenprofil. So wird jedes Rad unter realistischen und modell-spezifischen Bedingungen geprüft: Mountainbikes müssen härtere Strecken ertragen als Trekking- oder Stadträder. Mit einem solchen Test lassen sich vor allem die Ermüdungsbrüche gut erfassen. Solche Materialtests sind für Fahrräder nicht Routine in Fahrradfabriken. Noch streiten die Experten über die richtige Testmethode für Fahrräder: Der DIN-Normenausschuß entschied sich gegen die an der RWTH entwickelte „Dauerfestigkeitsprüfung“ und will auch künftig nur die „Betriebsfestigkeit“ geprüft sehen. Die fehlenden Vorschriften lassen übrigens Tüftlern und Herstellern viel Raum für Innovationen.

### Kein Schnickschnack: die Federung

Daß Rahmen brechen, ist zum Glück relativ selten. Daß Radfahrerinnen und Radfahrer kräftig durchgeschüttelt werden, ist auf den existierenden Radwegen leider die Regel. Das ist nicht nur unangenehm, sondern mitunter sogar gesundheitsschädlich, wie Forscher der Universität Oldenburg ermittelten (s. Grafik auf S. 29). Die Schwingungen an Sattel und Lenker sind selbst auf neuen Betonsteinflastern so hoch, daß die Leistungsfähigkeit beein-

### Bewertete Schwingstärken auf verschiedenen Fahrbahnoberflächen



Radwege haben oft ungeeignete Beläge, die auf Dauer krank machen können.

trächtig werden kann (auch Inline-Skater wissen das).

Wer komfortabel radeln möchte, muß zum gefederten Rad greifen. Nach einem Boom bei Mountain-Bikes gibt es seit kurzem auch viele City- und Trekking-Räder mit Federung. Relativ simple Konstruktionen mit einem einfachen, wartungsfreundlichen Elastomer können bei diesen Rädern genauso gut sein wie komplizierte Kombinationen aus Schraubenfeder und Öldämpfer. Wichtig ist, daß der Federweg nicht zu klein ist und die Einfederungsrichtung stimmt (möglichst nach hinten und nach oben). Ohne Dämpfung neigen Federsysteme zum Nach- und Überspringen.

Eine richtig abgestimmte Federung schluckt keine Antriebsenergie. Je nach Untergrund fährt das Rad sogar leichter. Denn gefederte Laufräder rollen über die Hindernisse hinweg anstatt energiezehrend darüber zu hoppel. Eine Fachzeitschrift ermittelte, daß ein Mountain-Bike mit Federung („Fully“) gegenüber einem ungefederten Rad auf Stein- und Wurzelpfaden rund ein Prozent der Energie einspart. Lediglich

beim Bergauffahren mit heftigem Wiegetritt schluckt die Federung Energie. Wer kann, sollte die Federung dann blockieren. Zur Zeit entwickelt die Arbeitsgruppe Fahrradforschung an der Universität Oldenburg ein Computerprogramm, mit dem sich Federsysteme am PC simulieren lassen. Es soll gerade kleinen Fahrradherstellern ohne eigene Entwicklungsabteilung helfen, Federungen zu entwickeln, die einfach, preiswert und dennoch effizient sind. Übrigens radelt es sich auch auf ungefederten Touren- und Hollandrädern mit weit vorgebogener Gabel und konservativer Rahmenkonstruktion („großer Nachlauf“) überraschend komfortabel.

