



Das

7

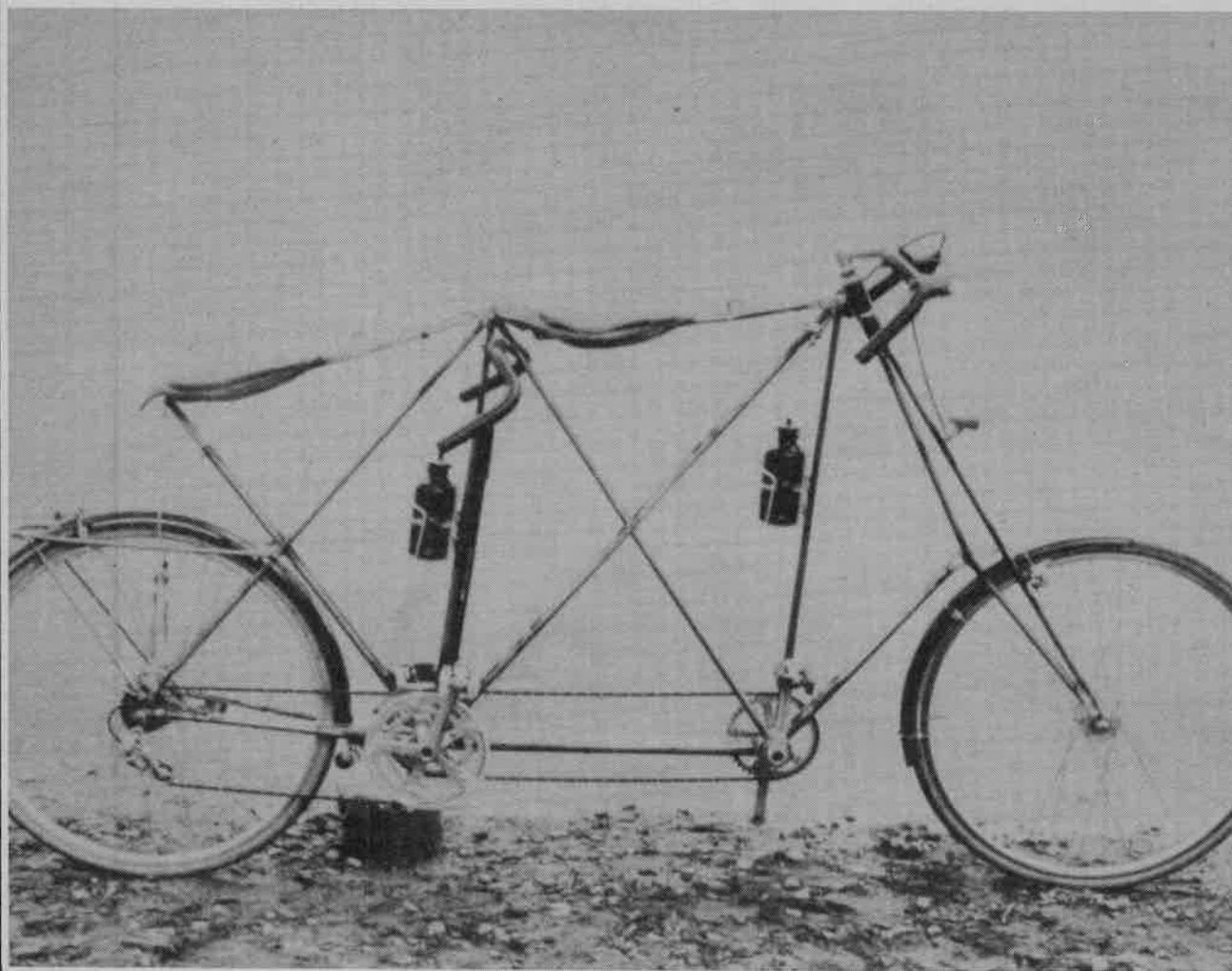
Fahrrad-Magazin

6 DM

Neue Fahrräder

IFMA-Messe-Bilanz
Hydraulik-Felgenbremse
Monolever-Felgenbremse
Super-Reise-Rad
"Fahrrad des Jahres"

Gleichgewicht beim Radfahren
Hybrid-Laufräder
Fahrwiderstände
5-Gang-Nabenschaltung
Verkehr, Bücher



KETTLER ALU-RAD

TOWN & COUNTRY

TOWN & COUNTRY 26"
 Aluminium Rahmen. 6-Gang Positron-Schaltung mit Vorwahltomatik. Griffsichere Stollenbereitung für Gelände und Asphalt. Alu-Bremsanlage für extremste Bremsvorgänge. Leistungsstarke Beleuchtungsanlage.



DURCH WALD & FLUR
 ob Feldwege oder mitten durch den Wald, mit dem Town & Country kommen Sie durch.

DURCH DICK & DÜNN
 Ob Matsch, Schnee oder Wasser, mit dem Town & Country kommen Sie durch.

DURCH STADT & LAND
 Ob Einkaufsbummel oder Wochenendtour, mit dem Town & Country kommen Sie gut an.

SATTELN SIE UM AUF ALUMINIUM!

Die Fahrradneuheit für jedes Gelände und jeden Einsatzbereich. Town & Country, geländetauglich, für Wald, Feldwege, Strand und Schnee aber auch für die Stadt. Genießen Sie die Natur abgasfrei, erleben Sie eine neue Fahrradwelt. Town & Country, damit beginnt „die große Freiheit“ dort, wo die befestigten Fahrradwege enden.
 Erhältlich im Fahrradfachhandel und Warenhäusern.



Heinz Kettler
 Metallwarenfabrik
 GmbH & Co.
 4763 Ense-Parsit





IMPRESSUM

Herausgeber: Herbert F. Bode
Redaktion: Dr. Herbert F. Bode
(verantw.)
Manfred Otto
Anschrift: Am Broicher Weg 2
4053 Jüchen
Tel. 02181-43448

Verlag: ProVelo-Buch- und
Zeitschriftenverlag
Am Broicher Weg 2
4053 Jüchen
Druck: Eigendruck

PRO VELO erscheint viermal jähr-
lich: im März, Juni, September
und Dezember.
Einzelpreis: DM 6 (incl. MWSt,
zuzügl. Porto)
PRO VELO ist nur im Versand und
bei Vorauszahlung erhältlich.
Bank- oder Postüberweisungen
bitte auf das Konto PRO VELO-
VERLAG, 4053 Jüchen beim Postgi-
roamt Essen, Konto 16909-431 (BLZ
360 100 43). Bitte die gewünschte
Ausgabe von PRO VELO sowie die
vollständige Empfänger-Anschrift
auf dem Überweisungsträger deut-
lich angeben. Abonnement: DM 20
für 4 Ausgaben. Die bereits er-
schienenen Hefte von PRO VELO
werden stets vorrätig gehalten.

c 1986 by Herbert F. Bode

ISSN 0177-7661
ISBN 3-925209-08-5

Bisher erschienen:

- PRO VELO 1: Erfahrungen mit Fahr-
rädern I
- PRO VELO 2: Fahrrad für Frauen
(... und Männer)
- PRO VELO 3: Theorie und Praxis
rund ums Fahrrad
- PRO VELO 4: Erfahrungen mit Fahr-
rädern
- PRO VELO 5: Fahrradtechnik I
- PRO VELO 6: Fahrradtechnik II
- PRO VELO EXTRA: Fahrradforschung
in Deutschland

In Vorbereitung:

- PRO VELO 8: Neue Fahrräder (März
1987)

1. Auflage Dezember 1986

INHALT

IMPRESSUM

NEUE FAHRRÄDER

Eine Bilanz der internationalen
Fahrradmesse (IFMA) in Köln.....2
IFMA-Umfrage.....5
Fahrradtechnik auf der IFMA.....8
Hydraulik-Felgenbremse.....9
Monolever-Felgenbremse.....10
Ein Super-Reise-Rad.....12
Ein Fahrrad mit langer
Lebensdauer zu einem vernünft-
igen Preis.....13

TECHNIK UND THEORIE

Gleichgewicht beim Radfahren...15
Hybrid-Laufräder.....19
Fahrwiderstände für einen
Radfahrer.....22

VERKEHR

Forschungsdienst Fahrrad.....27
Verkehrsfluß und Geschwindig-
keit.....29

PRAXIS UND TEST

Erfahrungen mit der 5-Gang-
Nabenschaltung.....30

BÜCHER

Reiseräder - Supertourer.....33
Bibliographie aktueller
Fahrrad-Literatur.....33

PRO VELO-Preisrätsel.....34

INHALT PRO VELO 1 bis 6.....35



Internationale Fahrrad- und Motorrad- Ausstellung Köln

18.-22. September 1986

Neue Technik, neue Trends:

EINE BILANZ DER INTERNATIONALEN FAHRRADMESSE IN KÖLN (IFMA) '86

Wie keine andere Messe der Welt zeigt die internationale Fahrrad- und Motorrad-Ausstellung (IFMA) in Köln alle zwei Jahre die Fortschritte und Defizite der Zweiradentwicklung auf. Während in der Bundesrepublik Deutschland die Zulassungszahlen der Motorräder zurückgehen, erlebt die Fahrradbranche einen erfreulichen, anhaltenden Aufschwung: Es werden mehr Fahrräder produziert und abgesetzt, und Qualität sowie technische Ausstattung sind zum Teil erheblich verbessert.

Fahrradfahren ist bequemer und sicherer geworden: Raffinierte Schaltungen, moderne Materialien, helle Beleuchtung oder wirkungsvolle Bremsen gehören heute zum Stand der Technik. Der Kampf gegen das Billig-Fahrrad hat deutliche Verbesserungen gebracht. Das schlägt sich auch im Preis nieder: Im Durchschnitt kostet ein im Fachhandel verkauftes Velo etwa 430 DM. Noch vor zwei Jahren waren es gut 50 DM weniger.

Auch beim Zubehör setzen sich Qualität, Vielfalt und Mode durch. Das Angebot reicht von elektronischen Geschwindigkeits-Meßgeräten über praktische Gepäcktaschen bis hin zu modischer Fahrerkleidung. Fazit des neuen Trends: Fahrradfahren wird immer mehr als alternative oder sportliche Fortbewegung akzeptiert, auch von den Modeschöpfern.

Neue Fahrräder

Bei den Fahrrädern gibt es zwei hauptsächliche Entwicklungsrichtungen. Zum einen erscheint die technische Sicherheit der Fahrzeuge erheblich verbessert, zum anderen werden Fahrräder zunehmend für einen speziellen Gebrauchsnutzen konstruiert.

Die Dreieckskonstruktion des Fahrradrahmens ist seit über 100 Jahren unverändert, und Variationen dieses Grundprinzips setzen sich nur sehr selten durch. Den Durchbruch mit einer neuen Konzeption hat offenbar das "Ergo-Rad" geschafft. Es geht bei einer kleinen Fahrradmanufaktur in Serie. Der Preis mit 1.400 DM für dieses praktische, wendige Stadtrad erscheint angesichts der vielen handgefertigten Sonderteile durchaus gerechtfertigt.



Bild 1: Das ERGORAD geht jetzt in Serie

Eine weitere bemerkenswerte "Neuheit" ist der Nachbau des historischen Pedersen-Tandems mit dem höchst komfortablen Hängematten-Sattel. Das Original wurde bereits 1897 patentiert, und jetzt wird es wieder serienmäßig hergestellt. Wie beim Ergo-Rad ermöglicht auch hier der kurze Abstand zwischen Lenker und Sattel eine aufrechte, orthopädisch optimale Sitzposi-

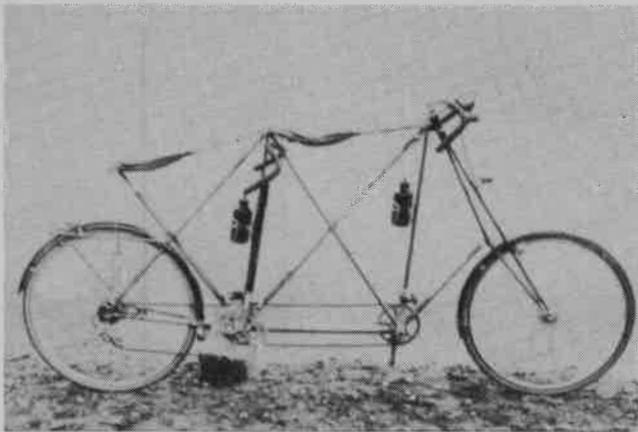


Bild 2: Der Nachbau des historischen Pedersen-Tandems

tion, und durch die elastische Aufhängung des Sattels wird ein ungewöhnlich hoher Fahrkomfort erreicht.

Für großgewachsene Menschen bieten inzwischen fast alle Hersteller Sondergrößen bei den Rahmen an. Besonders erwähnenswert ist ein Prototyp von Heidemann, dessen Laufräder auf 30 Zoll vergrößert wurden. Hier führen die Vorteile eines großen Rahmens zusammen mit den größer dimensionierten Laufrädern auch zu günstigeren Fahreigenschaften und einer gelungenen Optik. Kinderfahrräder werden zunehmend den Erwachsenenfahrrädern nachempfunden; das gilt auch für Qualität und Preis.

Bemerkenswert schnell hat sich bei den "Normalfahrrädern" die Typenentwicklung vollzogen: Es wird fast überall deutlich unterschieden zwischen "Stadttrad", "Wandertrad", "Straßensporttrad" und "Geländesporttrad". Doch kaum liegen diese Bezeichnungen einem neuen DIN-Entwurf zugrunde, entstehen bereits neue Varianten: Das "Mountain-Bike" war gerade zum Stadttrad (Beispiel "Town & Country" und "Safari II" bei Kettler) weiterentwickelt, da wählt "Koga-Miyata" das Geländerad als Basis für seinen "Adventure", ein komplett ausgestattetes "Super-Touren-Rad" für höchste Ansprüche und extreme Belastungen (und für den Preis von 2.500 DM). Der eigenständige Typus des "Langstreckenrades" für große Reisen scheint damit endgültig festgelegt.

Fahrbereit zeigte sich seit einigen Monaten erstmals das Velo mit Hilfsantrieb. Der unauffällige, kleine Motor beläßt dem Fahrrad seine wesentlichen Eigenschaften. Er kann während der Fahrt einfach zugeschaltet werden und ermöglicht Tempo 20 ohne Helmtragepflicht.



Bild 3: Velo mit Hilfsantrieb von SACHS

Innovative Fahrradteile

Das neue Verhältnis zum Fahrrad als einem qualitativ und technisch hochwertigen Gebrauchsgegenstand kommt auch in den Fahrradteilen zum Ausdruck. Die hydraulische Felgenbremse wird jetzt in Serie hergestellt (für 95,-- DM das Stück); in dieser Preisklasse befinden sich freilich sehr wirksame konventionelle Konkurrenten. Wie bei den meisten Neuerungen ist auch hier die Ersatzteilbeschaffung problematisch, wenn die bisher üblichen Standardteile nicht verwendet werden: Wo bekommt man unterwegs den passenden Ersatz, sprich: die neuen Bremsklötze? Oder neue Bremsflüssigkeit? Der technische Fortschritt an solchen Teilen vollzieht sich in der Regel schneller, wenn Systeme nicht von Grund auf neu entwickelt, sondern bestehende Komponenten verbessert werden, beispielsweise durch eine raffiniertere Bremshebel-Mechanik oder die gradlinige Verlegung der Bremszüge. Beide Verbesserungen sind kostengünstig zu realisieren, finden aber gleichwohl erst vereinzelt Beachtung.

Eine sehr praktische Neuheit ist der nachrüstbare Kettenschutz für Räder mit Kettenschaltung; er wird von Utopia für zirka 34 DM angeboten. Auch die Kettenschaltungen selbst werden bedienungsfreundlicher. Viele Hersteller montieren Daumenschalter, andere stellen auch ihre hochwertigen Systeme auf Rasterung um (Shimano S.I.S., Sachs ARIS, Campagnolo SYNCRO). Zumindest bei Shimano ist die Umrüstung preisgünstig; denn die wichtigste Komponente der Rasterung ist in den neuen S.I.S.-Schalthebeln untergebracht; damit ist ein neuer Umwerfer für die Rasterung nicht unbedingt nötig.

Japans größter und innovativster Fahrradproduzent Bridgestone stellt bereits die nächste Schaltungsgeneration vor: Die stufenlose Übersetzung. Sie soll bald in Serie produziert werden. Bridgestone und zwei deutsche Hersteller (Fendt und Patria) ersetzen bei einigen Modellen die altbewährte Kette durch den Zahnriemenantrieb, dessen Vorteile in Wartungsfreiheit und längerer Haltbarkeit liegen.

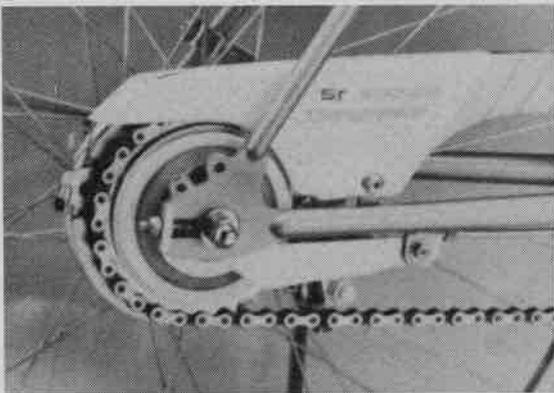


Bild 5: Stufenlose Übersetzung von BRIDGESTONE

Erste Experimente mit radialer Einspeichung (ohne Kreuzung der Speichen) deuten an, daß in Zukunft dem Laufrad und dem Problem der asymmetrischen Speichenstellung mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden wird. Unter anderem wird wohl die größte Schwachstelle der Speichen ausgemerzt werden; anstelle der Speichenbögen wird man in Zukunft wohl gerade Speichenköpfe einsetzen.



Bild 4: Kettenschutz für Räder mit Kettenschaltung

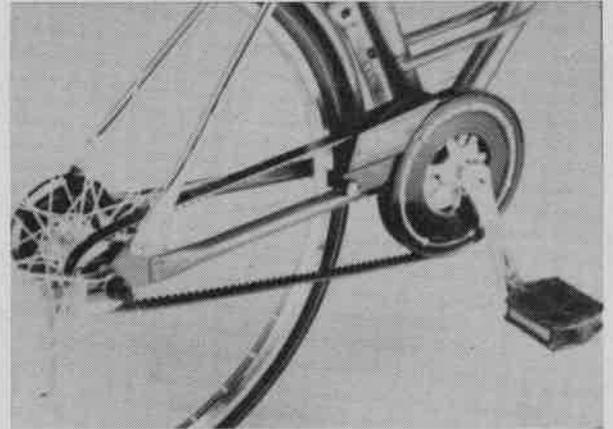


Bild 6: Der Zahnriemen ersetzt die Kette

Keine IFMA ohne Gag: Vor vier Jahren bemühten sich einige der größten deutschen Fahrradhersteller, mit extravaganten Colani-Design-Studien von ihrer einfallslosen, rückständigen Technik abzulenken. Von den kühnen Entwürfen und vollmundigen Versprechungen blieb nur die Erinnerung an 600.000 DM Werbe-Kosten. Der diesjährige Messe-Gag, die Design-Studie "Fahrrad '86", war mit zirka 160.000 DM erheblich billiger, aber nicht viel besser. Sein besonderes Merkmal: Fahren läßt sich nicht damit. (Einige Detaillösungen sind allerdings recht interessant.)

Erstaunlich ist es, daß die Messe den etwa 200.000 Besuchern nicht zeigte, was den Radfahrern in den Städten am meisten fehlt: Technische Lösungen für das Problem, das Fahrrad bequem und geschützt abzustellen. Wer das Fahrradfahren fördern möchte, muß sich vor allem der Radwegführung und den Abstellmöglichkeiten zuwenden.

IFMA - UMFRAGE

Beim Rundgang über die IFMA hatten wir die Idee, eine Umfrage unter einigen "prominenten" Verbandsvertretern, Wissenschaftlern, Fachhändlern und Fachjournalisten zu machen. Unsere Absicht war es, durch eine möglichst offene Fragestellung ein breites Meinungsspektrum einzufangen, das (zusammen mit unserer eigenen Berichterstattung) die Tendenzen der Entwicklung des Fahrrads und des Fahrradmarktes aus den unterschiedlichsten Perspektiven widerspiegelt.

(Von dem ebenfalls angeschriebenen "Verband der Fahrrad- und Motorrad-Industrie" Bad Soden, von den Redaktionen "Radfahren" und "Radmarkt" Bielefeld sowie dem Professor eines Fahrradlabors erhielten wir leider keine Antwort.)