## 5. Alleskönner Fahrrad

### Das klassische Rad

Noch vor kurzem galt das Fahrrad als ausgereift. Und tatsächlich: Wer zum Beispiel einen Bahnrenner aus den 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts mit einem Rennrad von heute vergleicht, entdeckt erst auf den zweiten Blick die Unterschiede. So brauchbar das klassische Fahrrad mit Diamantrahmen auch ist, den Endpunkt der Fahrradentwicklung markiert es nicht. City-Bikes, Mountain-Bikes, Liegeräder, gefederte Trekkingräder, Faltrahäder: all diese Typen zeigen, daß es das eine optimale Fahrrad nicht gibt und daß viele Lösungen für das Fahrrad von morgen jenseits des klassischen Diamantrahmens liegen. Vielleicht hat der fast hundertjährige Beinahe-Stillstand in der Fahrradentwicklung, der auch von einzelnen, kreativen Tüftlern und Enthusiasten nicht durchbrochen werden konnte, auch mit dem strengen Reglement der Union Cycliste Internationale (UCI), des internationalen Radsportkomitees, zu tun. Sie mochte die den klassischen Rädern Konkurrenz machenden „Zeppeline auf Rädern“ nicht. In den 30er Jahren rüstete der Franzose George Mochet ein Pedalfahrzeug mit einer stromlinienförmigen Verkleidung aus, der Fahrer pedalierte liegend. Die Deklassierung traditioneller Radsportler bei Vergleichsfahrten führte dazu, daß die UCI 1938 alle abweichenden Fahrradkreationen wie zum Beispiel Liegeräder, aber auch aerodynamische Hilfsmittel aus dem Rennsport verbannte. Wenn im Rennsport jede Verbesserung der Aerodynamik einem Betrug nahekommt, dann

haben es solche Entwicklungen auch im Alltag schwer. „Ein Glück, daß die Union noch nicht existierte, als der Tierarzt John Boyd Dunlop den Luftreifen für das Fahrrad entwickelte – sonst würden wir möglicherweise noch heute Fahrräder und vielleicht sogar Autos mit massiven Stahlrädern fahren,“ bemerken bissig die Autoren eines Artikels über die Aerodynamik von Muskelkraft-Fahrzeugen (Spektrum der Wissenschaft, Februar 1984).



Human Powered Vehicles

So mußten Anhänger von Muskelkraft-Fahrzeugen, sogenannten Human Powerd Vehicles (HPV) und vor allem Liegerädern außerhalb der Rennsportwelt weiterarbeiten. Der Leipziger Ingenieur Paul Rinkowski beschäftigte sich in den 50er Jahren intensiv mit Liegeradkonstruktionen, bis hin zu einem Vierrad. Leider blieb eine entsprechende Würdigung seiner Leistungen aus. Auslöser der modernen Liegeradbewegung ist sicher der britische Industrielle Henry Kremer. Als Förderer unkonventioneller und innovativer Ideen stiftete er 1959 einen Preis für den ersten Muskelkraftflug. Die Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit und weitere Anreize befruchteten eine Liegeradszene, die sich schließlich organisierte. Die International Human Powered Vehicle Association (IHPVA) führt seitdem regelmäßig Treffen und sportliche Wettbewerbe durch. Die Königsdisziplin der Geschwindigkeitsfreaks wurde der zoom-Sprint. Durch immer perfektere Highspeed-Karosserien wurde der Rekord seit

Beginn der Vergleiche auf den heutigen Weltrekord von 111 km/h gesteigert. Die bald auch in anderen Ländern gegründeten Liegeradverbände waren aber nicht nur ein Hort der Rennfetischisten sondern auch ein Forum der Verfechter von Alltagsfahrzeugen mit Muskelkraft.

Eine Mischung solch engagierter Leute führte auch zur Gründung des HPV-Deutschland im Jahr 1985. Der Mitinitiator und Radsportarchivar Wolfgang Gronen wurde bekannt als Kopf des Vector-Teams. Die Rekordfahrten von Gerhard Scheller im Vector-Dreirad, das sehr einer Segelflugzeugkanzel ähnelt, zogen viele Interessierte zu den Veranstaltungen und in den Verein. Viele der heutigen Liegerad-Hersteller haben hier ihre Wurzeln.

### Liegeräder

Die heute auf dem Fahrradmarkt erhältlichen Liegeräder sind ausgereifte Konstruktionen mit unter-



Ein typisches Liegerad mit langem Radstand

schiedlichen Geometrien für die verschiedenen Einsatzbereiche. Entsprechend unterschiedlich sind auch die Fahreigenschaften. Wer sich ein Liegerad kaufen möchten, sollte in jedem Falle ausgiebig probefahren. Gute Händler verleihen die in Frage kommenden Modelle auch für einen ganzen Tag. Radstand, Tretlagerhöhe und Lenkung charakterisieren ein Liegerad:

### Radstand

- **langer Radstand:** Das Vorderrad befindet sich vor dem Tretlager. Die Gesamtlänge beträgt anderthalb Hollandräder: gemütliche Tourenräder für ausgedehnte Radreisen.
- **mittlerer Radstand:** Das Tretlager befindet sich über dem Vorderrad. Kurz wie ein Hollandrad und mit aufrechter Sitzhaltung: ideal für die Stadt oder den Weg zur Arbeit.
- **kurzer Radstand:** Das Tretlager



Ein Kurzlieger mit „hohem“ Tretlager und Lenkung unten.

befindet sich vor dem Vorderrad. Für sportlich Ambitionierte und ausgedehnte Touren.

### Montagehöhe des Tretlagers

- Das Tretlager ist deutlich über der Sitzfläche positioniert (bis zu 20 cm): Kurzlieger für Sport und Rennen.
- Das Tretlager hat eine ähnliche Höhe wie die Sitzfläche: Allrounder für Alltag und Training.
- Das Tretlager ist deutlich unter dem Sitz positioniert: Gemütliche Mittel- und Langlieger.



Ein bequemes Liegerad, mit dem Anfänger schnell zurechtkommen sollen.

## Lenkung

- **oben:** Optisch dem normalen Fahrrad am ähnlichsten ist die Anordnung des Lenkers über dem Körper, wenn man auf dem Liegerad sitzt.
- **unten:** Ergonomisch ausgefeilt, die Arme liegen dabei locker neben dem Körper und die Hand ruht entspannt auf den Lenkerenden.

Eine ausführliche Marktübersicht über 33 verschiedene Liegeräder gibt es gegen einen Verrechnungsscheck über DM 7,00 bei der Liegerad-Datei in Troisdorf (s. Adressen).

## Geheimtip Faltrad

Einen speziellen Fahrradtyp möchten wir Ihnen ganz besonders ans Herz legen: das Faltrad. Mit den schwerfälligen Klapprädern aus den 60er und 70er Jahren haben moderne Falträder wenig gemein, deshalb auch der neue Begriff, obwohl strenggenommen auch Falträder zusammengeklappt werden. Die wichtigsten Unterschiede zwischen den billigen Ahnen aus dem Versandhauskatalog und den modernen Edelrädern von kleinen, aber feinen Herstellern sind:

- Falträder lassen sich einfacher zusammenlegen, meist dauert dieser Vorgang nur 15 bis 30 Sekunden. Das läßt sich völlig ohne Werkzeug und verschmierte oder eingeklemmte Finger bewerkstelligen.
- Falträder sind in zusammengelegtem Zustand sehr kompakt und verhältnismäßig leicht. Das Brompton, das zur Zeit kleinste Modell auf dem Markt, ist zusammengelegt nicht größer als ein gewöhnlicher Koffer (Packmaß: 56 cm · 55 cm · 25 cm) und wiegt komplett

mit Lichtanlage etc. 13 kg. Falträder lassen sich problemlos und kostenlos in allen öffentlichen Verkehrsmitteln (Bus, ICE, Eurostar, Flugzeug, Taxi) mitnehmen.

- Falträder fahren gut. Radstand und Sitzposition entsprechen weitestgehend einem „großen“ Rad. Die Übersetzung ist an die kleinen Laufraddurchmesser angepaßt, d. h. die Entfaltung bewegt sich zum Beispiel beim 3-Gang-Brompton zwischen 3,83 m und 6,80, beim 5-Gang-Modell zwischen 3,37 m und 7,66 m. Der Rollwiderstand der kleinen Reifen ist dank des relativ hohen Reifendrucks niedrig. Der Verlust an Fahrkomfort wird oft durch Federelemente ausgeglichen. Bei der Konstruktion der Rahmen wurde auf Stabilität geachtet.