Hier unsere Frage und danach die eingegangenen Antworten:

In der Berichterstattung zur IFMA wurde häufig behauptet, Sicherheit und Qualität des Fahrrads hätten sich merklich erhöht.

Wie beurteilen Sie die Fortschritte oder Defizite hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit des Fahrrads als Verkehrsmittel und / oder Sportgerät ?

Der konservativen Struktur der Fahrradindustrie entsprechend können Produktionsänderungen nur sehr langsam in den Markt einfließen.

Die IFMA '86 hat gezeigt, daß Hersteller von sog. "fabrikneuen Sperrmüll" sich nicht auf dem Markt halten können. Dementsprechend ist das Selbstbewußtsein der Hersteller von Qualitätsrädern gestiegen. Je mehr sich dieser Trend fortsetzt, umso mehr wird es möglich sein, notwendige technische Änderungen bezüglich der Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit herbeizuführen. Dieser Weg muß über eine deutliche Verbesserung der DIN 79100 gehen und wird von meiner Seite auch energisch weiterverfolgt. Erstaunlicherweise werden wir bei dieser Arbeit sowohl vom Minister für Wissenschaft und Forschung des Landes NRW als auch von einem Teil der Fahrradindustrie unterstützt.

Prof. Dr.-Ing. v.d. Osten-Sacken
Lehr- und Forschungsgebiet Maschinenelemente der RWTH Aachen
Eilfschornsteinstraße 18
5100 Aachen

Eigentlich fürchte ich, hier einer Fangfrage auf den Leim zu gehen, denn "das Fahrrad" gibt es nicht. Wenn Sie, Herr Bode, vom Gros der in Deutschland verkauften Räder sprechen, dann glaube ich, daß die IFMA '86 in dieser Hinsicht nicht allzuviel gebracht hat - außer, und das wäre zu hoffen, dem Konsumenten zu zeigen, was in punkto Fahrrad-Technik heute möglich ist, legt man entsprechendes Geld dafür an.

Die "Fahrrad-Misere", wenn es denn eine gibt, ist meines Erachtens eher eine des Marketings und der Produkt-Präsentation als eine der fehlenden Kaufkraft. Deutlich zeigt das der Wunsch nach teuren und qualitativ hochwertigen Reiserädern gerade bei einer Zielgruppe, die sonst Konsum-Beschränkung auf ihre Fahnen geschrieben hat, den Alternativen.

Für echte Fahrradfreaks, wie sie in der "tour"-Leserschaft vorkommen, hat die IFMA viele interessante Ansätze, wenn auch keine Revolution (was erwarten Sie denn?) präsentiert. Die Fülle von positionierenden Schaltungen, Sicherheits-Pedalen und neuen Bremsenkonzeptionen im hochwertigen

Marktsegment halte ich für durchaus positiv. Andererseits sollte man vom Markt nie letzte Weisheiten erwarten - er würde sich damit den eigenen Grabstein weißeln. Die IFMA '86 hat Trends in Richtung Hi-Tech gezeigt, die endlich das Geklingel mit schönfärberischen Worten und wilden Pinselschwung a la Fiera di Milano abzulösen scheinen. Das darf man mit bescheidenem Jubel honorieren.

"tour" press Redaktionsbüro Carlson Reinhard
Sonnenstraße 29
8000 München 2

Es ist richtig, daß - wenigstens bei einigen teuren Rädern - qualitativ hochwertigere Komponenten als bisher eingebaut werden (z.B.: Bremsen, Gepäckträger, Lichtanlage). Außerdem ist das Angebot zum Nachrüsten der Räder mit sinnvollem und praktischem Zubehör sowie mit hochwertigen Teilen gewachsen. Trotzdem fehlen nach wie vor überzeugende Lösungen für folgende Probleme (obwohl es auch hier - wie bei jeder Messe - interessante Ansätze gab, die allerdings selten über diesen Status hinaus gelangen):

- Stadtliegerad mit kurzem Radstand und integriertem Witterungsschutz (konsequente Weiterentwicklung des Ergorads)
- großer, leichter Anhänger, zerlegbar, mit guter Kupplung, ohne Beeinträchtigung des Gepäckträgers
- einfache, wartungsfreie Schaltungen mit weitem Übersetzungsbereich, aber enger Stufung
- Teilverkleidungen als Witterungsschutz und aerodynamische Hilfen
- funktionelle und hochwertige Radlerkleidung ohne Kakadu-Look
- Hochdruckreifen und entsprechende Felgen für viele Durchmesser, Breiten und Profile, auch für Normalräder.

Dr. Falk Rieß
Fachbereich 8 (Physik)
Universität Oldenburg
2900 Oldenburg

Bei den hochwertigen Fahrrädern ist die Sicherheit enorm erhöht worden. Der größte Teil der Fachhandels-Hersteller hält sich an die Empfehlungen von Prof. v.d. Osten-Sacken.

Bei den Billig-Herstellern gibt es nur noch Propheete, und der wird weiter die Billig-Märkte beliefern. Das Problem der Billig-Anbieter ist es, daß diese den Herstellern die Preise vorschreiben, um sich nach außen als preisgünstig darzustellen. Es bedarf noch großer Anstrengungen, den Verbraucher auf diesen Mißstand aufmerksam zu machen.

Als ganz große Gefahr sehe ich, wenn keine deutschen Hersteller mehr Billig-Räder produzieren, daß dann Räder aus dem Ostblock und aus Fernost nach hier geholt werden, die der DIN in keiner Weise genügen.

Ich schlage deshalb vor, daß die BAST von allen Stellen über diesen Mißstand informiert wird und die neue DIN für Fahrräder schnellstens verabschiedet wird.

Heinrich Sattler
Stellvertretender
Bundesfachgruppenleiter
des Zweiradmechaniker-Handwerks
Kirchstraße 131
4100 Duisburg 17

Nach der scharfen Kritik der letzten Zeit an der Qualität und Sicherheit der Fahrräder ist ein Fortschritt in den Angeboten der Hersteller zu sehen. Allerdings werden die Eindrücke eines Ausstellungsbesuchers nicht mit den Produktionszahlen der jeweiligen Modelle gewichtet, so daß die mit dem Pfennig geizenden Käufer noch immer Fahrräder minderer Qualität aus dem Großmarkt nach Hause führen können. Ein Defizit besteht daher weniger in dem Angebot der Hersteller, als in der Aufklärung der Kunden und der Entwicklung eines besseren Qualitätsausweises. Das DIN-Zeichen reicht hierfür jedenfalls nicht.

Erfreulich auf der IFMA ist mir das wachsende und differenzierter werdende Angebot an Fahrrädern für

speziellere Verkehrsbedürfnisse aufgefallen. Hierzu zählt die stetige Verbesserung von Klapprädern, die der IC-Fahrer braucht, und die Liegeräder, die in den Weiten der norddeutschen Tiefebene Vorteile haben.

Endlich wird auch ein konsequenter Versuch unternommen, Fahrräder mit einem Hilfsmotor auszurüsten, und zugleich zu verhindern, daß diese "Leichtmofas" von Mochtegern-Autlern als Vorstufe der Vollmotorisierung mißbraucht werden. Die geplante Einführung dieser Fahrzeuge in den Verkehr könnte durchaus revolutionierend wirken, weil die Verbesserungen der Fahrleistungen am Berg und bei starkem Gegenwind für viele Menschen das Fahrrad überhaupt wieder in ihren Alltag einbeziehen läßt. Die Projekte von Fichtel & Sachs und Puch verdienen jedenfalls eine sorgfältige Prüfung, die keinesfalls durch einen "Pedal-Purismus" vorbelastet sein sollte.

Für großgewachsene Menschen könnte auch das Bemühen um angemessen große Fahrräder interessant werden, das die Industrie unternimmt. Hier ist neben den Angeboten im Standardprogramm der Massenproduzenten besonders ein Prototyp der Firma Heidemann zu erwähnen, die gleich den Schritt zu Laufrädern mit 30 Zoll Durchmesser gewagt hat, so daß die Vorteile eines großen Rahmens auch zu vorteilhafteren Fahreigenschaften und einer gelungenen Optik führen. Auf die Akzeptanz dieses ungewöhnlichen Angebotes darf man gespannt sein. Auch aus vielen hier nicht erwähnten Eindrücken habe ich die IFMA mit dem Gefühl verlassen, daß der Alltagsgebrauch von Fahrrädern wachsende Bedeutung im Angebot der Hersteller findet, so daß höhere und differenzierte Ansprüche des Radlers nicht mehr automatisch mit dem Gang in die Renn-Abteilung des Fahrradhändlers enden müssen.

Prof. Dr. Günter Fieblinger
Gesamthochschule Kassel - Universität -
Heinrich-Plett-Straße 40
3500 Kassel

Der Teufel wohnt im Detail. Gerade hier wird von den Fahrradherstellern (nicht allen!) viel geschlampt: Felgenbremsen kollidieren mit Dynamo, Schutzbleche sind mangelhaft befestigt, die Elektrik ist jammervoll, die Zubehörteile sind einfach schlecht. All das muß nicht sein, da gute Komponenten durchaus zu haben sind. Da nach Meinung der "bedeutenden" Hersteller das Fahrrad aber "billig" sein muß, wird halt Mist gebaut, mehrheitlich.

Wer bringt wirklichen Fortschritt? Die Kleinen, die zum Teil das Brot für den nächsten Tag nicht kaufen können! Die Pleiten der Großen sind nur konsequent und aus unserer Sicht wünschenswert, das Dilemma sind die Arbeitsplätze, die verlorengehen wegen der schlechten Marktpolitik dieser "Unterlasser" (es sind keine "Unternehmer!"). Insgesamt sehen wir nur schmale Silberstreifen am Horizont. Großer Optimismus scheint uns nicht angebracht.

Dieter Meyer
Fahrradgesellschaft
Jonasch & Meyer
Lilistaße 83 B
6050 Offenbach
Tel.: 069/ 81 58 32

Von einer merklichen Erhöhung der Sicherheit und der Qualität beim Fahrrad kann leider keine Rede sein. Wohl aber sind in letzter Zeit einzelne Verbesserungen festzustellen. So sind mittlerweile hervorragende Scheinwerfer und Rücklichter auf dem Markt, die möglichst rasch zur Standardausrüstung gehören sollten. Doch bei den elektrischen Kontakten hapert es nach wie vor, so daß die Beleuchtung insgesamt immer noch leider zu den Schwachpunkten zählt.

Anzuerkennen ist auch, daß es teilweise intensive und auch erfolgreiche Bemühungen um die Verbesserung bei den Bremsen gegeben hat und gibt. Ebenso haben einige Hersteller ein verstärktes Augen-

merk auf andere wichtige Details gerichtet. Dazu gehören zum Beispiel Schlösser, bei denen eine deutliche Qualitätssteigerung die Gebrauchstauglichkeit des Fahrrads durchaus gesteigert hat.

Insgesamt ist ein anhaltender Trend zum qualitativ hochwertigeren und damit zum sichereren Fahrrad zu beobachten. Das ist auf ein gewachsenes Problembewußtsein bei Herstellern, Händlern und Verbrau-

chern zurückzuführen, wozu nicht zuletzt die Arbeit des ADFC beigetragen hat. Leider ist aber auch bei der Fahrrad-Technik der Fortschritt eine Schnecke. Es sollte zügiger vorangehen.

Karl-Ludwig Kelber
Vorsitzender des ADFC
Postfach 12 02 31
5300 Bonn

FAHRRADTECHNIK AUF DER IFMA

"GESCHICHTE DES FAHRRADS NOCH NICHT ZUENDE GESCHRIEBEN"

"EVOLUTIONEN AUF DEM GEBIET DER FAHRRAD-KONSTRUKTION UND SICHERHEIT"

Nicht unbescheiden klangen diese Überschriften einer Presse-Information, mit der die Messengesellschaft den anwesenden Journalisten technische Neuentwicklungen näher bringen wollte. In dem folgenden Text wurden dafür zwei Beispiele herausgestellt:

1. das "ZT - Fahrrad"
2. die Design-Studie "Fahrrad '86"

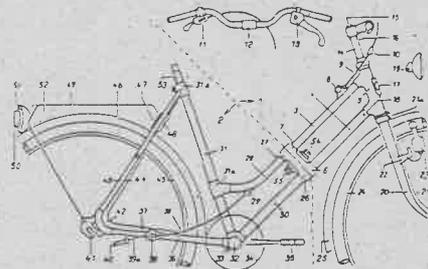
Wir haben diese Entwicklungen einmal etwas genauer unter die Lupe genommen.

Ist es vorstellbar, daß auch nur eine einzige andere Branche auf ihrer Fachmesse vergleichbar praxisferne Produktentwicklungen herausstellen würde?

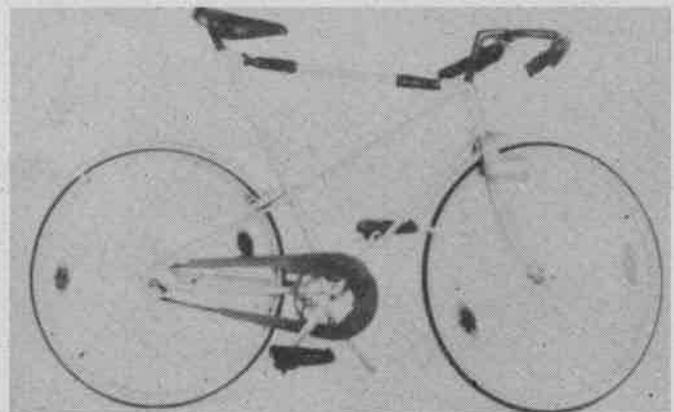
Ohne es zu wollen, zeigt diese Auswahl das Dilemma der Konstruktionstechnik im Fahrradbereich exemplarisch auf: Was sich beim Verkehrsmittel und Freizeitgerät Fahrrad von den alltäglichen Standardprodukten abhebt, ist meist Sache von Erfindern oder von Designern - jedenfalls nicht von Ingenieuren.

Die Fahrradindustrie hält Ingenieure in der Produktentwicklung offensichtlich so überflüssig wie einen Kropf und für die meisten Ingenieure scheint das Fahrrad als Ausdruck einer Trivial-Technologie aus dem letzten

Schnell-Information ZT-Fahrrad



- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1 Lenkungsteil bis zur Endmontage | 26 Flansch zur Brillenkupplung |
| 2 Antriebsteil " | 28 Elemente zur Gangschaltung |
| 3 Schaltstange im Oberrohr | 29 identisch mit Stromleitung |
| 3 identisch mit Stromleitung | 30 Batterie, Dynamoleitung |
| 4 Elektronik im Unterrohr | 31 8 Akkuzellen in 2 Batterien |
| 4 Funktionen unbegrenzt | 32 Mittelring, 2 Schaltkreise |
| 5 Stromdurchgang vom Oberrohr | 32 autom. Bremslichtschaltung |
| 5 zum Unterrohr | 33 Dynamosstrom, Klemmschraube |
| 6 Flansch zur Brillenkupplung | 36 Massepol-Schaltleitung |
| 7 Begrenzung des Schaltweges | 37 Batterie-Stromleitung |
| 8 Stellgetriebe / Handschalter | 38 Ringschelle, Stromabgriff |
| 9 Bowdenzug = Stromleitung | 39 Bowdenzug = Stromleitung |
| 10 Öl- und Steckbuchse | 40 Einstellnuse, endisoliert |
| 11 elektronische Ganganzeige | 43 Massepol-Schaltleitung |
| 11 und Bremslichtkontrolle | 44 Batterie-Stromleitung |
| 13 autom. Bremslichtschaltung | 46 Dynamosstrom im Schutzblech |
| 13 und Stromwächter-Diode | 48 Schaltkasten, Ladebuchse |
| 15 Tachometer-Impuls | 50 Rücklicht |
| 16 Lampenanschluß - Buchse | 51 Bremslicht |
| 17 2 schaltbare Stromkreise | 52 alternative Batteriebox |
| 18 Ladebuchse, Klinkenbuchse | 54 Kupplungsschraube, totale |
| 21 Abgriff am Stromverteiler | 55 Teilung in 15 Sekunden |



Der IFMA-Gag: Design-Studie "Fahrrad '86":
Fahren kann man nicht damit ...

Jahrhundert uninteressant zu sein. Die in den letzten Jahren stark veränderte gesellschaftliche Bedeutung des Fahrrads hat in der Produktion aus vielfältigen Gründen noch keinen Niederschlag gefunden.

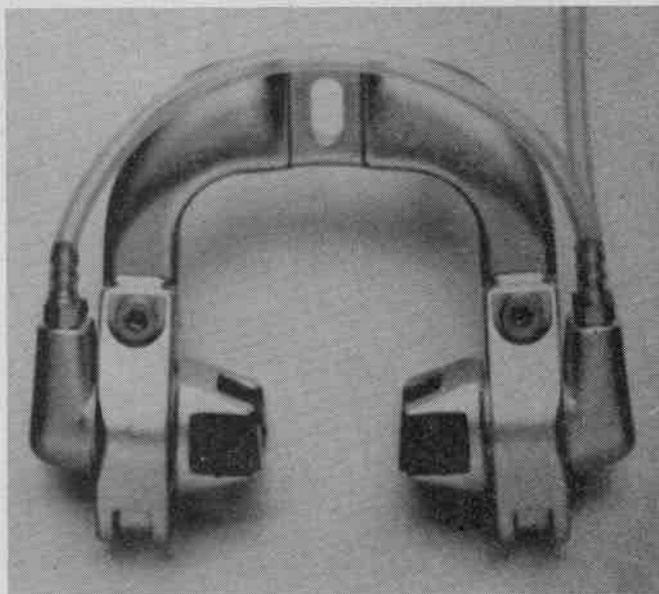
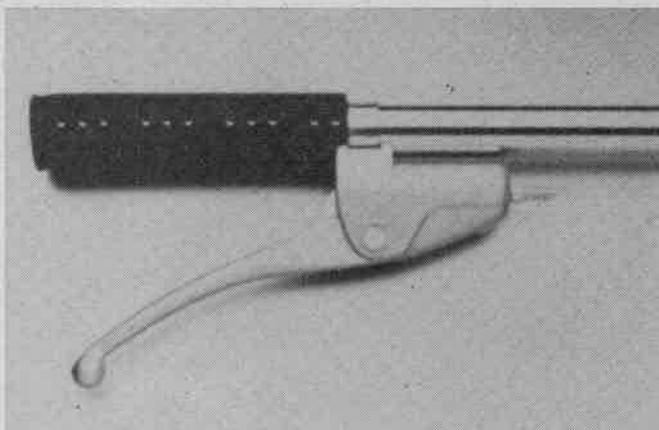
Die Beispiele, die so wohl niemals produziert werden dürften, demonstrieren zwei zentrale Defizite: Erstens werden die Probleme der alltäglichen Fahrradnutzer nicht gesehen (oder nicht adäquat umgesetzt), und zweitens fehlt die Beziehung zu dem in der industriellen Praxis Machbaren - konstruktiv und fertigungstechnisch.

Was fehlt, ist die in anderen Branchen selbstverständliche Kooperation von produkt-erfahrenen Konstrukteuren und Designern mit Fertigungstechnikern und Kaufleuten, die Neuerungen gegenüber nicht völlig verschlossen sind. Gemeinsam wären sie auch in der Lage, gute Ideen Einzelner produktiv in die Praxis umzusetzen. Möglicherweise ließen sich dann auch bei den oben aufgezeigten Beispielen Anregungen finden.

Angesichts eines halben Jahrhunderts technischer Stagnation ist zu erwarten, daß es beim "Normal-Rad" tatsächlich noch konstruktive Entwicklungsmöglichkeiten gibt. Dies wird durch die professionell arbeitende japanische Fahrradindustrie trotz ihrer bisherigen Zurückhaltung auf dem europäischen Markt bereits demonstriert.