Auch wenn ein Faltrad im Kofferraum statt auf dem Autodach mit auf Sonntagstour geht, ist es praktisch. Seine besondere Stärke liegt jedoch in der Kombination mit öffentlichen Verkehrsmitteln, die den eingeschränkten Aktionsradius des Fahrrads plötzlich um ein Vielfaches erweitern. Bei der Ankunft in einer fremden Stadt sogleich mit eigener Kraft mobil zu sein, ist ein feines Gefühl von Unabhängigkeit, zumal als Ziel nicht zwingend der Ausgangspunkt sondern jeder Bahnhof, jede Bushaltestelle angesteuert werden kann. „Unfaltbare Räder müssen aus dieser Perspektive so absurd erscheinen wie unfaltbare Regenschirme“, schrieb die ZEIT anlässlich eines Faltradtreffens in Bamberg. In England haben Faltrad-Fans schon einen eigenen Faltrad-Club gegründet. „The Folding Society“ gibt sogar eine eigene Zeitschrift („A to B“) heraus.

Zwei Typen sind aus dem inzwischen großen Angebot besonders hervorzuheben:

- das „**Brompton**“ wurde vom Allgemeinen Deutschen Fahrrad-Club (ADFC) zum Fahrrad des Jahres 1997 gekürt. Es verbindet beste falt- mit akzeptablen Fahreigenschaften.



- das „**Birdy**“ ist eine Konstruktion der Darmstädter Firma Riese und Müller. Die leichte Aluminiumkonstruktion fährt sich sportlicher als das Brompton, läßt sich aber nicht ganz so kompakt falten.



## 6. Stolperstein Fahrradweg

### Freie Fahrt für Fahrradfahrer

Für Autofahrer eine Selbstverständlichkeit: die gut ausgebaute Fahrbahn. Radfahrer hingegen hoppeln nur allzu oft über Baumwurzeln und Bordsteine. Und Radler, die diese Buckelpisten leid sind, werden auf der Straße von vielen Autofahrern als Verkehrshindernisse an die Seite gedrängt. Bislang haben sich diese Radler mitunter sogar tatsächlich rechtswidrig verhalten. Denn alles, was nur irgendwie nach einem Radweg aussah, mußte auch benutzt werden. Das soll nun ein Ende haben. Seit der neusten Änderung der Straßenverkehrsordnung (StVO von August 1997) dürfen Radfahrer auf der Straße fahren – gleichberechtigt neben Auto, LKW oder Motorrad. Es sei denn, es steht ein Radweg zur Verfügung. Bleibt also doch alles beim Alten? Nein, denn jetzt darf sich nicht mehr jeder von der Fahrbahn abgegrenzte Weg auch „Radweg“ nennen.



Nur wenn die Wege bestimmten Qualitätskriterien genügen, erhalten sie das blaue Schild (s. Kasten auf der folgenden Seite). Bis zum 1. Oktober 1998 müssen alle Radwege überprüft werden. Dabei ist es egal, ob es sich um eigens gebaute Radwege (mit Bordstein)

### Qualitätskriterien fürs blaue Schild

- **Breite:** mindestens 1,50 m, bei gemeinsamem Fuß- und Radweg mindestens 2,50 m, bei Radwegen für beide Fahrrichtungen 2,00 m
- **Eindeutige Linienführung, das ist besonders wichtig an Kreuzungen und Einmündungen**
- **Zustand:** der Belag muß „zumutbar“ sein und „frei von Hindernissen“

handelt oder Radspuren auf der Straße. Weil die Kriterien teils schwammig formuliert sind, hat der Allgemeine Deutsche Fahrrad-Club (ADFC) eine Orientierungshilfe veröffentlicht. Mit einem Entscheidungsschlüssel wird Ordnungsämtern und Mitgliedern vor Ort die Bewertung der Wege leicht gemacht. Alle Wege, die zu schmal, unwegsam oder unübersichtlich sind, dürfen, müssen aber nicht länger benutzt werden. Sie heißen „andere Radwege“. Aus Sicherheitsgründen gibt es eine Ausnahme dieser Regelungen für Kreuzungen und Einmündungen: Dort müssen Radfahrer auch die „anderen Radwege“ nutzen.