Hydraulik-Fahrrad-Felgenbremse von MAGURA

"Endlich eine richtige Bremse am Fahrrad!" Wer träumt nicht davon? Auf dieses alte Bedürfnis der Radfahrer (-innen) reagierte der Branchenaußenseiter MAGURA mit der vielbeachteten Messen-Präsentation eines "wartungsfreien, geschlossenen und dichten" Hydraulik-Bremsystems. Der deutsche Hersteller, der sich ebenso wie Mathauser in den USA oder Süle in der Schweiz an dieser Lösung heranwagt, schreibt dazu:



"Herkömmliche mit Baudenzug betätigte Felgenbremsen weisen Mängel auf, von denen insbesondere der schlechte Wirkungsgrad der Kraftübertragung und die Nachgiebigkeit der Bremsbacken zu nennen sind. MAGURA, Europas führender Hersteller von Lenkern und Armaturen für motorisierte Zweiräder, hat mit seinem großen und langjährigen Entwicklungs- und Fertigungs-know-how aus dem Hydraulik-Bereich für motorisierte Zweiräder eine hydraulische Bremsanlage speziell für das Fahrrad entwickelt. Es handelt sich dabei um ein mit Bremsöl gefülltes System, das aus einem Geberzylinder, der eigentlichen Felgenbremse und den Flüssigkeitsleitungen besteht. Der Geberzylinder ist am Lenker befestigt, sein Kolben wird durch den Handhebel verschoben. Eine Stellschraube erlaubt die richtige Einstellung der Bremsbeläge zur Felge. Da auf einen Vorratsbehäl-

ter verzichtet wurde, arbeitet der Zylinder im Gegensatz zu den üblichen Hauptbremszylindern für Motorräder in jeder Lage, wodurch den besonderen Bedingungen am Fahrrad Rechnung getragen wird. Die Felgenbremse besteht aus je einem links und rechts von der Felge in einem Halter drehbar befestigten Bremszylinder, dessen Kolben unmittelbar den Belag trägt und gegen die Felge drückt. Dadurch wird jegliches Spiel, das sonst in Gelenken auftritt ausgeschaltet. Der Halter ist am Rahmen des Fahrrads befestigt.

Die Flüssigkeitsleitungen bestehen aus Polyamidrohren. Diese sind in unterschiedlichen Radien leicht am Fahrradrahmen zu verlegen.

Die gesamte Anlage ist gegen Eindringen von Schmutz abgedichtet. Materialauswahl und eine aufwendige Oberflächenbehandlung gewährleisten ein hohes Maß an Korrosionsschutz.

Die Hydraulik-Fahrrad-Felgenbremse weist folgende Vorteile auf:

- Der Wirkungsgrad ist höher als bei einer mechanischen Kraftübertragung. Mit anderen Worten: Bei gleicher Handkraft ist die Bremswirkung größer.
- Der Wirkungsgrad bleibt auch nach längerer Betriebszeit gleich. Außeneinflüsse können keine Verschlechterungen herbeiführen, wie dies bei konventionellen Übertragungsmitteln "Seilzug" üblich ist.
- Das Verhältnis Handkraft zu Bremskraft ist nahezu unabhängig von der Verlegung der Leitung.
- Der gradlinige Kraftfluß Kolben - Bremsbelag - Felge ohne Hebel und Gelenke bringt ein einwandfreies Ansprechen der Bremse und einen linearen Zusammenhang zwischen Handkraft und Bremskraft. Rattergeräusche treten keine auf.

Leider wird nicht deutlich, wie MAGURA das zentrale Problem der Hydraulik am Fahrrad löst: Ein offenes System mit Vorratsbehälter

ist hier nicht sinnvoll, da ein Umkippen des Rades jedesmal ein Entlüften erforderlich machen würde. Bisherige US-Patente, die als geschlossene Systeme mit Bremsbalgen (bzw. -membranen) statt mit Bremszylindern (und deren systembedingten Undichtigkeiten) arbeiteten, zeigten noch keine befriedigenden Ergebnisse. Bei metallischen Membran-Werkstoffen ist es schwierig, die relativ großen Arbeitswege ohne Materialermüdung zu realisieren, bei verschiedenen Kunststoffen traten unter den hohen Arbeitsdrücken Leckagen auf. Ob die neuen Entwicklungen von Mathauser und Süle dieses Problem gelöst haben, muß sich noch zeigen. Der Prototyp von MAGURA zeigte jedenfalls nach wenigen Messe-Tagen deutliche Spuren von Bremsflüssigkeit. Der Hersteller weist darauf hin, daß die abgebildete Version noch nicht dem Serienstand entspricht. Eine Markteinführung soll im September 1987 insbesondere durch Ersteinbau erfolgen.

Neue Felgenbremse von ALTENBURGER:

Monolever

Weit weniger auffällig als das Hydraulik-Bremssystem präsentierte sich eine mechanische Bremszange von ALTENBURGER, der eine wirklich neue Idee zugrunde zu liegen scheint. Hier wurde offensichtlich einmal konsequent darüber nachgedacht, wie man auch den preiswerteren Massenfahrrädern zu einer möglichst einfachen und wirkungsvollen Hebelmechanik bei niedrigen Kosten verhelfen kann.

Durch ihre eigenwillige Konstruktion ist diese Bremszange in der Lage, Anpreßkräfte in der gleichen Größenordnung auf die Felge zu bringen, wie man es von guten (und teuren) Rennbremsen gewohnt ist. Daß es auch bei Nässe mit Felgenbremsen grundsätzlich möglich ist, die theoretischen Maximalver-

zögerungen zu erreichen (Vorderrad: kippen; Hinterrad: gleiten), gilt im Rennsportbereich als Binsenwahrheit. Dazu muß allerdings das gesamte Bremssystem richtig konstruiert sein.

Wichtigster Vorzug der neuen Bremsmechanik: Auch bei großen Schenkellängen für größere Bereifung sind extrem günstige Hebelverhältnisse an der Bremszange bei gleichzeitig geringer Baubreite gegeben.

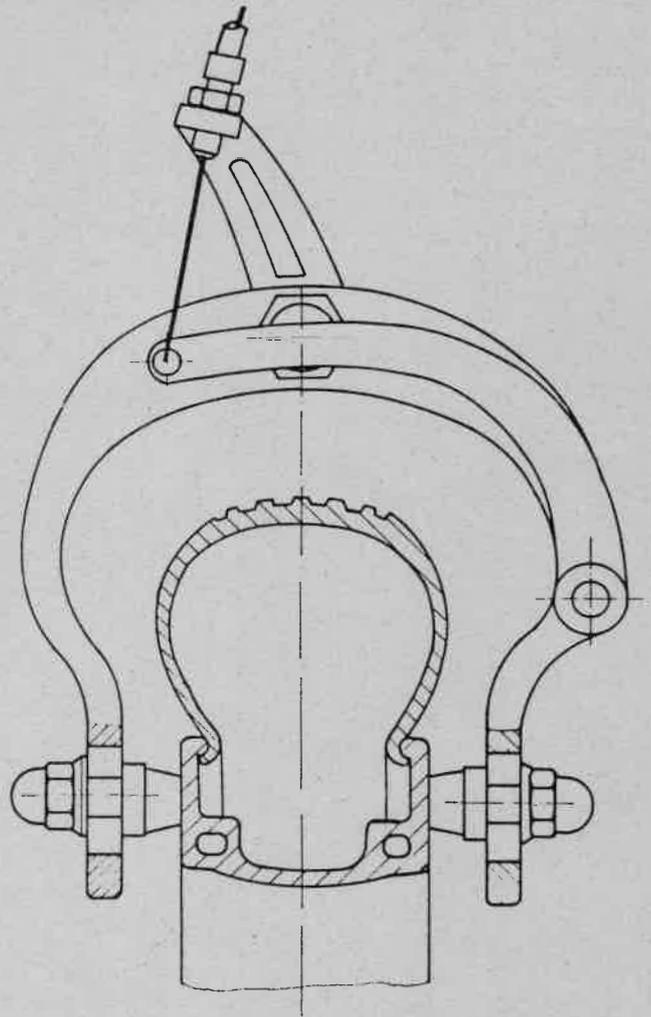
Dies gelingt unter konsequenter Abkehr von der Gewohnheit gemeinsamer (Seitenzugbremse) oder symmetrischer (Mittelzugbremse) Drehpunkte durch eine getrennte, asymmetrische Anordnung der Hebel-Lager. Wegen der freien ("schwimmenden") Lagerung am Rahmen ist eine ungleichmäßige Verteilung der Bremskräfte, wie sie bei oberflächlicher Betrachtung möglich erscheint, nach den Grundregeln der Mechanik ausgeschlossen.

Weitere wichtige Merkmale dieser Konstruktion zeigt die Zusammenfassung eines Gutachtens von Prof. v.d. Osten-Sacken, TH Aachen auf.

"(...)Das Prinzip dieser Bremse ermöglicht für alle Reifengrößen bzw. Schenkellängen der Bremszange das gleiche Hebelverhältnis, d.h. für alle Fahrradbauformen kann die gleiche Bremswirkung erreicht werden. Bei der Fahrradherstellung sind dadurch Rationalisierungsmöglichkeiten bei den Gabeln gegeben.

Da das günstige Hebelverhältnis in der Bremszange konstruktiv vorgegeben ist und nicht im Bremshebel, bleiben die Kräfte und Verformungen im Bowdenzug klein, was im Interesse der Sicherheit wünschenswert ist."

Bei der auf der IFMA vorgestellten Version dieser Bremszange wurde auf einen Rückstellmechanismus verzichtet. Daß auch diese Vereinfachung beim Fahrrad durchsetzbar ist, muß jedoch bezweifelt werden: Allein durch die Steifigkeit des Bowdenzuges können ge-



ringe Momente unkontrolliert in die Bremszange eingeleitet werden, die zwar praktisch kaum Bremskräfte erzeugen, aber leider genau jenes schleifende Geräusch, das Radfahrer(-innen) an ihren Bremsen stört.

Bleibt zu hoffen, daß ALTENBURGER diese Bremse in einer ausreichend steifen und gut gelagerten Serienausführung mit abgestimmten Komponenten auf den Markt bringen kann. In Verbindung mit dem gewachsenen Problembewußtsein bei einigen Fahrradherstellern könnte so ein wichtiger Sicherheitsmangel bei den "normalen" Fahrrädern angegangen werden.

Die voraussichtliche Markteinführung ist nach Angaben des Herstellers für Anfang 1988 geplant.

Ein Super-Reise-Rad

Muß ein Reiserad eine so schmale Hochdruck-Bereifung haben, daß das Reisen abseits der perfekten Teerdecken (und damit abseits des Autoverkehrs) ungemütlich wird? Warum soll ein Mountain-Bike nur außerhalb des Straßenverkehrs und - sofern man keine Spritzer im Gesicht mag - nur auf trockenem Boden verwendbar sein?

Auf Antwort auf solche Fragen haben einige Hersteller unabhängig voneinander einen neuen Rad-Typus entwickelt, in dem wichtige Merkmale sowohl des Mountain-Bikes als auch des Reiserades eingegangen sind. Betrachtet man z.B. die Edel-Ausführung "Adventure" von KOGA-MYATA, so lassen sich viele Merkmale eines hochwertigen Mountain-Bikes ausmachen: Rahmen mit Hauptrohren Chromo-Triple-Butted sowie mit speziellen Anlötsockeln für G-Träger und Low-Rider-Montage und Sitzmuffe für Schnellspanner, breite 650 x 35 B Bereifung, gedichtete Lager, Centilever-Bremsen, Lenkerschaltgriffe und vieles mehr. Das Reise-Rad stand hier bei der soliden Beleuchtungsanlage, den leichten Schutzblechen und vor allem bei den typischen Gepäckträgern Pate. Während die aufwendige 18-Gang-Schaltung von beiden Rad-Typen gleichermaßen stammt, erinnert die sportliche Lenkung vor allem durch den verwendeten Vorbau mehr an ein BMX-Rad.

Was ist nun der typische Einsatzzweck für ein solches Rad? Der Hersteller legt sich nicht fest: "Als Beschreibung des Einsatzzweckes ist der Begriff Allround-Fahrrad zutreffend."

Dabei ist deutlich zu erkennen, daß der Vorzug dieses Rades nicht gerade unter sportlichen Gesichtspunkten zu finden sein dürfte: Höhere Geschwindigkeiten beziehungsweise größere Tagesetappen lassen sich sicher mit der gebückten Sitzhaltung und der Hochdruckbereifung eines Reise-Renners erzielen, und für Geschicklichkeitstraining auf Querfeldeinstrecken ist das Mountain-Bike wohl doch geeigneter. Das "Adventure" entspricht eher einer beschaulichen,



natur-nahen Art des Reises: Z.B. über Forst- und Feldwege, an alten Kanälen entlang und auf buckligen Ufer-Wegen. Der erhöhte Fahrkomfort der breiteren Bereifung und die gemäßigte Sitzhaltung erleichtern in Verbindung mit den kleinen Entfaltungen der 18-Gang-Schaltung das Fahren auf dem Kopfstein-Pflaster alter Städte ebenso wie das Bewältigen von Steigungen.

Wem der Preis des KOGA-MYATA-Rades für diesen vergleichsweise anspruchslosen Verwendungszweck zu hoch erschien, der hatte auf der Messe Gelegenheit, bei Herstellern wie beispielsweise Kettler und Villinger ähnliche Produkte unter die Lupe zu nehmen.

Hier noch einige technische Angaben zum "Adventure" von KOGA-MYATA:

Rahmenhöhe: Herrenversion 50, 54, 57 cm.

Damenversion 45, 50 cm.

Farbe: Blaumetallic.

Bremsen und Griffe: Shimano Deore XT.

Tretlager: Shimano Deore XT-New-Biopace 28 x 38 x 48.

Freilauf/Kassette: Shimano 600 EX New, 13 - 15 - 18 - 21 - 24 - 28.

Schaltung: Shimano Deore XT New.

Schalthebel: Shimano Deore XT New am Lenker.

Inklusiv: Werkzeugsatz, Instruktionbuch, Glocke, IKU Halogen-Scheinwerfer, Seitenständer, Träger vorne und hinten, Low-Rider, Satteltasche, Reflektoren, Lackstift.

EIN FAHRRAD MIT LANGER LEBENSDAUER ZU EINEM VERNÜNFTIGEN PREIS



Die Fahrrad-Technik hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Dies gilt für konstruktive Neuerungen ebenso wie für die Verwendung moderner Werkstoffe. Verbesserungen in konstruktiver Hinsicht sind beispielsweise: der Dynamo wird aus Sicherheitsgründen am Hinterrad betrieben, die Bremszüge werden möglichst gradlinig verlegt, und die - jetzt einrastende - Gangschaltung läßt sich mit Daumendruck vom Lenker aus bedienen. Der Einsatz moderner Werkstoffe ermöglicht das Halogenlicht, die staubdichte Vierkant-Tretlagerachse sowie leichtgängige, teflonbeschichtete Bremszüge. All dies gehört heute zum "Stand der Technik".

Im Grunde stellen diese und weitere Verbesserungen wahrlich keine "Revolution" im Fahrradbau dar. Und dennoch setzen sie sich nur langsam durch, obwohl sich alle diese Neuerungen ohne zusätzliche Kosten oder doch kostengünstig realisieren ließen. Eine Liste mit entsprechenden Vorschlägen wird schon seit Jahren von der TH Aachen propagiert, und einige Firmen haben bereits Teillösungen übernommen.

Für die interessante Idee, das gesamte Aachener Vorschlagspaket an einem Fahrradmodell zu realisieren, fand sich bisher kein deutscher Hersteller bereit. Erst als mit Karstadt ein großer Kaufhaus-Konzern einen entsprechenden Auftrag vergab, konnte das Aachener Konzept komplett umgesetzt werden: "Ein Fahrrad mit langer Lebensdauer zu einem vernünftigen Preis zu entwickeln, das allen Anforderungen an die Sicherheit gerecht wird und die Forderungen nach DIN weit übertrifft".

Dieses Fahrrad wird nun im Auftrag des Kaufhaus-Konzerns in der Bundesrepublik gebaut. Es ist kein einzelnes Modell, sondern eine Modellreihe, die unterschiedliche Gebrauchseigenschaften abdeckt.

Unter dem unglücklichen Namen "Torpedo" werden folgende Versionen angeboten:

- das Stadtrad "City" mit 3-Gang-Nabenschaltung und Rücktritt
- das Touren- und Wanderrad "Touring" mit einer 6-Gang-Schaltung
- das "Supertourer" für längere Überlandfahrten mit 6- oder 12-Gang-Schaltung
- das Straßensportrad "Sporting" mit einer 12-Gang-Schaltung
- und schließlich die reinrassigen Rennräder "Racing I" bis "Racing III".

Was bieten die "Torpedos"? Die Stadtversion "City" hat einen tiefen Einstieg, bedingt eine aufrechte, bequeme Sitzposition, verfügt über breite Reifen und einen hohen Lenker, hat zwei Gepäckträger, einen Mittelkippständer und ist mit einer 3-Gang-Nabenschaltung ausgestattet. All das ist bringt Sicherheit, Bequemlichkeit und Übersicht im Stadtverkehr.

Das "Touring-6-Gang" für Ausflüge und Wanderfahrten wird mit einem Herren- und einem Damenrahmen

angeboten. Eine 6-Gang-Kettenschaltung mit Daumenschalter, zwei Felgenbremsen, Kettenschutz, ein bequemer Lenker und ein stabiler Gepäckträger gehören zur Normalausstattung. Damit unterscheidet sich dieses Modell nur in wichtigen Details vom Angebot anderer Anbieter: gradlinige Verlegung der Bremszüge, Felgenbremsen mit kurzen Schenkeln, Position des Dynamos am Hinterrad, geschraubte Kurbelbefestigung. Das von uns gefahrene Damenmodell hat einen niedrigen Rahmen (52 cm) und eine Übersetzung von 200 Prozent (bei einer Schaltungsauslegung mit 14-28 Zähnen im Zahnkranz).

Der nächste Modellschritt fächert unter der Bezeichnung "Supertourer" die Modellpalette auf einer höheren Stufe auf. Gemeinsam ist diesen Versionen die Alu-Ausstattung (Lenker, Vorbau, Gelgen, Nabe, Sattelstütze, Kurbel, Felgenbremse, Gepäckträger und Parkstütze), die die Preise - je nach Gangschaltungs-Typ - um 60 bis 120 DM gegenüber den Basismodellen erhöht. Hier kann unter einem 3-Gang-Rücktritt, einer 6-Gang- oder 12-Gang-Ketten-/Naben-Schaltung gewählt werden.

Der nächste Modellschritt führt zu den Sporträdern mit flachem oder Rennlenker und Schutzblechen, schmalen Hochdruckreifen, Beleuchtung, aber ohne Gepäckträger. Eine zutreffende Bezeichnung für dieses "Sporting-12-Gang" ist "Trimmrad". Zum Straßenverkehr nicht zugelassen ist die Rennrad-Reihe "Racing I" bis "Racing III", von der hier nur zu sagen ist, daß sie in jeder Hinsicht außerordentlich vernünftig und preisgünstig erscheint. Die gesamte Produktpalette suggeriert ohnehin die Frage, warum man denn für ein in normaler Nutzung eingesetztes Fahrrad mehr Geld als hier verlangt ausgeben sollte.

Denn für alle Modelle gilt, daß auch die Ausführung im Detail lobenswert ist. Die Seilzüge sind optimal gradlinig verlegt, das Tretlager hat eine Vierkantachse mit geschraubten Kurbeln, die Rasterschaltung wird vom Lenker aus bedient. Schließlich unterstreicht auch die Ausstattung den positiven Gesamteindruck: Nirostspeichen, selbstsichernde Schrau-

ben, Halogenscheinwerfer, verspiegeltetes Rücklicht, optimal kurze Bremszangen, - und ein ansprechendes äußeres Erscheinungsbild kommt noch hinzu.

Wer beabsichtigt, ein neues Fahrrad zu kaufen, sollte unbedingt dieses Angebot prüfen. Für den normalen Einsatz ist die vorgestellte Modellreihe praktisch konkurrenzlos; das gilt für Verarbeitung, Konstruktion und Preise gleichermaßen. Eine Einschränkung für den Benutzerkreis geht allenfalls von der einheitlichen Rahmenhöhe aus, die diese Modellreihe vorsieht.

Die "Torpedo"-Typen beweisen, daß ein solides, intelligent kopiertes und dem Stand der Technik entsprechendes Fahrrad nicht teuer sein muß. Auf der weltgrößten Fahrradmesse IFMA im September in Köln waren diese Modelle nicht zu sehen - ein Zeichen dafür, daß fortschrittliche Fahrradtechnik in Deutschland zwar gebaut wird, aber nicht immer den Vertriebsweg über den Fachhandel findet.

Der ADFC, die Interessenvertretung der Radfahrer, hat vergeblich ein "Fahrrad des Jahres 1986" zu küren versucht. Bei diesem Angebot von Karstadt wäre er auf eine Modellreihe gestoßen, die das Prädikat "Fahrrad des Jahres" uneingeschränkt verdient hätte.