Allerdings: Die meisten Gemeinden sind pleite und der Bau von breiten, ordentlichen Radwegen steht auf den Dringlichkeitslisten nicht an erster Stelle. Deshalb bietet es sich an, mit sogenannten „Schutzstreifen“ den Radfahrern einen Schonraum am rechten Fahrbahnrand zu sichern. Für die weißen, nicht durchgezogenen Linien braucht die Gemeinde nur ein Parkverbot für Autos hinter dem Streifen und weiße Farbe.

### Freie Fahrt!

Endlich sind die Radler in einigen Verkehrssituationen zumindest besser gestellt als die Autofahrer: Einbahnstraßen können für Radfahrer in die Gegenrichtung freigegeben werden und auch Busspuren sind nicht tabu. Schon länger dürfen Radler rechts an der Warteschlange bis zur Ampel vorfahren – auch wenn das einige Autofahrer immer wieder zu verhindern versuchen.



Ausgenommen von dieser Regel sind Kinder: Sie fahren meist noch nicht so sicher. Gleichgewichtssinn und Verkehrsregeln müssen sie erst noch lernen. Damit sie sich und andere nicht gefährden, müssen Kinder bis acht Jahren auf dem Bürgersteig fahren. Acht- bis Zehnjährige dürfen selbst einschätzen, wo sie fahren möchten.



### Projekt Radwegenetz

Damit Radfahren richtig Spaß macht, ist es ganz wichtig, die richtige Route auszuwählen. Eine Idee des Paderborners Hans-Dietmar Jäger wurde im Multimedia-Wettbewerb „Sinnformation“ der Bundestagsfraktion „Bündnis 90 / Die Grünen“ ausgezeichnet. Jägers Ansatz:

Jeder Radfahrer versucht aus dem unzureichenden Wegenetz das Beste zu machen, sucht und findet ganz individuelle Schleichege, auf denen er oder sie schnell, bequem und sicher ans Ziel kommt. Jäger will diese Informationen im Internet bündeln, es soll zu einer gemeinsamen Fundgrube schöner Touren und interessanter Schleichege werden. So wächst ein „Radwegenetz von unten“, eine riesige Datenbank, aus der eine Kommission später sinnvolle Streckenführungen auswählt und zu einem beschilderten Radwegenetz zusammensetzt. Nähere Informationen unter:

[http://hyperg.uni-paderborn.de/aktuelles/projekt\\_radwegenetz](http://hyperg.uni-paderborn.de/aktuelles/projekt_radwegenetz)



## 7. Lesetips

### Das Rad an sich

#### Faszination Fahrrad

Dodge, Pryor  
Delius Klasing – Edition „Moby Dick“,  
Kiel 1997, DM 78,-  
*Der Bildband des New Yorker Fahrradhistorikers Pryor Dodge widmet sich ausführlich der Fahrradgeschichte und -kultur.*

#### Bike Cult: The Ultimate Guide to Human-Powered Vehicles

Perry, David Brunn  
Four Walls Eight Windows New York/London 1995. \$ 23,95  
*Ein Buch, das umfassend fast alle Aspekte des „Bicycle“ darstellt, umfangreiches Literaturverzeichnis.*

#### Das Große Fahrradlexikon

Smolik, Hans-Christian / Etzel, Stefan  
Bielefelder Verlagsanstalt/BVA1997.  
DM 98,-  
*Erfrischend aktuell und umfassend ist dieses kenntnisreiche Werk im Lexikonstil. 1400 Illustrationen helfen beim Verständnis.*