Auf dem Weg zur Internationalen Fahrrad- und Motorrad-Ausstellung (Ifma) am vergangenen Wochenende in Köln sah man dieses auffällige Gefährt in Jüchen. Pilot des verkleideten Fahrrades vom englischen Typ „Wind Cheetah“ ist der aus dem niederländischen Tilburg stammende Europameister auf der 200 Meter Sprintstrecke im Wettbewerb dieser Spezialräder. Der sympathische Wim hält dabei gleichzeitig auch den Langstreckenrekord.

Der Aufmerksamkeit der Jüchener Lokalpresse (top-Kurier) verdanken wir dieses Dokument. Wenn der sympathische Wim gewußt hätte, daß in Jüchen PRO VELO gemacht wird, wäre er sicher bei uns vorbeiradelt. (top-Kurier, 25.9.1986)

Gleichgewicht beim Radfahren

Physikalische Parameter zur Eigenstabilität des Einspurfahrzeuges

von E. von der Osten-Sacken

Erst 1816 wurde von Freiherr von Drais das lenkbare einspurige Zweirad erfunden, obwohl das rollende Rad selbst fast so alt wie die Menschheit ist, und auch das zweisepurige Fahrzeug mit 2 bis 4 Rädern dem Menschen immer zum Transport gedient hat. Die Frage drängt sich auf, wieso sozusagen erst in allerletzter Minute der Menschheitsgeschichte das einspurige Zweirad auftaucht. Man kann nur vermuten, daß jeder, dem vorher schon diese Idee gekommen ist, sie auch sofort wieder verworfen hat, weil das Gefährt in seiner Vorstellung ja hätte umfallen müssen. Auch Drais glaubte wohl nicht an die Eigenstabilität, denn seine Erfindung des Laufrades (Bild 1) hatte durch die Füße zwei zusätzliche Stützen.



Bild 1: Aus der Patentschrift des Freiherrn von Drais aus dem Jahre 1818

Bei der Benutzung des Laufrades haben dann vermutlich viele Fahrer verblüfft festgestellt, daß man auch ohne die Stütze der Füße stabil rollen kann, womit der weitere Entwicklungsweg vorgezeichnet war.

I Stabilität des rollenden Ein-Rades

Jeder hat als Kind schon die Erfahrung gemacht, daß man eine Fahrradfelge über längere Strecken stabil frei rollen lassen kann, wobei offensichtlich stabilisierende

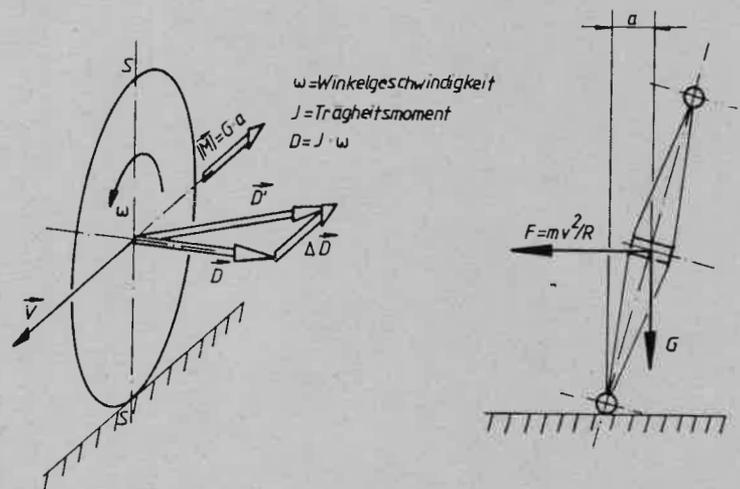


Bild 2: Dralländerung $\dot{\vec{D}}$, bzw. Ausweichen der Radebene um die senkrechte Achse beim Kippen um eine waagerechte Achse. $\Delta \vec{D}$ hat immer die Richtung des angreifenden Momentes \vec{M} .

R: Kurvenradius

Ansicht von vorn

physikalische Vorgänge ablaufen. Diese Selbststabilisierung hat für das Zweirad die gleiche Bedeutung, wenn nur der Einfluß des durch die Lenkung beweglichen Vorderrades gegenüber dem zwangsläufig hinterherlaufenden Hinterrad groß genug bleibt.

In Bild 2 ist ein rollender Reifen dargestellt, dessen Drallvektor \vec{D} senkrecht auf der Radebene steht. Kippt das Rad zufällig,

wie in Bild 2 rechts dargestellt, so entsteht ein Kippmoment

$$M = G \cdot a$$

Nach den Kreiselgesetzen weicht der Drallvektor in Richtung eines angreifenden Momentes aus, d.h. der Vektor $\Delta \vec{D}$ hat die gleiche Richtung wie der Momentenvektor \vec{M} in Bild 2, womit sich ein neuer Vektor \vec{D}' ergibt, der wieder senkrecht auf der neuen Radebene stehen muß. Dies ist nur möglich, wenn die Radebene sich um die senkrechte Achse $s-s$ gedreht hat. (Diesen Effekt kann man gut beobachten, wenn man ein ausgebautes Rad in Drehung versetzt und mit nur einem Achsende auf der Hand abstützt.)

Auf ein Kippen der Radebene nach links (in Fahrtrichtung gesehen) reagiert das Rad also automatisch durch Ändern seiner Rollrichtung nach links, so daß eine Kurve gefahren wird und die dabei auftretende Fliehkraft F (Bild 2) das Rad wieder aufrichtet. Dieser Vorgang wiederholt sich beim freien Rollen ununterbrochen, so daß eine Pendelbewegung beobachtet werden kann, die um so größer ist, je langsamer das Rad rollt. Es gibt demnach eine Mindestgeschwindigkeit, die für die Selbststabilisierung notwendig ist, und die auch mehrfach mathematisch beschrieben worden ist.

Bild 3 wird jedem Betrachter deutlich machen, daß diese oben beschriebene Selbststabilisierung auch ablaufen kann, wenn ein geschlepptes zweites Rad mitläuft, das die Vorgänge nicht wesentlich stören kann.

Schiebt man ein solches Rad an und läßt es frei rollen, so zeigt sich, daß auch nicht rotierende Zusatzmassen eine Eigenstabilisierung grundsätzlich noch zulassen - sie erhöhen allerdings die erforderliche Mindestgeschwindigkeit. Mit der Zusatzmasse eines Menschen wird das Gleichgewicht jedoch überwiegend dadurch erhalten, daß der Mensch, wie noch gezeigt wird, Eingriffsmöglichkeiten nutzt.

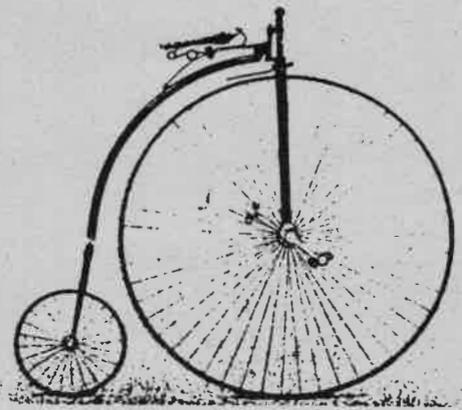


Bild 3: Hochrad 1889

II Stabilität ohne Drallwirkung beim Zweirad

Kippt der Radfahrer eines Ein- oder Zweirades bei langsamer Geschwindigkeit nach einer Seite, so kann er entgegen einem weit verbreiteten Irrtum, der auch in der Fachliteratur immer wieder auftaucht, durch eine Gewichtsverlagerung das Umfallen nicht verhindern.

Bild 4 zeigt die äußeren Kräfte auf das System Fahrrad plus Fahrer. Das Kippmoment $G \cdot a$ könnte nur durch eine äußere Kraft aufgehoben

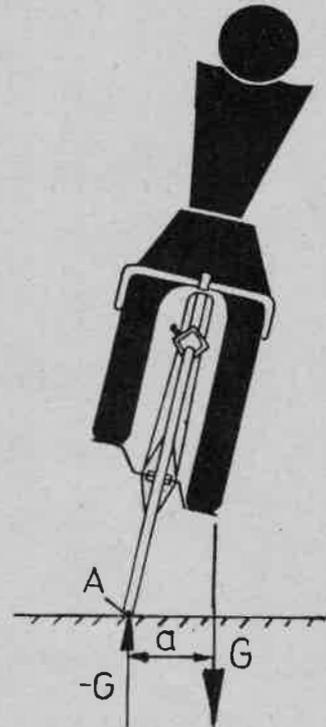


Bild 4: Äußere Kräfte: Gewichtskraft und Auflagekraft. Das Kippmoment $G \cdot a$ kann durch Körperneigung nicht aufgehoben werden.

ben werden, die nicht durch den Aufstandspunkt A verläuft. (Auf die theoretische Möglichkeit, durch eine Dralländerung ein Gegenmoment zu erzeugen, wie es durch einen rotierenden Arm z.B. möglich wäre, sei hier nicht weiter eingegangen.) Ein Neigen des Oberkörpers bzw. ein Verschieben eines Teilschwerpunktes hätte nur zur Folge, daß sich andere Teilmassen entgegengesetzt bewegen, wobei der Gesamtschwerpunkt seine Lage nicht verändert. Zur Bestätigung dieser Aussage sei jedem der Versuch empfohlen, mit dem Fahrrad im Stand (bei feststehender Lenkung) Gleichgewicht halten zu wollen. Es geht nicht. (Kunstradfahrer nutzen im Stand die Verlagerung des Aufstandspunktes beim Einschlagen der Lenkung aus und führen kleine vorwärts-rückwärts-Bewegungen aus.)

Möglich wird das langsame Radfahren erst dadurch, daß beim zufälligen, ungewollten Kippen nach links durch Einschlagen des Lenkers ebenfalls nach links der Aufstandspunkt wieder unter den Schwerpunkt wandert, bis die Wirkungslinie der Gewichtskraft wieder durch A verläuft (Bild 4). Ein Regelvorgang, der vom Fahrer unbewußt dauernd überwacht wird, der aber den wichtigen Lernprozeß zum Beherrschen des Gleichgewichts auf dem Fahrrad ausmacht. Diese Methode ist beim Einrad wie auch beim Zweirad oder auch auf einem Schlittschuh erfolgreich.

Folgerungen:

- a) Einleiten einer Kurve bei langsamer Fahrt
Um z.B. eine Linkskurve zu fahren, muß zuerst eine Schräglage nach links erzeugt werden. Dies erreicht man dadurch, daß der Lenker nach rechts eingeschlagen wird. Dadurch wandert der Reifen-

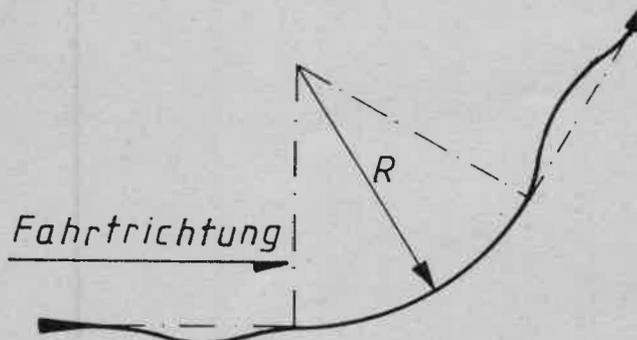


Bild 5: Einleiten einer Linkskurve durch Einschlagen der Lenkung nach rechts.

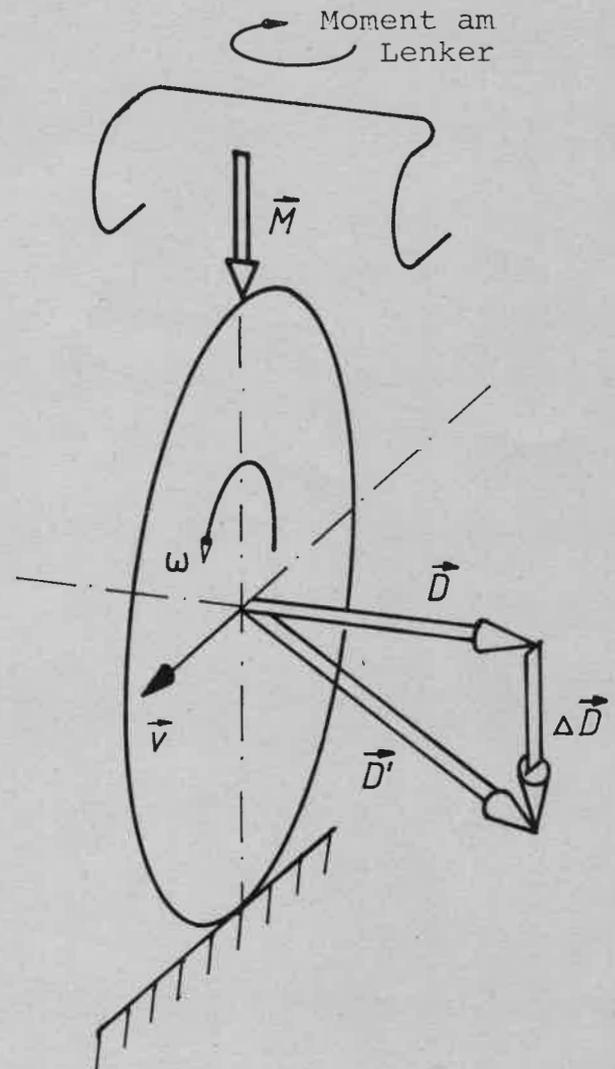


Bild 6: Kippen nach links durch rechtsdrehendes Moment am Lenker

standspunkt unter dem Schwerpunkt nach rechts, das Gewicht übt ein Kippmoment $G \cdot a$ (s.a. Bild 5) nach links aus und das Rad beginnt sich nach links zu neigen. Jetzt muß die Lenkung schnell wieder nach links eingeschlagen werden, so daß die eigentliche Links-Kurvenfahrt erfolgen kann. Das Vorderrad hinterläßt eine Spur nach Bild 5.

- b) Einleiten einer Kurve bei hoher Geschwindigkeit (z.B. $v = 50 \text{ km/h}$)
Hierbei kann das Erzeugen einer Schräglage nach links durch ein Drehmoment am Lenker nach rechts erreicht werden, da der Drallvektor \vec{D} dann wieder in Richtung des Momentvektors nach \vec{D}' ausweicht (Bild 6). Am Kurvenausgang erfolgt das Aufrich-

ten dann durch ein linksdrehendes Moment am Lenker. Auf diese Weise erreichen Motorradrennfahrer in schnellen Wechselkurven ein verblüffend plötzliches Abwinkeln und Wiederaufrichten. Selbstverständlich führt das Lenkmoment auch zu einem geringen Ausweichen der Radspur entsprechend Bild 5.

III Der Nachlauf als stabilisierender Parameter

Betrachtet man historische Fahrräder, so zeigt sich, daß in der Frühphase der Entwicklung die senkrechte Lenkachse sehr bald aufgegeben wurde und ein Nachlauf konstruiert wurde.

Bild 7 zeigt die geometrischen Zusammenhänge

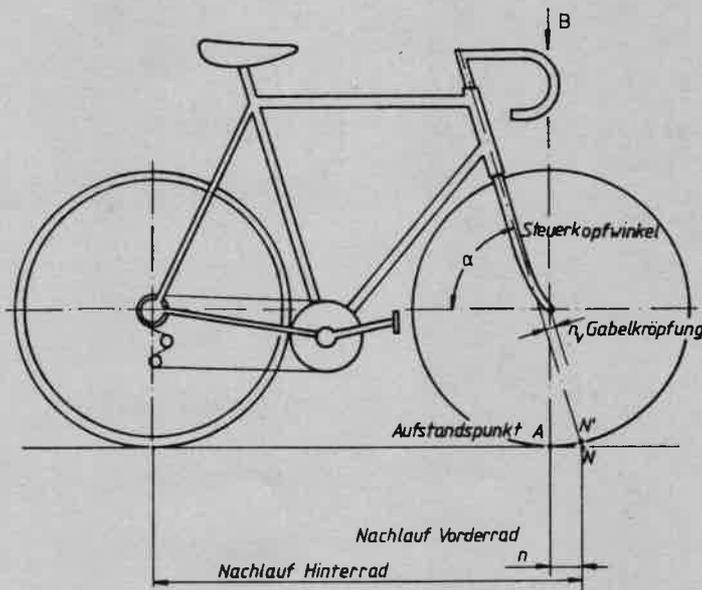


Bild 7 : Lenkungsparameter

beim Vorderrad eines heutigen Zweirades. Bei eingeschlagener Lenkung (Bild 8) wirkt durch den Rollwiderstand eine Rückstellkraft R , die u.a. auch vom Nachlauf n abhängig ist. Der Nachlauf wiederum ist bei jedem Rad-durchmesser durch die Gabelkröpfung ν und den Steuerkopfwinkel vorgegeben. Die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Parametern der Lenkgeometrie sind ausführlicher in (1) dargestellt.

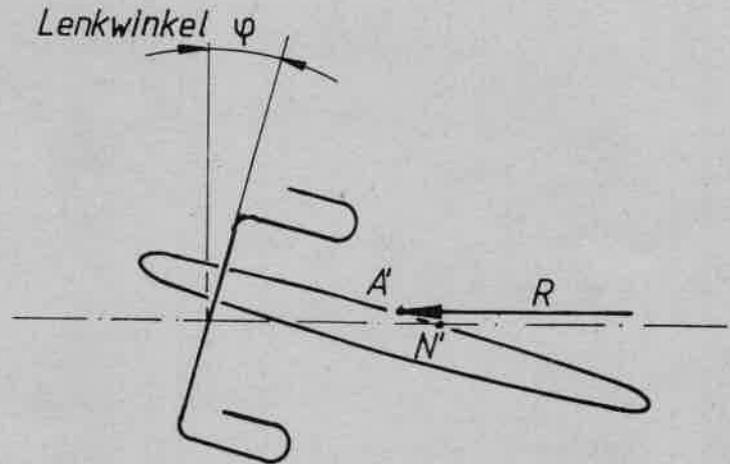


Bild 8: Rückstellkraft R bei eingeschlagener Lenkung. (Draufsicht in Richtung B von Bild 7)

Der Einfluß des Nachlaufs auf die Eigenstabilität des Fahrrads ist bei einem angeschobenen, frei rollenden Fahrrad leicht festzustellen: Neben der Kreiselbewegung bewirkt auch die Schwerpunktabenkung, die sich aufgrund der Lenkgeometrie ergibt, ein Lenkmoment zur Neigungsseite hin. Diese beiden Momente bilden mit dem rückstellenden Moment durch den Nachlauf ein Gleichgewicht.

Folgerung:

Einleiten der Kurve beim Freihändigfahren
Ohne den Lenker zu berühren kann der Fahrer sein Rad auf diesem Wege "indirekt" lenken: Er neigt es durch Körperbewegungen (bei unveränderter Lage des Gesamtschwerpunktes) aus der Vertikalen und löst über die beiden genannten Effekte Lenkbewegungen des Vorderrades aus.

Damit wird erklärbar, warum die Lenkung bei extrem geringem Nachlauf "nervös" empfunden wird, wodurch das Freihändigfahren ebenso erschwert wird, wie durch das "träge" Reagieren bei übermäßig großem Nachlauf. (Ein Verkleinern des Steuerkopfwinkels wird unruhige Tendenzen noch verstärken.)

Günstige Bereiche für den Nachlauf haben sich im Laufe der Fahrradentwicklung empirisch herausgestellt. Aus Tablelle 1 ist ersichtlich, daß der Nachlauf sogar bei ausgesprochen unterschiedlichen Fahrrädern wie z.B. bei einem Holland- und einem Renn-

	Steuerkopf- winkel α (°)	Gabelkröpfung v (mm)	Nachlauf n (mm)
Rennrad	73	40	~60
Sportrad	72	65	~45
Hollandrad	67	80	~65

Tabelle 1: Beispiele üblicher Lenkungsparameter bei traditionellen Fahrrädern.

rad durchaus ähnlich ist (vgl. auch (2), Kap.9). Bei sehr niedrigen Fahrgeschwindigkeiten (etwa beim Anfahren) kann ein etwas größerer Nachlauf für die Änderung des Aufstandspunktes nach Abschnitt II hilfreich sein.

Zusammenfassung

Die Diskussion der Stabilität des Gleichgewichts beim Zweirad zeigt drei Einflußfaktoren auf: Der entscheidende Wirkmechanismus durch die Lenkerbewegungen des Fahrers wird durch die selbststabilisierenden Einflüsse der Kreiselkräfte und eine gut konstruierte Lenkungsgeometrie unterstützt. Obwohl der Nachlauf des Fahrrads - von extremen Ausnahmen abgesehen - ebenso wie die anderen Lenkungsparameter für das reine Gleichge-

wichthalten von untergeordneter Bedeutung ist, können Änderungen der Lenkungsgeometrie das Lenkverhalten auch beim Velo spürbar beeinflussen. Darüberhinaus wirken sie sich auf die dynamischen Belastungen und die Federungscharakteristik der Gabel aus.

Anmerkungen

- 1 Bettermann, U.; v.d.Osten-Sacken, E.; Nachlauf - Steuerkopfwinkel - Gabelkröpfung als Stabilitätsparameter, Radmarkt 2/1981
- 2 Whitt, F.R.; Wilson, D.G.; Bicycle Science; Cambridge, London 1983;

Zum Autor: Dr.-Ing. Ernst von der Osten-Sacken ist Professor für das Lehr- und Forschungsgebiet Maschinenelemente an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

Hybrid-Laufräder

Beim Messerungang machte uns Dipl.-Ing. H. Zoppke von der TH Aachen auf ein interessantes Detail bei den Laufrädern aufmerksam: Das Hinterrad bei den KILDEMOES-RADERN war rechts radial und links 4-fach gekreuzt eingespeicht. Dies erschien uns gut durchdacht, und es kam die Frage auf, ob diese Form zufällig oder absichtlich gewählt war.

Wie der Konstrukteur dieses Rades, Herr Federrau, in den folgenden Erläuterungen aufzeigt, stecken einige richtige Überlegungen dahinter. Wir haben sie für unsere Leser übersetzt - weitere Informationen zum Thema Laufrad findet man von der TH Aachen in Tour 10/86.

"Auf der letzten IFMA im September in Köln richteten einige fachkundige deutsche Tourenfahrer und Fachhändler ihr Augenmerk auf das neue Touren-Konzept "TREND", entwickelt und gefertigt von KILDEMOES CYKELFABRIK, Dänemark.

Neben anderen Details löste die etwas ungewöhnliche Einspeichung viele interessante Diskussionen auf dem Stand aus. Das Vorderrad (s. Bild 1) ist radial gespeicht (OX), während das Hinterrad eine "Hybrid"-Einspeichung aufweist: OX rechts und 4X links (s. Bild 2). Da ich für die Konstruktion verantwortlich bin, möchte ich - auf die Anfrage von Herrn Manfred Otto von PRO VELO hin - gern einige weitere Erläuterungen zu diesem besonderen Thema geben.

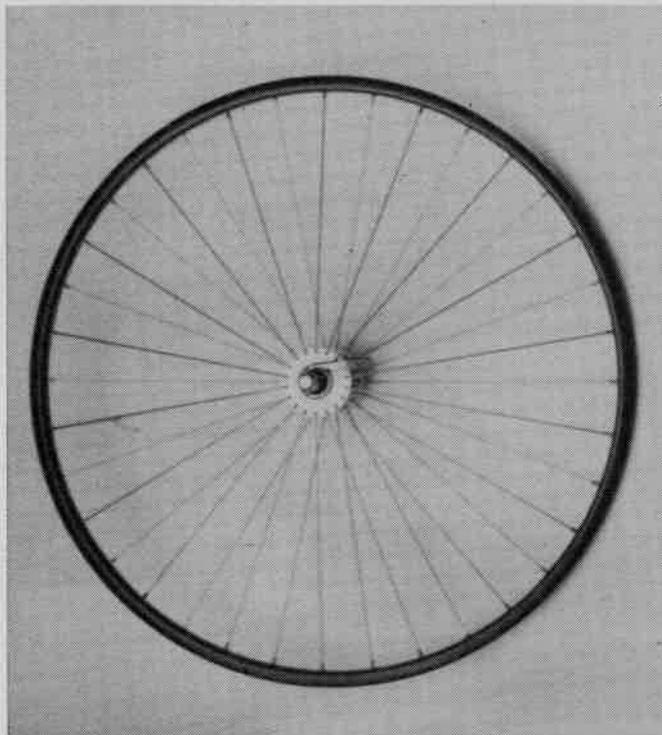


Bild 1: Radial eingespeichtes Vorderrad

Das Vorderrad ist radial eingespeicht und zwar nicht nur, weil dies das Rad stabiler macht. Wir haben die Erfahrung gemacht, daß Radial-Räder länger rund und ausgerichtet bleiben als gekreuzte.



Bild 2: Hinterrad: Hybrid-Einspeichung (OX rechts und 4X links).

Von der OX Kreuzung sagt man, sie sei steifer. Dies ist jedoch ein Irrtum. 1980 leitete ich an der INGENIOER HOEJSKOLEN ODENSE TEKNIKUM ein Projekt zu dieser Fragestellung. Die Studenten brachten an einer Speiche von OX, 1X, 2X, 3X, und 4X (Vorder-)Rädern Dehnungs-Meß-Streifen an und bewegten sie durch alle 36 Positionen. Das Rad wurde konstant mit 700 N belastet. Wie sich zeigte, lagen die Änderungen der Speichenkräfte zwischen +13 und -150 N bei OX und +15 und -49 N bei 4X; während die anderen Speichungsarten sich mehr oder weniger zwischen diesen Werten bewegten. (vgl. Bild 3)

Das Hauptproblem bei Hinterrädern ist (bekanntlich) die Tatsache, daß man eine gewisse Asymmetrie in Kauf nehmen muß um Platz für den Freilauf zu gewinnen. Dies hat zur Folge, daß sich die Speichenkräfte entsprechend dem Kräfte-Parallelogramm aufteilen, und da das TREND-Rad eine seitliche Versetzung von 8 mm aufweist, betragen die Kräfte durch die Vorspannung ca. 1000 und 560 N (rechts und links).

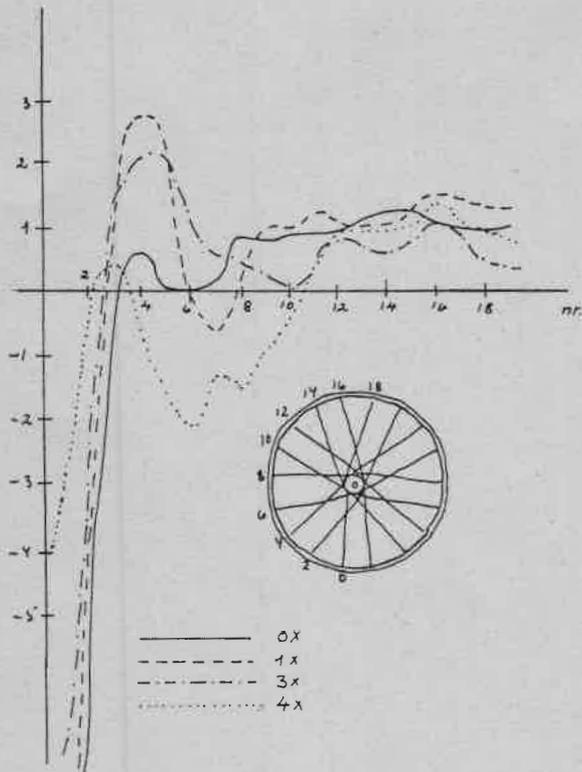


Bild 3: relative Änderung der Speichenkräfte in einem stehenden Rad bei senkrechter Belastung.

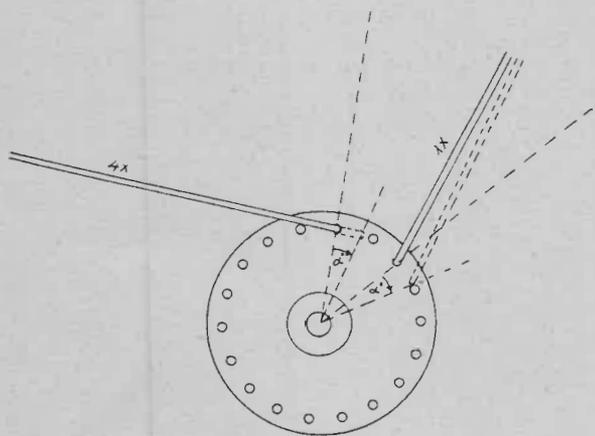


Bild 4: Dehnung der Speichen bei einem gegebenen Verdrehwinkel α . Es ist leicht zu sehen, daß die 4X-Speiche stärker gedehnt wird.

Viele, sowohl fachkundige Laien als auch professionelle Hersteller, haben "Hybrid"-Einspeichungen des Hinterrades ausprobiert. Die "normale" Auffassung lautet: "4X ist gegen Antriebskräfte widerstandsfähiger als

3X, darum nehmen wir mehr Kreuzungen auf der Zahnkranz-Seite, wo des Rad schwach ist." Dies klingt vernünftig, ist jedoch leider ein weiterer Irrtum.

Wenn eine Antriebskraft aufgebracht wird, dreht sich die Nabe und dehnt die Speichen. (vgl. Bild 4) Nach dem Hookschen Gesetz ist die Spannung proportional zur Dehnung, diese wiederum proportional zum Radius des Kreises, an den die Speichen tangential stehen. (vgl. Bild 5) Bei einer Niederflansch-Nabe sind dies 22,5, 20,4, 15,6 und 8,4 mm von 4X bis 1X. Im TREND-Konzept bedeutet dies bei einer Antriebskraft von 1000 N (eine Person von 100 kg auf einem Pedal stehend) eine zusätzliche Kraft von ca. 420 N in den 9 dynamischen Speichen der linken Seite. Die Speichen auf der rechten Seite erfahren keine zusätzliche Kraft. Diese ausgeglichene Belastung (560 + 420 = 980 links gegenüber 1000 + 0 rechts) trifft natürlich nur bei vollständig steifen Naben zu.

Aber es ist noch mehr zu beachten. Die Nabe ist nicht ideal steif; die rechte Seite verdreht sich stärker als die linke, was wiederum einen höheren Spannungsanstieg genau dort verursacht, wo man ihn sich nicht wünscht: auf der Zahnkranz-Seite. Wenn die rechte Seite radial gespeicht ist, hat dies verschiedene Auswirkungen:

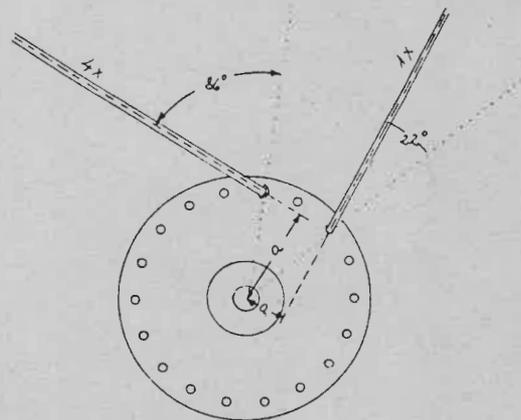


Bild 5: Hebelarm a für 1X und 4X Einspeichung

- 1) Wenn die Nabe verdreht wird, werden alle 18 Speichen belastet.
- 2) Alle Vorspannungskräfte ziehen "rückwärts" und
- 3) größere Verdrehungen bewirken größere "rückdrehende" Momente.

Um es kurz zu machen: Bei Radial-Einspeichungen sind die hohen Vorspannungskräfte vorteilhaft.

Folgerungen:

Beim Tangential-Rad (1X bis 4X) bewirken mehr Kreuzungen geringere Spannungszunahmen durch den Pedal-Antrieb (Die Speichen wirken an einem längeren Hebelarm) und die Vorspannungskräfte haben darauf keinen Einfluß (18 Speichen ziehen vorwärts und 18 Speichen ziehen rückwärts).

Im radial gespeichten Rad ist der Kraftanstieg durch den Antrieb geringer als bei jeder Kreuzungsart und höhere Vorspannungskräfte bewirken einen noch geringeren Kraftanstieg durch den Pedalantrieb. (Sobald die Nabe verdreht ist, ziehen alle Vorspannungskräfte (in 36 Speichen) rückwärts).

In einem Hybrid-Rad arbeitet das System wie oben beschrieben.

(...) Jedoch sind neben der Art einzuspeichen noch andere Einflüsse von Bedeutung. Speichen brechen immer im Bogen und es ist kein Problem, Speichenbrüche auf einem dynamischen Prüfstand in der Fabrik zu provozieren. Da dies unabhängig von Pedal-Kräften und der Asymmetrie geschieht, muß die Materialermüdung durch die hochfrequenten Wechselbeanspruchungen der Haupteinflußfaktor sein. Höhere Speichenspannungen tragen zu einem besseren Sitz der Speichen im Nabenflansch und in der Felge bei und die Schmierung des Speichengewindes vermeidet Speichenverdrehungen während der Montage (ein neues Rad, das "singt", ist ein Zeichen schlechter Handwerkskunst und sollte vor einer ernsthaften Belastung justiert werden). Last but not least sollte der (die) Radfahrer(in) seine (ihre) Räder perfekt rund und ausgerichtet halten.

Zum Schluß möchte ich mich bedanken für alle guten Kommentare, all die positive Kritik und die interessanten Diskussionen auf unserem IFMA-Stand."

Manfred Federau

Zum Beitrag "Fahrwiderstände für einen Radfahrer" von Dieter Wobben aus PRO VELO 3

Fahrwiderstände für einen Radfahrer

Von Dieter Wobben, Rheinisch-Westf. TÜV in Essen

Mehrere aufmerksame Pro Velo-Leser (R. Kusmierz, W. Schmidt, E. Kunzmann) gaben den Hinweis auf eine fehlerhafte Angabe der Beschleunigungsleistung. Dafür möchte sich der Verfasser bedanken. Da der o. g. Fehler Folgefehler in den Kapiteln 5, 7 und 8 verursachte, ist nachfolgend eine korrigierte und um eine Energiebetrachtung erweiterte Fassung dieses Kapitel wiedergegeben.

5 Beschleunigungswiderstand

Die drei genannten Fahrwiderstände werden häufiger in der Literatur beschrieben. Wenig findet man über den Beschleunigungswiderstand. Er soll im folgenden für die translatorische und rotatorische Beschleunigung der Massen getrennt hergeleitet werden.

5.1 Translatorischer Beschleunigungswiderstand

Die Beschleunigung a ist definiert als zeitliche Änderung der Geschwindigkeit:

$$a = \frac{dv}{dt}$$

dv : Geschwindigkeitsänderung

dt : Zeitintervall

Die mittlere Beschleunigung ergibt sich aus:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} \quad (11)$$

v_1 : Anfangsgeschwindigkeit

v_2 : Endgeschwindigkeit

Δt : Beschleunigungszeitraum

Massenkräfte treten nur bei beschleunigten oder verzögerten Bewegungen auf. Die aufzuwendende translatorische Beschleunigungskraft F_{BT} errechnet sich zu

$$F_{BT} = m \cdot a \quad (12)$$

m = Masse von Fahrer und Fahrrad in kg

a = Beschleunigung in m/s^2

Um die translatorische Beschleunigungsleistung zu bestimmen wird folgende Energiebetrachtung angestellt. Die kinetische Energie eines sich mit der Geschwindigkeit v fortbewegenden Radfahrers ergibt sich aus der allgemeinen Formel für die kin. Energie:

$$E_{BT} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (13)$$

v : momentane Geschwindigkeit

Ein Verringern bzw. Erhöhen der Fahrgeschwindigkeit ist somit gleichbedeutend mit einem Verlust bzw. einer Erhöhung der kinetischen Energie. Bei einer Steigerung der Geschwindigkeit muß natürlich der Radfahrer das Mehr an Energie liefern.

Diese Energiezunahme errechnet sich aus:

$$\Delta E_{BT} = E_{BT2} - E_{BT1} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_2^2 - v_1^2) \quad (14)$$

E_{BT1} : Anfangswert der kinetischen Energie

E_{BT2} : Endwert der kinetischen Energie

ΔE_{BT} : Energiedifferenz

Wieviel Zeit sich ein Radfahrer zur Erhöhung seiner kinetischen Energie bzw. seiner Geschwindigkeit läßt, bestimmt er selbst je nach gegebener Verkehrssituation und eigener momentaner Kondition.

Die translatorische Beschleunigungsleistung ergibt sich aus der Energiezunahme pro Zeiteinheit:

$$P_{BT} = \frac{\Delta E_{BT}}{\Delta t} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \frac{v_2^2 - v_1^2}{\Delta t}$$

Nach der binomischen Formel folgt:

$$P_{BT} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_2 + v_1) \cdot \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} \quad (15a)$$

Δt : Zeitraum, in dem ΔE_{BT} erbracht wird

In Formel (15a) erkennt man Gleichung (11) für die mittlere Beschleunigung. Es läßt sich somit schreiben:

$$P_{BT} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_2 + v_1) \cdot a = m \cdot a \cdot \frac{v_2 + v_1}{2} \quad (15b)$$

Um Vorstellungen über die Größenordnung der Beschleunigungsleistung zu bekommen, sind in gesonderten Fahrttests mittlere Beschleunigungswerte für ein "normales" Tourenrad ohne Gangschaltung (Bereifung 28 x 1,75) ermittelt worden. Ausgehend von einer Geschwindigkeit $v_1 = 15$ km/h wurde das Fahrrad nacheinander unterschiedlich stark bis zur erreichten Geschwindigkeit $v_2 = 25$ km/h beschleunigt. Das jeweilige Beschleunigungszeitintervall wurde gemessen.

Die für eine Masse $m = 90$ kg errechneten Werte für die mittlere Beschleunigung und die translatorische Beschleunigungsleistung sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Bewertung der Beschleunigung	Zeitintervall Δt	mittlere Beschleunigung a	translatorische Beschleunigungsleistung P_{BT}	
			W	PS
gering	5,4	0,51	255	0,35
mittel	3,2	0,87	435	0,59
hoher	2,7	1,0	500	0,68

Tabelle 2: Daten von Beschleunigungstestfahrten (Tourenrad, Gesamtmasse $m = 90$ kg, Beschleunigung von $v_1 = 15$ km/h auf $v_2 = 25$ km/h)

Die translatorische Beschleunigungsleistung läßt sich für die Geschwindigkeitsänderung von 15 auf 25 km/h in Abhängigkeit von der Beschleunigung a auftragen (Bild 5).

Bei einem um 5 kg (entsprechend 5,6 %) leichteren Fahrrad ist die translatorische Beschleunigungsleistung auch um 5,6 % geringer.

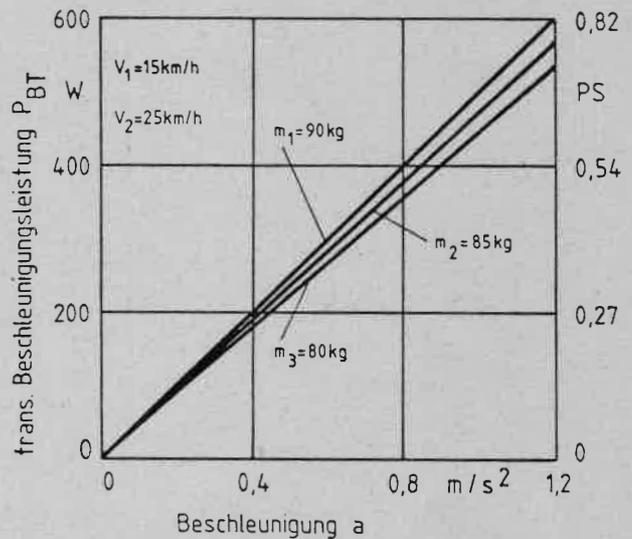


Bild 5: Translatorische Beschleunigungsleistung P_{BT} in Abhängigkeit von der mittleren Beschleunigung a bei einer Geschwindigkeitserhöhung von $v_1 = 15$ km/h auf $v_2 = 25$ km/h

5.2 Rotatorischer Beschleunigungswiderstand

Die rotierenden Teile eines Fahrrades können wegen ihrer Massenträgheit nur über eine aufzubringende Kraft bzw. Drehmoment beschleunigt (bzw. verzögert) werden. In unserem Falle ist eine rotatorische Beschleunigungskraft zu bestimmen, die am Außenradius des Rades angreifen muß, damit sie mit den übrigen translatorischen Kräften vergleichbar ist. Das Drehmoment ergibt sich aus Kraft mal Hebelarm:

$$M = F_{BR} \cdot r_a \quad (16)$$

Aus dieser Beziehung läßt sich bei bekanntem Moment die rotatorische Beschleunigungskraft F_{BR} bestimmen.

Für die Bestimmung des Drehmomentes sollte man sich das Rad aufgeständert vorstellen. Das aufzubringende Drehmoment zur Beschleunigung eines rotierenden Rades ist bestimmt durch die Masse des Rades, der Geometrie und der Änderung seiner Umfangsgeschwindigkeit. Nur bei einer Änderung der Umfangsgeschwindigkeit (Beschleunigung/Verzögerung) ist eine Kraft erforderlich. Diese Kraft muß um so größer sein, je höher die Beschleunigung sein soll, je größer die Masse des Rades ist und je weiter diese Masse von der Drehachse entfernt, also je größer das Rad ist.