#### Fahrradtechnik.

**Konstruktion, Fertigung, Instandsetzung**  
Winkler, Fritz / Rauch, Siegfried  
BVA, Bielefeld 9. Auflage 1996 DM 78,-  
*Standardwerk, das sich mit moderner Technik (MTB etc.) etwas schwer tut.*

#### Ich fahr so gerne Rad – Geschichten von der Lust, auf dem eisernen Rosse dahinzujagen

Lessing, Hans-Erhard (Hg.)  
dtv, München 1997 DM 14,90  
*Literarisch und historisch wichtige, vergnügliche Fahrrad-Texte.*

## Radsport

### Handbuch für Radsport

Schmidt, Achim  
Meyer & Meyer Verlag 2. Aufl. 1996, DM 34,-  
*Training, Technik und Taktik des Straßenradsports, praxisnah wird auch auf Physiologie, Medizin und Psychologie des Sportfahrers eingegangen.*

### Handbuch Radsport

BLV Verlag, München 1996, DM 128,-  
*Auf 527 Seiten stellt ein Expertenteam Geschichte, Technik, Training, Ernährung und Medizin des Renn- und Freizeitradsports dar.*

## Fahrradgeschichte

### Cycling History – Myths and Queries

Roberts, Derek  
Pinkerton Press Erdington U.K.  
1991, £ 13,95  
*167 kurzweilige Fragen nach dem Motto „War der Rover wirklich das erste Rad mit Diamantrahmen?“.*

### Cycling History

van der Plas, Rob (Hg.)  
Vol. 4 ff., Selbstverlag  
San Francisco 1993 ff., je \$ 45  
*Berichte von internationalen Fahrradhistoriker-Konferenzen.*

## Technik und Physik

### Bicycling Science

Whitt, Frank Rowland /  
Wilson, David Gordon  
The MIT Press 1982, \$ 17,50.  
*Immer noch das Standardwerk, wenn es um die Wissenschaft vom Fahrrad geht. Sehr anschaulich und lebendig.*

### Fahrradphysik und Biomechanik

Gressmann, Michael  
Moby Dick, Kiel 6. Aufl. 1995, DM 29,80  
*Am konkreten Beispiel wird vorgerechnet, wie ein Rad das Gleichgewicht hält, bremst,*

*in der Kurve fährt etc., dabei leider manchmal etwas an Physikunterricht erinnernd.*

## Reparaturtips

### Fahrradreparatur leicht gemacht

van der Plas, Rob  
BVA, Bielefeld 1996, DM 16,80  
*Schmales Bändchen, das die oft dürftigen Gebrauchsanweisungen neuer Räder sinnvoll ergänzt.*

### Das neue Fahrradreparaturbuch

Smolik, Christian / Etzel, Stefan  
BVA, Bielefeld 1990, DM 22,80  
*Zeigt und erklärt einfach die wichtigsten Reparaturen an Fahrrädern.*

### Rad kaputt & Gangschaltungen

Kuhtz, Christian  
Fahrrad-Heft 7 der Reihe „Einfälle statt Abfälle“, Eigenverlag, Kiel 5. Auflage 1990, ISBN 3-924038-35-X, DM 8,-  
*Mit Pfiff beschrieben, mit Amüsement zu lesen: So hält man sein (Touren-) Rad – und es darf ruhig vom Sperrmüll sein – fit. Das Rad, die Nabenschaltung, das Tretlager: zerlegen und zusammenbauen? Kein Problem mit den Tips von Christian Kuhtz.*

## Falträder

### Das Modul-Bike. Faltbare Fahrräder

Fehlau, Gunnar  
Delius Klasing Edition Moby Dick, Kiel 1997, DM 29,80  
*Alles über die praktischen „Fahrräder aus der Westentasche“, die gut fahren und verpackt in Bus und Bahn immer dabei sind.*

### It's in the bag. A history in outline of portable cycles in the UK

Hadland, Tony / Pinkerton,  
Pinkerton Press,  
Erdington U.K. 1996, £ 12,  
*Vom zerlegbaren Hochrad bis zu dem Rad, das beim Zusammenlegen größer wird –*

*eine Faltrad-Geschichte, die natürlich auch die britischen Klassiker Moulton, Bickerton und Brompton einschließt.*

## Spezialräder

### Das Liegerad

Fehlau, Gunnar  
Moby Dick, Kiel 3. Aufl. 1996, DM 39,80  
*Geschichte, technische Grundkonzepte und neuere Modelle der schnellsten Flitzer unter den Fahrrädern.*

### Encycloepedia (En-cycle-opedia)

*Ein herstellerunabhängiger Katalog und Einkaufsführer innovativer Fahrradtechnik. Liebevoll von Open Road in England gemacht und sorgfältig ins Deutsche übersetzt ist der der „Ratgeber für Fahrradalternativen“ in ausgewählten Fahrradläden und bei KGB in Oldenburg erhältlich (mit Video DM 35,00). Die Encycloepedia 5 ist für Mai 1998 angekündigt und soll ohne Video DM 37,00 kosten, mit DM 49,00. Weitere Informationen unter [www.bikeculture.com](http://www.bikeculture.com) und [www.genet.de/kgb-fahrradhandel](http://www.genet.de/kgb-fahrradhandel)*

## Zeitschriften

### Bike Culture Quarterly / BCQ

*Eine herausragende Fahrradzeitschrift, für die Fahrradkultur ebenso ein Thema ist, wie sinnvolle Weiterentwicklungen in der Fahrradtechnik. Ein werbefreies Leseabenteuer, leider nicht ganz billig (Abo für vier Hefte DM 75,-). Die deutschsprachige Ausgabe des in England erscheinenden Heftes wird über ausgewählte Fahrradläden und KGB in Oldenburg vertrieben. Weitere Informationen s.o.*

### Pro Velo – Das Fahrrad-Magazin

*Das einfach gestaltete, quartalsweise erscheinende Magazin ist eine unabhängige Stimme im Dschungel der eher branchenfrommen und technikverliebten Hochglanz-Radmagazine. Ein Abo kostet 30 Mark.*

## Adressen

**Deutscher Vertrieb BCQ/Encycloepedia – Oldenburger Fahrradmuseum (Wanderausstellungen):**  
KGB-Fahrradhandel, Donnerschweer  
Straße 45, 26123 Oldenburg

### Pro Velo Verlag

Riethweg 3, 29227 Celle  
(E-Mail: [Fahrradmagazin.ProVelo@t-online.de](mailto:Fahrradmagazin.ProVelo@t-online.de))

### The Pinkerton Press

522 Holly Lane, Erdington,  
Birmingham B24 9LY,  
GB

### Rob van der Plas Publications

1282 - 7<sup>th</sup> Ave.  
San Francisco, CA 94122  
USA  
(e-Mail: [bicycle@jps.net](mailto:bicycle@jps.net))

### The Folding Society / A to B magazine

19 West Park, Castle Cary, Somerset,  
BA7 7DB, England (e-Mail: [a2b@dome.demon.co.uk](mailto:a2b@dome.demon.co.uk))

### Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (ADFC)

Postfach 107747, 28077 Bremen  
([www.adfc.de](http://www.adfc.de))

### Dr. Falk Rieß

Carl von Ossietzky Universität,  
**AG Fahrradforschung im FB Physik**  
Postfach 2503, 26111 Oldenburg  
([www.uni-oldenburg.de/fafo](http://www.uni-oldenburg.de/fafo))

### Prof. von Osten-Sacken

RWTH Aachen

### Liegerad-Datei Andreas Pooch

Römerstr. 44, 53840 Troisdorf

### HPV Deutschland e.V.

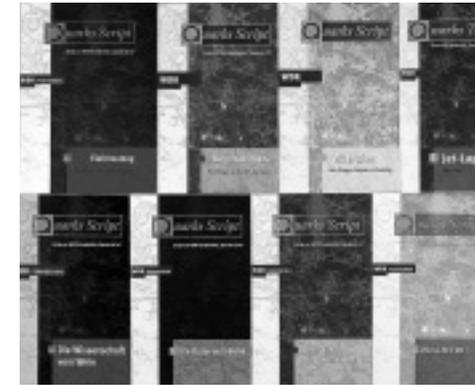
Postfach 2004, 91010 Erlangen  
([www.ihpva.org/chapters/germany](http://www.ihpva.org/chapters/germany))