Nun gibt es für einfache geometrische Körper Formeln, die die Massen und geometrischen Abmessungen bereits berücksichtigen. Diese Formeln entsprechen einer Kenngröße, dem sogenannten Trägheitsmoment Θ mit der Dimension $\text{kg} \cdot \text{m}^2$. Das Trägheitsmoment eines Ringes (vergleichbar unserem Rad) wird wie folgt angegeben:

$$\Theta = \frac{1}{2} m (r_a^2 + r_i^2) \quad (17)$$

Für ein Rad sind anzusetzen:

m : Masse von Felge, Reifen und Schlauch

r_a : Außenradius (von Achse bis Reifendecke)

r_i : Innenradius (von Achse bis Felgeninnenkante)

Da das Trägheitsmoment in erster Linie durch außen liegende Massenteile bestimmt wird, werden für unsere Berechnung die Massen von Nabe und Speichen vernachlässigt.

Eine weitere Kenngröße für ein rotierendes Rad ist der Drehimpuls L :

$$L = \Theta \cdot \omega \quad (18)$$

ω : Die Winkelgeschwindigkeit ω ist ein Maß für die Umdrehungen pro Sekunde, Dimension 1/s.

Wird Gleichung (17) in (18) eingesetzt, ergibt sich folgende Beziehung:

$$L = \frac{1}{2} m (r_a^2 + r_i^2) \cdot \omega \quad (19)$$

Dieser Drehimpuls erlaubt im nächsten Schritt die Berechnung des zugehörigen Drehmomentes. Das Drehmoment ist nämlich die Veränderung des Drehimpulses pro Zeiteinheit (in Analogie zur Beschleunigung (11))

$$M = \frac{dL}{dt} \quad (20)$$

dL : Drehimpulsänderung

dt : Zeitintervall

Setzen wir Gleichung (19) in (20) ein, so folgt

$$M = \frac{1}{2} m (r_a^2 + r_i^2) \cdot \frac{d\omega}{dt} \quad (21)$$

wobei sich nur die Winkelgeschwindigkeit ω mit der Zeit verändert, die Masse und die Radien sind konstant.

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} \quad (22)$$

α : Die Winkelbeschleunigung α ist ein Maß für die Änderung der Umdrehungen eines z. B. Rades pro Zeiteinheit (in Analogie zur Beschleunigung). Die Dimension ist $1/\text{s}^2$.

Somit wird aus Gleichung (21):

$$M = \frac{1}{2} m (r_a^2 + r_i^2) \cdot \alpha \quad (23)$$

Da es sich bei den Gleichungen (16) und (23) um das gleiche Drehmoment handelt, können diese Beziehungen gleich gesetzt werden. Wir erhalten eine Bestimmungsgleichung für die gesuchte rotatorische Beschleunigungskraft:

$$F_{BR} \cdot r_a = \frac{1}{2} m (r_a^2 + r_i^2) \cdot \alpha \quad (24)$$

Die Winkelbeschleunigung α ist wie folgt mit der translatorischen Beschleunigung a verknüpft:

$$a = \alpha \cdot r_a \quad (25)$$

Setzt man (25) in (24) ein, so ergibt sich nach geringer Umformung:

$$F_{BR} = \frac{1}{2} m \frac{r_a^2 + r_i^2}{r_a^2} \cdot a \quad (26)$$

oder:

$$F_{BR} = \frac{1}{2} m \cdot a \left(1 + \frac{r_i^2}{r_a^2}\right) \quad (27)$$

Die rotatorische Beschleunigungsleistung kann wieder durch eine Energiebetrachtung analog zu Gleichung (13), (14) und (15) bestimmt werden.

Die Energie einer rotierenden Masse wird wie folgt berechnet:

$$E_{BR} = \frac{1}{2} \cdot \Theta \cdot \omega^2 \quad (28a)$$

Mit (17) folgt

$$E_{BR} = \frac{1}{4} \cdot m \cdot (r_a^2 + r_i^2) \cdot \omega^2 \quad (28b)$$

Die Winkelgeschwindigkeit ω läßt sich mit der momentanen Fahrradgeschwindigkeit v durch folgende Beziehung in Verbindung bringen:

$$v = r_a \cdot \omega ; \quad \omega = \frac{v}{r_a} \quad (28c)$$

Setzt man nun Formel (28c) in (28b) ein, ergibt sich:

$$E_{BR} = \frac{1}{4} \cdot m \cdot (r_a^2 + r_i^2) \cdot \frac{v^2}{r_a^2}$$

$$E_{BR} = \frac{1}{4} \cdot m \cdot \left(1 + \frac{r_i^2}{r_a^2}\right) \cdot v^2 \quad (28d)$$

Analog zu Formel (14) folgt für die Energiezunahme:

$$\Delta E_{BR} = E_{BR2} - E_{BR1}$$

$$\Delta E_{BR} = \frac{1}{4} \cdot m \cdot \left(1 + \frac{r_i^2}{r_a^2}\right) \cdot (v_2^2 - v_1^2) \quad (28e)$$

- E_{BR1} : Anfangswert der rotatorischen Energie
- E_{BR2} : Endwert der rotatorischen Energie
- ΔE_{BR} : Energiedifferenz

Die rotatorische Beschleunigungsleistung errechnet sich aus der Energiezunahme pro Zeiteinheit:

$$P_{BR} = \frac{\Delta E_{BR}}{\Delta t} = \frac{1}{4} \cdot m \cdot \left(1 + \frac{r_i^2}{r_a^2}\right) \cdot \frac{v_2^2 - v_1^2}{\Delta t} \quad (28f)$$

Wendet man wieder die binomische Formel an, so ergibt sich mit Gleichung (11) folgende Beziehung für die rotatorische Beschleunigungsleistung:

$$P_{BR} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot a \cdot \left(1 + \frac{r_i^2}{r_a^2}\right) \cdot \frac{v_2 + v_1}{2} \quad (28g)$$

Sie gibt an, welche Leistung zur Beschleunigung eines rotierenden Rades erforderlich ist, wenn ein Rad mit einer mittleren Beschleunigung a von einer Geschwindigkeit v_1 auf eine Geschwindigkeit v_2 beschleunigt wird. Da ein Fahrrad üblicherweise zwei Räder hat, muß der errechnete Wert verdoppelt werden.

In Bild 6 ist die rotatorische Beschleunigungsleistung in Abhängigkeit von der translatorischen Beschleunigung des Fahrrades bei einer Geschwindigkeitserhöhung von 15 auf 25 km/h dargestellt. Aus den beiden Kurven läßt sich erkennen, daß für das geringfügig leichtere Alurad (2 Räder sind berücksichtigt) nur eine nicht nennenswerte Leistungsminderung zu verzeichnen ist.

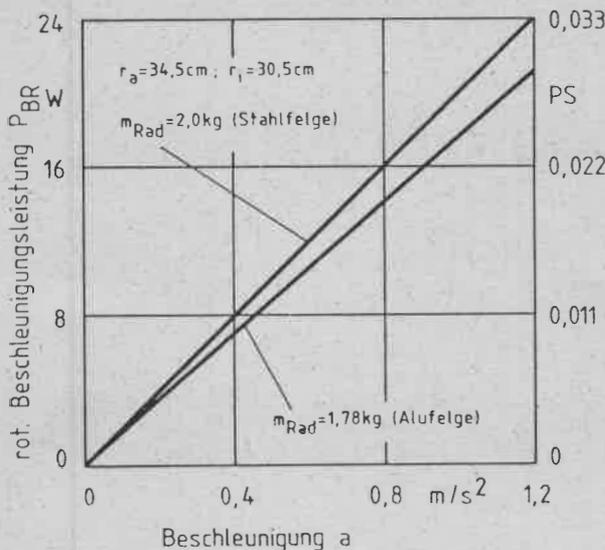


Bild 6: Rotatorische Beschleunigungsleistung P_{BR} in Abhängigkeit von der mittleren Beschleunigung a bei einer Geschwindigkeitserhöhung von $v_1 = 15$ km/h auf $v_2 = 25$ km/h

Bei einer mittleren Beschleunigung von $0,8 \text{ m/s}^2$ ergibt sich hier gerade eine Leistungsreduzierung von nur 2 Watt. Diese Reduzierung macht, bezogen auf die rotatorische Leistung, 12,5 % aus; bezieht man den Wert allerdings auf die Gesamtbeschleunigungsleistung (Bild 8), so ergibt das eine verschwindend geringe Leistungsabnahme von 0,5 %. Hieraus läßt sich zumindest aus Gewichtsgründen kein Vorteil für die Alufelge ableiten.

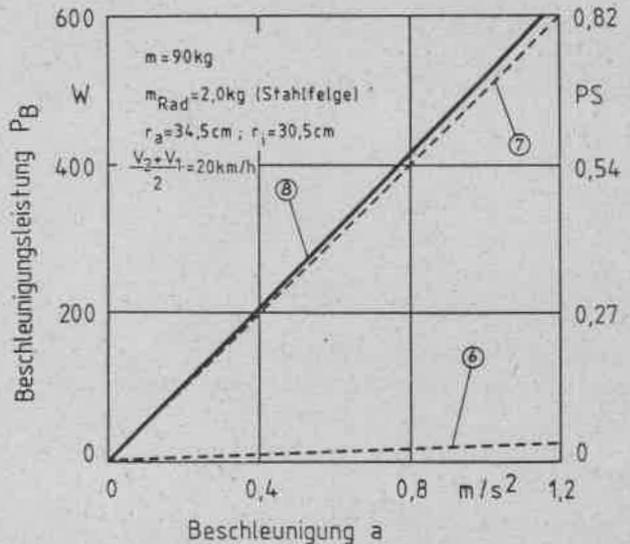


Bild 8: Gesamtbeschleunigungsleistung P_B in Abhängigkeit der mittleren Beschleunigung a bei einer Geschwindigkeitserhöhung von $v_1 = 15$ km/h auf $v_2 = 25$ km/h

7 Fahrwiderstände bei Beschleunigungsfahrten

Bei Beschleunigungsfahrten müssen nicht nur die translatorischen Massen (Fahrer und Fahrzeug), sondern auch die rotatorischen Massen (also die rotierenden Räder) beschleunigt werden.

Bild 8 zeigt die real aufzubringende Beschleunigungsleistung (Kurve ⑧), die sich als Summe aus translatorischer ⑦ und rotatorischer ⑥ Beschleunigungsleistung ergibt. Der bereits erwähnte geringe Anteil der rotatorischen Beschleunigungsleistung wird deutlich sichtbar.

Für einen Beschleunigungsvorgang von z. B. $v_1 = 15$ km/h auf $v_2 = 25$ km/h in der Ebene ist die Gesamtfahrwiderstandsleistung bestimmt durch die Summe aus Luft-, Roll- und Beschleunigungsleistung.

⑥ Rotatorische Beschleunigungsleistung

$$P_{BR} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot a \cdot \left(1 + \frac{r_i^2}{r_a^2}\right) \cdot \frac{v_2 + v_1}{2} \quad (28g)$$

⑦ Translatorische Beschleunigungsleistung

$$P_{BT} = m \cdot a \cdot \frac{v_2 + v_1}{2} \quad (15b)$$

⑧ Summe ⑥ + ⑦, Gesamtbeschleunigungsleistung

Bild 9 zeigt als Basiskurve die Summe aus Luft- und Rollwiderstandsleistung - identisch Kurve ③ in Bild 7 - in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit. Die zur Beschleunigung von $v = 15$ km/h auf $v = 25$ km/h aufzubringende Beschleunigungsleistung für eine mittlere Beschleunigung von $a = 0,8 \text{ m/s}^2$ ist in diesem Bereich additiv überlagert.

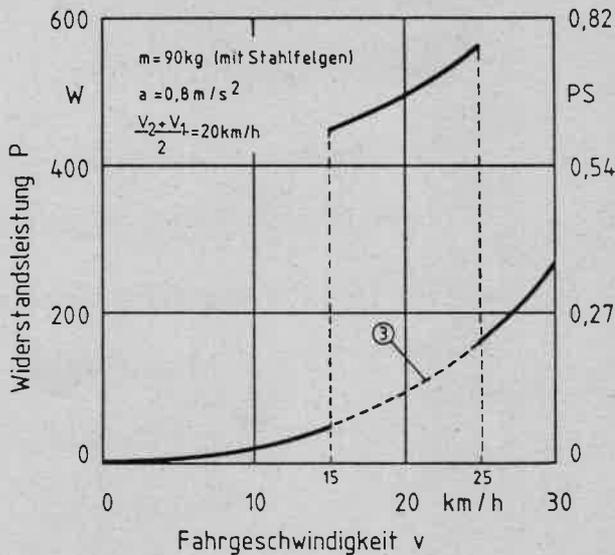


Bild 9: Gesamtwiderstandsleistung beim Beschleunigen in der Ebene

Man kann aus diesem Bild erkennen, daß der Radfahrer bei bereits höheren Geschwindigkeiten kaum noch Leistungsreserven für deutliche Beschleunigungen zur Verfügung hat und daß diese hohe Beschleunigungsleistung sicher nur für kurze Zeit aufgebracht werden kann. Wie bereits erwähnt, müßte der Radfahrer zur Senkung des Luftwiderstandes eine flachere Fahrerposition einnehmen.

Eine weitere Möglichkeit der Leistungsreduzierung besteht in der Wahl eines leichteren Fahrrades (z. B. 10 kg statt 15 kg), wodurch die Gesamtmasse z. B. von 90 kg auf 85 kg reduziert wird. Bei einer Geschwindigkeitsänderung von $v = 15$ km/h auf $v = 25$ km/h tritt die mittlere Gesamtfahrwiderstandsleistung bei $v = 20$ km/h auf (s. a. Bild 9). Somit läßt sich die Gesamtfahrleistung für verschiedene Massen bestimmen. Der aus Bild 9 abzulesende Wert für den mittleren Gesamtfahrwiderstand bei einer Beschleunigung von $a = 0,8$ m/s² beträgt $P_{90} = 506$ Watt. Für eine Reduzierung der Masse auf 85 kg ergibt sich ein Wert $P_{85} = 483$ Watt. Das bedeutet eine Reduzierung der Antriebsleistung bei Beschleunigungsvorgängen um nur 4,5 %.

8 Zusammenfassung

Eine theoretische Betrachtung der Fahrwiderstände soll dem Fahrradkonstrukteur und dem Radfahrer wichtige Hinweise geben zum Umfang der Reduzierung der aufzubringenden Antriebsleistung durch Gewichtsreduzierung aufgrund von Leichtbau. Dem stehen gegenüber ggf. in Kauf zu nehmende Abstriche hinsichtlich Stabilität und Sicherheit eben wegen des genannten Leichtbaus.

Die physikalischen Zusammenhänge für das Fahren in der Ebene sind durch die Luft- und Rollwiderstandsleistung bestimmt. Beim Befahren einer Steigung kommt die Hangabtriebsleistung hinzu. Will

man ein Fahrrad in der Ebene beschleunigen, so ist neben der genannten Fahrwiderstandsleistung eine Beschleunigungsleistung sowohl für die translatorischen (geradlinig bewegten) wie für die rotatorischen (rotierenden) Massen aufzubringen.

Zunächst wurden für realistische Fahrraddaten die jeweiligen Fahrwiderstands- und Fahrleistungs-werte berechnet. Aus den einzelnen Widerstandsleistungsangaben lassen sich vor allem in Relation zur Gesamtfahrleistung wichtige Schlüsse ziehen:

1. Beim Fahren in der Ebene stellt der Luftwiderstand gegenüber dem Rollwiderstand die dominierende Größe dar, besonders bei höheren Geschwindigkeiten.
2. Die Höhe des Rollwiderstandes kann durch stets gut gefüllte Reifen klein gehalten werden.
3. Statt einer Fahrradgewichtsreduzierung führt das Tragen von windschnittiger, eng anliegender Kleidung anstelle einer wehenden Jacke eher zu einer spürbaren Fahrwiderstandsreduzierung. Deutliche Erfolge bringt auch eine Reduzierung der Luftangriffsfläche durch eine flachere Fahrerposition.
4. Eine Gewichtsreduzierung beim Fahrrad um 33 % (z. B. von 15 kg auf 10 kg) führt bei einem Gesamtgewicht von $m = 90$ kg nur zu einer Abnahme der Gesamtmasse (Fahrer und Fahrzeug) um 5,6 % und damit auch des Rollwiderstandes um 5,6 %. Der gesamte Fahrwiderstand (z. B. bei $v = 20$ km/h) nimmt nur um sehr geringe 1,2 % ab.
5. Bei Fahrten in einer 5prozentigen Steigung ergibt die gleiche Gewichtsreduzierung um 5 kg eine Reduzierung der Gesamtleistung um 4,8 %.
6. Bei der translatorischen Beschleunigungsleistung führt eine Gewichtsreduzierung um die erwähnten 5 kg (entsprechend 5,6 %) auch zu einer Reduzierung der Beschleunigungsleistung um 5,6 %.
7. Verwendet man Alufelgen anstelle von Stahlfelgen, so bringt die Gewichtsreduzierung um jeweils ca. 0,2 kg eine Reduzierung der rotatorischen Beschleunigungsleistung um ca. 12,5 %. Bezogen auf die Gesamtfahrleistung bei Beschleunigung führt dies zu einer Leistungsabnahme von zu vernachlässigenden 0,5 %.
8. Eine Reduzierung der Fahrradmasse um 5 kg führt bei einer Geschwindigkeitsänderung von $v = 15$ km/h auf $v = 25$ km/h und einer mittleren Beschleunigung von $a = 0,8$ m/s² zu einer Reduzierung des Gesamtfahrleistungsbedarfs um nur 4,5 %. Das zeigt sehr deutlich, daß Fahrradhersteller und Radler beim Fahrradbau bzw. -kauf keine Kompromisse im Hinblick auf die Sicherheit eingehen sollten, wenn es um die Entscheidungen zur Gewichtsreduzierung geht.
9. Aufgrund der aufgeführten Ergebnisse liegt der Schluß nahe, daß mit weiteren Entwicklungen zur Reduzierung der Luftwiderstandsleistung zu rechnen ist.
10. Beschwerlich wird für den Radfahrer (ob mit leichtem oder schwerem Rad) stets bleiben, seine eigene Masse (und den geringen Anteil der Fahrradmasse) den Berg hochzubewegen, besonders wenn dann der Wind noch von vorne bläst.



Forschungsdienst Fahrrad

Der ADFC-Bundesverband gibt 14-tägig den Forschungsdienst Fahrrad heraus. In dieser Reihe werden Ergebnisse aus der Forschung sowie von Untersuchungen und Studien - insbesondere aus dem Bereich der Verkehrspolitik - zusammengefaßt: Jeweils das wichtigste Ergebnis der Untersuchung, eine Kurzfassung des Inhalts, Anschrift des Autors bzw. Herausgebers, Auszüge aus der besprochenen Veröffentlichung. Der Forschungsdienst Fahrrad kann beim Bundesverband des ADFC abonniert werden.

PRO VELO dokumentiert hier die bisher erschienenen Ausgaben. Die Nrn. 1 bis 9 wurden in PRO VELO 5 vorgestellt, die Nrn. 10 bis 19 in PRO VELO 6. Wir setzen die Zusammenfassungen des "Forschungsdienst Fahrrad" fort.

Nr. 20 Radverkehrstest in 35 Städten: Radwege sind schlechter als ihr Ruf

Eine Umfrage des ÖKO-TEST-Magazins in Zusammenarbeit mit dem ADFC ergab, daß unter 35 untersuchten Städten nur Erlangen und Münster relativ angenehme und halbwegs sichere Bedingungen für Radfahrer bieten. Sowohl bei den Radwegen selbst als auch in der Radverkehrspolitik findet sich in den übrigen Städten fast nur Flick- und Stückwerk.

Quelle: ÖKO-TEST-Magazin, Heft 8/1986, Seite 28 - 33.

Nr. 21 Umweltorientierte Stadtplanung entlastet auch kleinere Städte vom Verkehr

Neben einem Geh- und Radverkehrskonzept gehören vor allem auch der Rückbau von Hauptverkehrsstraßen, die Integration der Hauptstraßen ins Stadtbild und die Rückstufung hochbelasteter Straßen zu den Maßnahmen, die in Lahr/Schwarzwald den Stadtverkehr "umweltschonend und sicher" machen können.

Quelle: Modellvorhaben umweltschonender und sicherer Stadtverkehr Berlin 1985

Nr. 22 Verkehrsplaner kritisieren Disziplinlosigkeit der Radfahrer

"Fahrrad heute" - Zu diesem Tagungsthema trafen sich Verkehrsplaner und Wissenschaftler in Karlsruhe. Die Diskussion verlief sehr disparat: Einige Referenten plädierten für radfahrerfreundliche Infrastrukturmaßnahmen, empfahlen die Öffnung von Einbahnstraßen für Radfahrer in Gegenrichtung, forderten markierte Fahrradstreifen auf der Straße als Ersatz für Radwege und die Freigabe von Fußgängerzonen für Radfahrer. Die Mehrzahl der Referenten hingegen kritisierten die Disziplinlosigkeit der Radfahrer im Straßenverkehr. Sie sahen das Fahrrad im wesentlichen als "Planer- und Autofahrerproblem", das dem fließenden (motorisierten) Verkehr Platz machen müsse.

Quelle: Eigenbericht des "Forschungsdienst Fahrrad"

Nr. 23 "Unechte" Einbahnstraßen für Radfahrer sind fahrradfreundlich und sicher

Die Freigabe von Einbahnstraßen für Radfahrer in Gegenrichtung ist nicht nur radfahrerfreundlich, sondern auch verkehrsplanerisch sinnvoll. Damit lassen sich als wirkungsvolle und preiswerte Sofortmaßnahme besonders in den dicht bebauten Zentren vieler Städte attraktive Velo-Routen und sichere Radverkehrsverbindungen herstellen.

Quelle: Dirk Hausenberg: Radfahren entgegen der Einbahnstraße - aber sicher! In: alternativer Kommunalpolitik, Heft 4/1986, Seite 52 - 55.

Nr. 24 Verkehrsklima ist wichtiger als Bau von Radverkehrsanlagen

Der Bau von isolierten Radwegen, der von ratlosen Planern und Politikern als Antwort auf den Radfahrboom bevorzugt durchgeführt wird, trägt nicht dazu bei, Radfahrern den notwendigen Lebensraum auf der "normalen" Fahrbahn zuzugestehen. Er kann weder die Mobilitätsbedürfnisse noch die Sicherheitsansprüche der Radfahrer gewährleisten.

Quelle: Oskar Balsiger: Der erfahrene Velofahrer weiß, worauf es ankommt. Vortrag auf dem Internationalen Planungsseminar für den Fahrradverkehr, 4.9.1986 in Bern.

Nr. 25 Unfallanalyse: Straßen mit Radwegen sind nicht sicherer!

Wie eine Analyse der Unfälle mit Radfahrerbeteiligung von 1978 bis 1983 ergab, gibt es keine wesentlichen Unterschiede in den Unfallfolgen auf Straßen mit und ohne Radweg. Typische Unfallstellen sind Kreuzungen, Grundstückszufahrten und Einmündungen - rd. zwei Drittel der Münchener Unfälle waren hier zu verzeichnen.

Quelle: Landeshauptstadt München (Hg.): Bereichsweise Unfalldatenauswertung zur Fortschreibung der Radwegeplanung in der Landeshauptstadt München. TU München 1985.

Nr. 26 Radfahrmarkierungen auf der Fahrbahn bewähren sich

Obwohl sich die auf der Fahrbahn links vom Parkstreifen abmarkierten Radfahrstreifen vielerorts bewähren, betrachten die zuständigen Behörden solche Maßnahmen oft nur als Übergangslösung. Radfahrstreifen rechts von Parkstreifen sind dagegen störanfällig und gefährlich.

Quelle: Wilhelm Angenendt u.a.: Sichere Gestaltung markierter Wege für Fahrradfahrer. Bd. 1. Hg. von der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach, April 1986. (Reihe Forschungsberichte Bd. 123).

Nr. 27 Zu hohes Tempo ist Unfallursache Nr. 1: "Geschwindigkeit" ist notwendig

Obwohl die Zahl der getöteten Verkehrsteilnehmer in der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1969 und 1983 insgesamt zurückgegangen ist, hat das Unfallrisiko besonders gefährdeter Gruppen wie der Kinder unter 15 Jahren sogar noch zugenommen. Eindeutig nachgewiesen als Hauptursache ist der Unfallgrund "Überhöhte Geschwindigkeit". Drastische Unfallrückgänge sind aus "Tempo 30"-Gebieten und verkehrsberuhigten Bereichen bekannt. Entscheidende Verbesserungen

sind jedoch auch an innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen notwendig, da dort 86 % der Innerortsunfälle mit Personenschäden zu verzeichnen sind.

Quelle: Forum Mensch und Verkehr: Erhöhte Verkehrssicherheit durch Geschwindigkeitsdämpfung. Berlin 1986.

Nr. 28 Verbesserte Möglichkeiten zum Fahrradtransport in Straßenbahnen und Omnibussen

Immer mehr Verkehrsbetriebe gestatten die Fahrradmitnahme in Bussen und Straßenbahnen. In Zürich gibt es seit kurzem sogar eine Fahrrad-Monatskarte, mit der das Fahrrad außerhalb der Hauptverkehrszeiten in Straßenbahnen und Omnibussen transportiert werden kann.

Quelle: Jürgen Karl: Mit dem Fahrrad in Bus und Bahn. In: Verkehrszeichen Heft 3/1986, Seite 46 - 50.

Nr. 29 Bahnkunden vermissen Fahrradservice am Bahnhof

Mit der Einrichtung bewachter und überdachter Fahrradabstellanlagen, sog. "Fahrradstationen", können aufgrund der engen Platzverhältnisse in Bahnhofsnähe mehr, bessere, preiswertere und städtebaulich ansprechendere Parkplätze für Bahnkunden geschaffen werden als mit dem Bau von Autoparkplätzen.

Quelle: SERVELO (Hg.): Fahrradstation Bonn HBF. Eine Untersuchung im Auftrag des ADFC, Bezirksverein Bonn.

Verkehrsfluß und Geschwindigkeit

Mathematikreihe für ein fächerübergreifendes Projekt mit Ethik, Physik, Biologie, Sowi zur Verkehrserziehung

"Tempolimits bringen Staus!" - Also: "Keine Tempolimits!".

Das ist eine landläufige Meinung, im Kampf z.B. um Tempo 80/Tempo 100 wird sie von der Auto (Industrie) Lobby immer wieder als eine zentrale Behauptung vorgebracht. An ihr setzt daher die Unterrichtsreihe an: Können durch "Langsamfahren" Staus verursacht werden? Oder nicht? Schnell ist man bei einer Frage, die zur Leitfrage wird: Wie hängt das Schluckvermögen einer Straße von der Geschwindigkeit der Fahrzeuge ab? ("Je schneller, desto mehr!").

Über Auffahren und Auffahrunfälle muß man reden, "der Sicherheitsabstand" wird zur plötzlich vieldeutigen Schlüsselgröße - und für die Abstandsregel, die sich als die zweckmäßigste herausstellt ("Anhalteweg!"), spitzt sich ein Extremwertproblem zu: Bei welcher Geschwindigkeit ist das Schluckvermögen maximal?

Das mathematische Modell wird Schritt für Schritt entwickelt und empirischen Untersuchungen gegenübergestellt. Die Ergebnisse der Berechnungen kollidieren grob mit den Erwartungen; sie sind verblüffend und verärgern (maximaler Durchsatz bei 30 bis 40 km/h!). Sie zwingen dazu, persönliche Fahrstile, gängige Handlungsmuster und staatliche Straßenbaupolitik radikal in Frage zu stellen. Zaff gesichert! - Die Argumentation von Autolobby + Regierung kann jeder Schüler dann selbst beurteilen. Sowohl Leistungs- als auch Grundkurs können die Shose packen. Mathematisches Kernstück ist eine gebrochen-rationale Funktion (enschar). Zum Ableiten braucht man die Quotientenregel nicht. - Man sollte sich etwa 9 bis 12 Stunden Zeit nehmen.

Die Broschüre ist im Detail ausgearbeitet, bis zu Erschließungsfragen, Arbeits- und Materialblättern, Anleitungen und Ergebnissen. Wie und wo man sie bekommen kann, steht auf der letzten Seite.

Erfahrungen mit der 5-Gang-Nabenschaltung

von Klaus Rieder

Obwohl die 5-Gang-Nabenschaltung von Sturmy Archer schon einige Jahre auf dem Markt ist, hat sie keine weite Verbreitung erlangt. Dies rührt u.a. daher, daß sie mangels Werbung ziemlich unbekannt blieb, und daß kaum ein Händler zu finden war, der sie beschaffen wollte oder konnte. Inzwischen hat sich einiges getan. Die Zahl der Händler, die die 5-Gang-Nabenschaltung führen, hat zugenommen. Sturmy Archer hat zwei Modelle im Aluminiumgehäuse, eines davon mit Trommelbremse, und einen neuen Einfachschalthebel mit Schrittschaltwerk, der beide Schaltzüge bedient, herausgebracht.

Man hat jetzt die Wahl, die 5-Gang-Nabenschaltung mit Felgenbremse oder mit Trommelbremse zu fahren. Mit Rücktritt wird sie nicht geliefert.

Der folgende Bericht soll versuchen, die Informationslücken bezüglich der 5-Gang-Nabenschaltung ein wenig zu verringern, indem er die Erfahrung aus 49.000 km Alltagsbetrieb beschreibt.

Drei Exemplare im Stahlgehäuse wurden erprobt. Das am häufigsten benutzte ist mit Aluminium-Schalthebeln ausgestattet. Es hat inzwischen 32.000 km über sich ergehen lassen. Eine Nabenschaltung ist mit dem Einfachschalthebel aus Kunststoff ausgerüstet.

Der erste Eindruck

Für die Nabenschaltung wurde zwischen 94,50 DM und 114,80 DM bezahlt. Bei zwei von dreien fehlten in der Verpackung einige Kleinteile. Die Stahlausführung wiegt mit Aluminium-Schalthebeln, Schaltzügen und allen mitgelieferten Kleinteilen ca. 1,61 kg. Der Einfachschalthebel ist 115 g leichter als die Aluminium-Schalthebel. Er enthält ein Schrittschaltwerk, das bei jeder Betätigung des Schalthebels einen Gang weiter schaltet. Er ist zur Befestigung am Lenkerbügel gedacht, kann aber auch am

Lenkerschaft angebracht werden. Der Einfachschalthebel hat einen sehr gut sichtbaren Zeiger, der den gewählten Gang anzeigt. Die Aluminium-Schalthebel können nur am Lenkerschaft befestigt werden. Das mitgelieferte Ritzel hat 18 Zähne. Auf die 5-Gang-Nabenschaltung passen die Ritzel von Fichtel & Sachs. Man erhält daher überall passende Ritzel mit bis zu 22 Zähnen. Andere Hersteller bieten Ritzel mit bis zu 24 Zähnen; hier ist Vorsicht angebracht. Es gibt darunter "schwarze Schafe", die die Ritzel aus Preisgründen nicht härten. Solche Ritzel sind nach weniger als 2.000 km schrottreif. Wenn man die mitgelieferten Distanzringe wegläßt, kann man auch problemlos 2 Ritzel an der Nabenschaltung anbringen und, ähnlich der "Sachs Torpede 2x3", auf 2 x 5 Gänge erweitern.

Die 5-Gang-Nabenschaltung besitzt eine verschließbare Öffnung zum Ölen. Die Wartungsanleitung der älteren Exemplare empfiehlt monatliches Ölen. In der neuen Wartungsanleitung wird das Ölen alle 3 Monate "oder nach Bedarf" empfohlen. Außerdem beschreibt sie ausführlich das Einstellen der Lager und das Justieren der Schaltzüge. Sie warnt ausdrücklich davor, den Einfachschalthebel, "Einhebelschaltung" genannt, zu öffnen. Für den geübten Bastler ist es aber kein Problem, das Schrittschaltwerk zu zerlegen und wieder zusammenzusetzen. Es kann nur passieren, daß eine Schraubenfeder herausspringt. Sie läßt sich leicht wieder einsetzen.

Die 5-Gang-Nabenschaltung hat einen größeren Leerlauf im Freilauf, als man es von Kettenschaltungen gewohnt ist. Das heißt, wenn man zu treten aufhört und weitertreten will, greifen die Sperrklinken erst nach einem relativ großen Drehwinkel der Tretkurbel wieder.

Beim Schalten muß man die Tretkraft zurücknehmen, wie man dies auch bei der Kettenschaltung tun sollte. Die Kettenschaltung schaltet jedoch auch unter Vollast in den nächsten Gang. Nicht so die 5-Gang-Nabenschaltung. Entweder

bleibt der alte Gang drin, oder der neue springt wieder heraus. Letzteres tritt besonders beim Schalten vom dritten in den vierten Gang auf. Nach einer gewissen Eingewöhnungszeit stellt man sich unbewußt auf diese Eigenschaften ein, und das Schalten geht reibungslos.

Während der ersten 100 km waren die Schalthebel relativ schwergängig. Beim Kunststoffschalthebel rasteten oft die Gänge nicht exakt ein. Ein Nachjustieren der Schaltzüge brachte keine Besserung, aber ein Tropfen Öl auf jedes Schaltungskettchen beseitigte das Problem schlagartig. Von da an gingen die Schalthebel butterweich.

Bei Verwendung der Aluminiumschalthebel ist es kaum zu vermeiden, daß im Wiegetritt das Knie den Schalthebel streift. Das gibt Schrammen am Knie, und der Gang springt heraus. Der Einfachschalthebel aus Kunststoff ist viel kürzer und stört deshalb auch am Lenkerschaft nicht.

Der linke Lagerkonus verstellte sich gelegentlich. Dadurch wurde das Lagerspiel des Hinterrades unzulässig groß und mußte neu eingestellt werden. Zwischen dem Konus und der Kontermutter befindet sich eine Distanzscheibe ohne Verdrehsicherung. Man kann daher, selbst wenn der Konus gekontert ist, diesen zusammen mit der Distanzscheibe und Kontermutter verdrehen.

Bei zwei von drei Naben war der Deckel des Ölers nicht ganz dicht. Wenn das Fahrrad längere Zeit so abgestellt war, daß der Öler nach unten zeigte, lief Öl auf die Felge.

Nach 500 km trat der erste Speichenbruch auf. Von da an brach etwa alle 50 bis 100 km eine weitere Speiche. Dies wiederholte sich nach dem Einspeichen von DD-Nirosta-Speichen (2 mm/1,6 mm / 2 mm), 2 mm Nirosta-Speichen und 2,34 mm Stahl-Speichen. Es mußte an der Schaltnabe liegen, denn die gleichen Speichen halten an Aluminiumnaben für Kettenschaltungen viel länger. Die Firma TI Raleigh Fahrräder GmbH, als Lieferant der

5-Gang-Nabenschaltung zu diesem Thema befragt, antwortete:

"Das liegt zunächst einmal daran, daß Sie auf keinen Fall DD-Speichen benutzen konnten, weil diese speziell nur für Rennmaschinen entwickelt wurden und sich für normale Sporträder nicht eignen. Die normalen Speichen sollten auch nicht nur 1,8 mm, sondern mindestens 2 mm, besser jedoch 2,34 mm dick sein."

Diese Antwort half mir nicht weiter.

Verbesserungen und Hinweise

Für die dünnen Flansche der 5-Gang-Nabenschaltung im Stahlgehäuse sind die Speichenbögen handelsüblicher Speichen zu lang. Dadurch stehen die Speichenbögen zu weit vom Flansch ab und werden zu stark auf Biegung beansprucht. Dies führt zum Speichenbruch nach wenigen 100 km.

Abhilfe ist möglich, wenn der wirksamen Speichenbogen so weit verkürzt wird, daß die Speiche dicht am Flansch anliegt. Am einfachsten ist dies durch Einfügen von Unterlegscheiben zwischen Speichenkopf und Nabenflansch zu erreichen. Unterlegscheiben für M 2,3 Schrauben sind am besten geeignet. Weil sie nicht so leicht zu beschaffen sind, wurden die Nabenschaltungen nach dem Erkennen dieser Zusammenhänge mit Edelstahl-Unterlegscheiben für M 3 Scheiben eingespeicht. Danach trat kein Speichenbruch mehr auf.

Zur Sicherung des linken Lagerkonus der 5-Gang-Nabenschaltung kann die Distanzscheibe zwischen Konus und Kontermutter durch eine Fixierscheibe von Fichtel & Sachs ersetzt werden. Diese Fixierscheibe wird normalerweise bei Fichtel & Sachs Nabenschaltungen zwischen Achsmutter und Rahmen eingefügt, um die Achse gegen Verdrehen zu sichern.

Die Wartungsanleitung für die 5-Gang-Nabenschaltung ist insofern etwa lückenhaft, als sie nach dem Einbau nur empfiehlt, die Nabenschaltung zu ölen. Es ist aber unumgänglich, auch die beiden Kettchen zu ölen, die aus beiden Achsenden heraushängen. Andernfalls

wird besonders der Kunststoffschalthebel durch die große Reibung zwischen den Kettchen und den Achsmuttern immer schwergängiger, bis schließlich die Gänge nicht mehr einrasten. Einmaliges Ölen beim Einbau genügt, weil die Kettchen später ständig durch aus der Nabe austretendes Öl geschmiert werden. Daß auch die Schaltzüge vor dem Einbau geschmiert werden sollten, muß wohl nicht extra erwähnt werden.

Die Achse der erprobten 5-Gang-Nabenschaltung ist mit 160 mm ziemlich lang und daher für Hollandräder gedacht, bei denen Kettenspanner, Gepäckträgerstütze und Schutzblechhalter auf die Achse gesteckt werden. Für die meisten anderen Fahrräder ist sie zu lang. Um das Hinterrad festschrauben zu können, müssen deshalb Distanzscheiben zwischen Achsmutter und Rahmen eingesetzt werden.

Langzeiterfahrung

Im Langzeitbetrieb zeigt die 5-Gang-Nabenschaltung ihre Stärken. Die Aluminium-Schalthebel und die Nabenschaltung selbst haben nach 32.000 km noch keinen Defekt. Lediglich 3 Schaltzüge mußten erneuert werden. Das verchromte Gehäuse der Nabenschaltung glänzt auch nach 3 Wintern mit Salz, Matsch und Schnee noch wie neu. Zwei Einfachschalthebel sind nach jeweils etwa 4.000 km durch Bruch einer Feder ausgefallen. Es bricht dabei die Feder, die den Betäti-

gungshebel federnd in Mittelstellung hält. Die Bruchstücke verklemmen das Gelenk, um das der Hebel sich beim Betätigen neigt. Wegen der fehlenden Neigung rastet der Hebel beim Betätigen nicht ein. Die Schaltung schaltet nicht mehr. Das verklemmte Gelenk läßt sich durch Einträufeln von Öl wieder gangbar machen. Der Hebel federt dann zwar nicht mehr in seine Mittelstellung, aber die Schaltung läßt sich wieder einwandfrei betätigen.

Die 5-Gang-Nabenschaltungen werden alle drei mit original Holland-Kettenkasten gefahren. Dies scheint der Grund für die lange Lebensdauer (20.000 km) von Kette und Ritzel zu sein.

Speichenbrüche sind nach dem Einspeichen mit Unterlegscheiben nicht mehr aufgetreten, obwohl ein Speichensatz aus DD-Nirosta-Rennspeichen erst nach 17.000 km ersetzt wurde. Das betroffene Fahrrad wird hauptsächlich als Reiserad für lange Strecken mit Gepäck eingesetzt.

Zusammenfassung

Die folgende Tabelle stellt Daten und Erfahrungen aus dem Langzeitbetrieb einer 5-Gang-Kettenschaltung und der 5-Gang-Nabenschaltung gegenüber. Zum Vergleich wurde die Nabenschaltung mit der höchsten Kilometerleistung herangezogen. Die Angaben sollen nicht als repräsentativ für diese beiden Schaltungssysteme verstanden wer-

	Kettenschaltung	Nabenschaltung
Zahl der Gänge	5	5
Ritzel	14-28 Zähne	21 Zähne
äquivalente Ritzelabstufung	14/17/20/24/28	14/16,6/21/26,6/31,5
Übersetzungsbereich	1:2	1:2,25
größter Stufensprung	1,214	1,266
Gewicht (mit Nabe)	ca 1,33 kg	ca 1,51 kg
km-Stand	26000	32000
gebrochene Speichen	7	0
neu eingespeicht	4x	2x
Kette erneuert	5x	1x
Preis je Kette	12,90 DM	7,- DM
Zahnkränze erneuert	4x	1x
Preis je Zahnkranz (-paket)	23,90 DM	4,50 DM
gebrochene Achsen	2	0
gerissene Schaltzüge	1	3
sonstige Defekte	5	0

Test

den, sondern sie sollen, da hier mehr oder weniger auch Zufälle und subjektive Einflüsse mitspielen, nur als Anhaltspunkte dienen. Die 26.000 km der Kettenschaltung verteilen sich wegen Ausfällen auf 3 Naben und 2 Schaltarme. Die Nabenschaltung wurde wegen defekter Felgen neu eingespeicht, die Kettenschaltung auch wegen anderer Defekte.