## 9. Index

		Leonardo da Vinci	9
		Licht	20
		Liegerad	30, 31
All-Terrain-Bike (ATB)	14	Luftreifen	12, 24
		Luftwiderstand	7, 25
Beleuchtung	20		
Bereifung	12, 24	Materialwahl und -test	15, 28
Bremsen	22	Michaux-Velo	11
Bruchgefahr	15, 28	Mountain-Bike (MTB)	14, 15
		Muskulatur	5
Carbon	15		
Citybike	14	Nabenschaltung	27
Dauerleistungsvermögen	4	Planetengetriebe	28
Diamantrahmen	12, 20, 30	Platten	19
DIN	13, 28		
Draisine	10	Radrennsport	4, 18, 30
		Radwege	33
Einbahnstraße	34	Radwegenetz	34
Energieverbrauch	4, 17, 18, 23	Rahmenbau	15, 28
Entfaltung	25, 26, 27	Rahmenhöhe	15
		Reifen	24
Fahrrad-Ausrüstung	20	Reparaturtips	19, 20, 21, 22
Fahrradmitnahme	32	Ritzel	20, 26
Fahrradtypen	14	Rollwiderstand	24
Faltfahrrad	32	Rover	12
Federung	28		
Frauen und Fahrrad	9	Sattel	15, 17
Freilaufnabe	12	Sattelhöhe	15
Full-Suspension-MTB	29	Sauerstoffaufnahme	4
		Schwingungsbelastung	28
Gangschaltung	25	Sicherheitsvorschriften	13
Gesundheit	16, 29	Sitzprobleme	16
		Sport-Touring-Bike (STB)	14
Hochrad	11	Straßenverkehrsordnung	13, 33
Hollandrad	14, 29	Superkompensation	6
Human Powered Vehicles	30		
		Tour de France	6
Impotenz	17	Tourenrad	14, 29
		Trekkingrad	14
Kettenblatt	20, 26	Tretkurbelrad	11
Kettenschaltung	26	Tretlager	21, 31
Kilojoule (kJ)	18, 23		
Kinder	34	Übersetzungsbereich	26
Klapprad	32	UCI	30
Laufmaschine	10	Vélocipède	11
Laufrad	11, 15, 22		
Leistung	23	Watt (W)	4, 18, 23
Lenker	16, 22, 32	Wirkungsgrad	27

In der Reihe „Quarks-Script“ sind bisher Broschüren zu folgenden Themen erschienen:

Elektrosmog  
 Kopfschmerz  
 Allergie  
 Wenn das Gedächtnis streikt  
 Die Wissenschaft vom Wein  
 Die Datenautobahn  
 Vorsicht, Fett!  
 Aus der Apotheke der Natur  
 Vorsicht Parasiten!  
 Das Wetter  
 Die Wissenschaft vom Bier  
 Eine Reise durch Magen und Darm  
 Die Geheimnisse des Kochens  
 Unsere Haut  
 Gesünder Essen  
 Unser Schweiß  
 Krebs – Ein Frage-Antwort-Katalog  
 Faszination Kaffee  
 Gute Zähne – Schlechte Zähne  
 Die Börse – einfach erklärt  
 Das Wunder Haar  
 (Stand Mai 1998)



Und so bestellen Sie das „Quarks-Script“: Beschriften Sie einen C-5-Umschlag mit Ihrer Adresse und mit dem Vermerk „Büchersendung“ und frankieren Sie ihn mit 1,50 DM. Schicken Sie den Umschlag in einem normalen Briefkuvert an:

WDR  
 Quarks & Co.  
 Stichwort „Thema des Scripts“  
 50608 Köln