Ulrich Herzog:
REISERÄDER - SUPERTOURER
Kiel 1986; 137 S.

Wer die bisherigen Bücher des Autors kritisch verfolgt hat, greift mit Interesse zu seinem neusten Buch, denn neben wichtigen und hilfreichen Beiträgen (z.B. "Fahrradheilkunde") tauchten auch schon weniger nützliche Titel auf.

Diesmal wird eine recht teure "Medizin fürs Fernweh" verschrieben: Räder, wie sie sich aufgrund der besprochenen Komponenten ergeben, dürften ebenso wie die meisten vorgestellten Fertig-Reiseräder in der Preisklasse oberhalb von 1500 DM angesiedelt sein. Dabei täuscht der Titel: Eine Besprechung von Reiserädern findet lediglich auf den letzten 11 Seiten statt.

Zuvor wird ein Überblick über die entsprechenden Bauteile gegeben, der leider wenig Fachkenntnis beweist. Was hier an ungeprüften Behauptungen, pauschalen Urteilen und sachlichen Unrichtigkeiten verbreitet wird, führt den Leser mit lockerem Stil aufs Glatteis.

Einige Beispiele: "(Durch Verwendung von Vergütungsstählen) werden leichte Rahmenkonstruktionen mit bisher nicht vorstellbaren Wandstärken (0,3 mm!) möglich, die dennoch über günstige mechanische Eigenschaften verfügen: große Seitensteifigkeit (...)." (S.10) (Durch den Einsatz höherfester Stähle kann die Seitensteifigkeit nicht gesteigert werden; d.Red.) Oder: "Härte und Zugfestigkeit der Alu-Rohre (sind) ungefähr um die Hälfte geringer als bei Stahlrohren." (S.16) (Sie können bei den verwendeten Alu-Legierungen auch doppelt so groß sein wie bei

Die Gegenüberstellung zeigt, daß die 5-Gang-Nabenschaltung einen Vergleich mit der Kettenschaltung nicht zu scheuen braucht. Sie ist zwar in der Abstufung nicht flexibel, sie entschädigt aber ihren Besitzer durch geringen Wartungsaufwand, Zuverlässigkeit und ein langes Leben.

einfachen Stählen; d.Red.) Oder: "Die Speiche muß so liegen, daß die Krümmung 'Luft hat'." (S.75) (Das Gegenteil ist richtig; d.Red.)

Ein solcher Beitrag ist der Entwicklung von besseren Fahrrädern geradzuhinderlich, weil er dazu geeignet ist, Vorurteile hinsichtlich technischer Zusammenhänge in den Köpfen der Radfahrer festzusetzen.

Noch für dieses Jahr wird ein weiteres Buch vom gleichen Autor und Verlag angekündigt - wir hoffen, es wird besser als das vorliegende Werk.

Arbeitsgruppe Fahrradforschung im Fachber. 8 (Physik) der Universität Oldenburg (Hrsg.): BIBLIOGRAPHIE AKTUELLER FAHRRAD-LITERATUR; Oldenburg 1985; 106 S.

Eine Rarität im Fahrradbereich: Ein (weitgehend) kommentierter Überblick vor allem über die deutschsprachige Fahrrad-Literatur, vorgelegt von der qualifizierten und engagierten Arbeitsgruppe aus Oldenburg. Die hier vorgenommenen Wertungen sind hilfreich, wenn der Leser bei der wachsenden Anzahl von Veröffentlichungen zum Fahrrad die Spreu vom Weizen trennen will. Neben dem alphabetisch geordneten Titelverzeichnis trifft man einen thematisch gegliederten Katalog an:

- 1 Bibliographien
- 2 Allgemeines
- 3 Geschichte
- 4 Technik/Reparaturanleitungen/Forschung
- 5 Radsport
- 6 Verkehrsplanung
- 7 Radwander- u. Städteführer
- 8 Fahrrad im Unterricht
- 9 Erzählungen / Reiseberichte
- 10 Fahrrad in Kunst und Literatur
- 11 Verschiedenes
- 12 Zeitschriften/Periodica



Betr.: PRO VELO-Preisrätsel

1. Es wird der falsche Eindruck erweckt, durch Änderung von Hebelängen könnte "mehr Kraft wirksam" werden: Sowohl, wenn die Kurbel waagrecht steht ("dann ist die Wirkung groß") als auch, wenn sie senkrecht steht ("für eine wirkungsvolle Übertragung").

Überlegungen mit dem Hebelgesetz führten immer zu elliptischen Kettenblättern mit der großen Hauptachse senkrecht zur Kurbelrichtung. Tatsächlich liegt dem Biopace-Antrieb eine prinzipiell richtige Idee zugrunde: Durch verkürzte Muskelarbeitszeiten und verlängerte Ruhepausen kann der physiologische Wirkungsgrad eines Muskels etwas verbessert werden.

2. "Beanspruchungswiderstand" soll vermutlich Zugfestigkeit heißen; die Einheit ist auch falsch: N/mm^2 statt kg/mm^2 .

3. Die "Fasern"-Anordnung ist für die dynamische Festigkeit (bei Schwingungen) wichtig, nicht für die statische.

4. Die Parallelität der Auflageflächen auf "Hundertstel von Millimetern" dürfte so ziemlich die letzte Ursache für das Pfeifen der Bremsen sein.

5. Es ist nicht richtig, daß man nur Campagnolo-Beschichtungen bis auf 1 Mikrometer (statt "Mikron") prüfen kann.

Richtig ist dagegen, daß hier Technologie zur Emotion wurde.

Cand. phys. Matthias Fröhlich, Auf dem Ketzenberg 4, 6342 Haiger 3. Er erhält aufgrund seiner Zusage ein PRO VELO-Jahresabo. Herzlichen Glückwunsch!



Dieser muntere Weltenbummler aus Australien ist mit seinem Spezialrad schon seit zwei Jahren unterwegs. Nachdem er bereits 50 Länder bereist hat, darunter Alaska, Indien, Afghanistan usw. war es nur natürlich, daß unser Fotograf ihn am Jüchener Hahnerhof traf. Er braucht keinen Sprit, nur ab und zu einen Tropfen Öl für die Kette, gute Kondition, wetterfeste Kleidung und ein paar Dollars, wenn er per Jet das Meer überqueren will.



Noch einmal der IFMA-Gag "Fahrrad '86". Besondere Beachtung verdient das Sitzrohr, das zugleich auch die Funktion einer Luftpumpe erfüllt. Man kann nur hoffen, sie wird nie gestohlen. Aufmerksamkeit zieht auch der extrem dünne Gepäckträger auf sich; die Mutter, die ihr Kind da drauf setzt, wird seit der IFMA gesucht.

Fällt den Fahrradteile-Herstellern in der Bundesrepublik fällt den Fahrradteile-Herstellern tatsächlich nichts besseres ein, als für soviel unrealistischen Krampf zirka 160.000 DM aufzuwenden? - Wenn man dies hier sieht, versteht man plötzlich, warum die deutsche Fahrradindustrie so desolat dasteht.



Zuerst die Frage nach dem "Wofür?" - Beim Fahrradkauf ist gute Beratung wichtig	3
Ein komfortabler Lasten-Drahtesel - Das Einkaufs- und Familienrad "Club"	4
Das Echte aus Holland - Batavus "Flying Dutchman" als perfektes Alltagsfahrrad	6
Solides Rad für Stadt und Flachland - Holland-Modell "Unitas" von Union	8
Ein solides Gebrauchsfahrrad - Das Fürstenkrone von Heidemann	9
Überzeugende Antwort auf die "Kaffee-Fahrräder" - NSU-Räder von Heidemann	10
Preiswertes Beförderungsmittel - Kalkhoff-Fahrrad "Tourist" auch als "Amsterdam"	12
Wenn man sich vergleichbar macht	13
Qualität aus dem "Fahrradland" - Gebrauchsmodelle "Sprint Tour" und "Sprint GT Tour" von Batavus im Test	14
Tandem-Fahrräder für jeden Einsatzzweck	16
Anspruchsvolle Fahrrad-Technik - Das Bridgestone "Synchro-Memory" im Test/Praxisgerechte neue Ideen in der Serie	17
Robustes Verkehrsmittel für alle Tage - Japanisches Fahrrad Bridgestone "Submariner" mit neuartigem Bremssystem	18
Ein Fahrrad wie ein Maßanzug - Fuldaer Firma baut individuelle Maschinen	20
Sportrad mit vielseitigen Nutzungsmöglichkeiten - TI Raleigh "Rialto S"/Hochwertige Konstruktion und Qualität	22
Zehn Gänge sind in der Praxis oft reine Theorie - Die optimale Kraftübertragung bei Fahrrad-Kettenschaltungen	23
Fahrrad mit einem Hauch von Porsche - "Roadrunner" von Koga Miyata für Schnellfahrer mit sportlichem Ehrgeiz	24
Im Jahresdurchschnitt über 1500 Kilometer - Kinderfahrräder werden stark beansprucht/ Testergebnisse mit dem Hercules "Young Club"	26
Diese Überschrift stimmt nicht: Weniger Kraft beim Treten - Ein Fahrrad mit der "2-Traktion"	27
Ein Fahrrad für zwei Personen - Verwandlung zum Einsitzer mit wenigen Handgriffen	28
Ein Fahrrad im Taschenformat - Das englische Faltrad "Blickerton portable"	29
Die Bewegungsfreiheit wird nicht eingeschränkt - Ein vorbildlich leicht laufender Fahrradanhänger/140 Liter Fassungsvermögen und Schnellkupplung	30
Einkaufskuli oder Picknick-Boy - Das Angebot an Fahrradanhängern	31
Der Sattel entscheidet über den Fahrkomfort. Primitive Sitzgelegenheiten aus Plastik verderben häufig die Freude am Radfahren	33
Fahrradbox - Die abschließbare Einzelbox mit vielen Vorteilen	35
Zwei neue Abstellanlagen für Fahrräder	36
Dokumentation: Materialfehler am Fahrrad	37
Ergänzungen zur Marktübersicht Sättel	41
Ergänzungen zur Marktübersicht Tandems	41
Literaturliste Technische Sicherheit von Fahrrädern	42
Impressum	43

Zum Thema	1
Neue Velos braucht das Land. Klagen und Forderungen einer Radfahrerin	1
Impressum	2
12-fiets-winter-tips	3
Hohgelächter für die ersten Radierinnen. Die Frau auf dem Rad - ein "unweibliches Wesen?"	4
Fahrrad-Technik - ja bitte	5
Erste Hilfe für das Fahrrad	8
Fahrrad - ABC	9
Was gehört zu einem sicheren Rad?	9
Mit dem Fahrrad umgehen	10
Fahrrad-Schnell-Test	11
Fahrrad nach Maß: Kauftips	12
IFMA '84 - Was gibt's Neues?	13
Der Fortschritt findet im Detail statt. Eine Bilanz der IFMA	14
Messe-Rundgang mit PRO VELO	15
Fahrradläden - anders als üblich	21
Fahrradschlösser	23
ADFC-Fachtagung: Wo bleibt das verkehrssichere Stadtfahrrad?	25
Gebrauchseigenschaften heutiger Stadtfahrräder	25
Konstruktionsmerkmale des modernen Stadtfahrrads	27
Gestalt und Kosten einer fahrradgerechten Infrastruktur	29
Ergo, Acrow und Cicyle. Entwicklungslinien moderner Stadträder	32
Fahrradtest: Hollandräder	35
Radfahren in der Stadt. Ergebnisse einer Studie	37
Die meisten Fahrräder sind technisch nicht sicher	41
Dokumentation: Murks am Fahrrad	42
Der Mann auf dem Hochrad	45
Große Sprünge auf dem Rad	47
Inhalt PRO VELO 1	49
Vorschau auf PRO VELO 3	49
Information des ADFC	50

Modellreihe "TORPEDO" im Vertrieb der Karstadt AG - Daten und Preise

City (mit 3-Gang-Rücktritt) 439 DM

Touring Herren 419 DM, Damen 429 DM, Damen weiß 439 DM

Sporting Herren 449 DM, Damen 459 DM

Supertour-12 Herren 549 DM, Damen 569 DM

Supertour-3 oder -6 Herren 499 DM, Damen 519 DM

Racing I Herren 579 DM, Damen 589 DM

Racing II 649 DM

Racing III 829 DM

VERKEHRSFLUSS UND GESCHWINDIGKEIT

Die Brochüre wird vertrieben durch den Verlag DIE SCHULPRAXIS, Oberstraße 31, 4330 Mülheim a.d.Ruhr 1. 68 Seiten, DIN A 4, mit Einstiegs-poster DIN A 2, DM 15,80

Symposium gegen Fahrrad-Diebstahl	2
Verkehrskongreß: Verkehr 2000 - ohne Auto mobil	2
Sozial- und Technikgeschichte des Fahrrads	3
Kann die Form des Fahrradrahmens noch weiter entwickelt werden?	6
Die Entwicklung des Ergorades	7
Ausstellung: Velo - das Rad der Zeit	10
Die "zweite" Erfindung des Kardan-Antriebs	11
Erfahrungen mit Liegerädern	13
Übersicht: Aerodynamik-Räder	14
Warum ist das Liegerad schneller?	16
Fahrwiderstände für einen Radfahrer	17
Kraftübertragungskennlinien für die Hinter-rad-felgenbremse an Damenrädern	23
Neue Bücher	24
Fahrradwerkstatt in der Schule	25
Hoffnungsschwimmer in der Verkehrserziehung	29
Verkehr - Umwelt - Fahrrad: Verkehrspädagogik als ökonomisch-politische Umwelt-erziehung	30
Leitlinien für die verkehrspädagogische Arbeit des ADFC (Entwurf)	32
Dokumentation: Murks am Fahrrad	33
Erfinderwerkstatt	36
Fahrradthemen in der Schule. Eine Auswahl-bibliographie in vier Teilen	37
- Teil 1: Fachliteratur zur Technik, Ener-getik, Physik und Geschichte des Fahrrads	37
- Teil 2: Fachliteratur über Fragen der Be-handlung von Fahrradthemen in der Schule	37
- Teil 3: Unterrichtsmaterialien, Unter-richtseinheiten und Stundenentwürfe zu Fahrradthemen im Unterricht	38
- Teil 4: Literatur für "Fahrradwerkstätten" in der Schule, insbesondere auch zur Re-pa-ratur und zum Selbstbau von Fahrrädern	45
Energieverbrauch des Radfahrers	45
Velo-Neuheiten: Fahrradanhänger	46
Reiseräder: Anforderungen und Ausstattung	47
Velofreundliche Straßenroste	49
Inhalt: PRO VELO 1 und 2	50
Vorschau auf PRO VELO 4	50

INHALT

IMPRESSUM	1
FAHRRADVERKEHR	
Radfahren - Gedanken zu einem Verkehrsmittel ...	2
Typische Verletzungen beim Radfahrerunfall ...	36
Radfahrerunfälle im Überblick	37
FAHRRAD-TESTS	
Wanderrad Ranger von Patria/Epple	4
Stadträder	5
Steckrad carrybike	6
Ergorad u.a.	7
Cardano Comfort von Fendt	8
Moulton	9
Reiseräder	10
Roulandt-Liegerad	46
THEMA: REISERAD	
Einstiegsmodell Reiserad	12
Anmerkungen zur Ausstattung von Reiserädern ...	13
Der "Shimmy-Effect"	15
Gepäckliste	16
Erfahrungen mit Fanrradtaschen (Test)	17
FAHRRADTRANSPORT	
Roll's Transportmobil	22
TECHNIK	
Auslegung eines Fahrradgetriebes	25
Schwebend fahren	26
Festigkeitsmeßwerte von Rahmen, Speichen, Ketten	28
Grundlagen der Funktion von Fahrradlicht- maschinen - Einfache Verbesserungsmöglich- keiten für konstante Lichtstärke schon bei niedrigen Geschwindigkeiten	32
Eine unkonventionelle Lichtanlage für das Fahrrad	35
Vom Nachlauf und seiner Bedeutung	42
Vorschlag für ein Arbeitskonzept einer künf- tigen Technik-AG im ADFC	45
VERKEHRSPÄDAGOGIK	
Verkehrssicherheit für den Radfahrer durch funktionales Verhalten - Konsequenzen für die Verkehrspädagogik	40
RECHT UND NORMUNG	
Gilt das Gerätesicherheitsgesetz auch für Fahrräder ?	43
FACHTAGUNGEN - KONGRESSE	
Fachgespräch Fahrradbremsen	47
Seminar Fahrrad heute	47
Wissenschaftliches Symposium: Vom Fahrrad zum energiesparenden Leichtfahrzeug - Fahr- radforschung in der Bundesrepublik Deutsch- land	47
PRO VELO	
Inhalt PRO VELO 1 bis 3	48

Sämtliche bereits erschienenen Ausgaben von PRO VELO werden stets vorrätig gehalten. Bitte bestellen Sie durch Vorauszahlung (Bank- oder Postüberweisung) bei Angabe Ihrer vollständigen Anschrift.

INHALT

Impressum/Inhalt	1
Integrierte Stadt- und Verkehrsplanung	2
Langsam Radfahren - Zur Auslegung von Ketten- schaltungen	4
Experimente mit neuen Materialien für Fahrrad- rahmen	9
Fahrradelektrik	10
Messung von Rollwiderstand und Luftwiderstand bei Fahrrädern	14
Der Wirkungsgrad im Fahrrad Antrieb	16
Messung von Fahrwiderständen beim Fahrrad	21
Erfahrungen mit Fahrradbremsen in der Praxis ...	35
Bremsen der meisten Fahrräder sind katastrophal ...	39
Erste Testergebnisse der "Leitra"-Prototypen ...	40
Forschungsdienst Fahrrad	42
Halogen-GLühlampen für Fahrrad-Scheinwerfer ...	44
Zur Funktion von Fahrrad-Lichtmaschinen	45
Testbericht: Der UNO-Fahrradanhänger	47
Bücher	48
§ 67 StVZO Prüfung der Standbeleuchtung	48
PRO VELO IM ABO ?	49
PRO VELO 1, 2, 3, 4 und EXTRA	50/51
PRO VELO-Verlosung	51

INHALT
TECHNIK

Licht einfach an- und ausschalten, wie beim Auto	2
Langsam radfahren. Zur Auslegung von Kettenschaltungen	9
Wartung und Verlegung von Seilzügen	21
Vom Fahrrad zum energiesparenden Leichtfahrzeug	27

TEST

Schnelle Reise auch im Rollstuhl	29
Veloschlösser für Anspruchsvolle	30
Stiftung Warentest prüft	31

VERKEHR

Die PRO VELO-Short Story	8
Forschungsdienst Fahrrad	32
PRO VELO-Dokumentation	34
Leserbrief	41
PRO VELO-Preisrätsel	42
PRO VELO im ABO	43
INHALT PRO VELO 4 und 5	44

KETTLER ALU-RÄDER DIE TESTSIEGER



test
Qualitätsurteil
gut
Heft 3/83

Daxi 28", mit dem roten 32er Berggang. Diese 6-Gang-Positron-Schaltung mit Vordahlautomatik erreicht den Bereich einer 10-Gang-Schaltung. Also leichte-Bergauffahren. n, schweres Treten ermüdet die Muskeln schneller. Leichtes Treten hat einen besseren physiologischen Muskelwirkungsgrad. Auch beim Damenrad Dixi.

**WARTEN SIE UM
AUF ALUMINIUM!**

KETTLER
Kettler
Warenfabrik
Co.
Lyon-Parsit

Safari 26"
Testsieger in seiner Klasse. Die Fahrradneuheit für jedes Gelände, Wald, Feldwege, Strand und Schnee, aber auch für die Straße. Genießen Sie die Natur abgasfrei, erleben Sie eine neue Fahrradwelt. 18-Gang-Schaltung. Komfortable griffsichere Stollenbereitung für Gelände und Asphalt.

tour
rund ums rad
TEST 12/85



test
Qualitätsurteil
gut
Heft 3/86

Antje 28", das komfortable Tourenrad mit bequemem Einstieg F&S 3-Gang-Nabenschaltung und Rücktrittbremse. Ermüdungsfreie Sitzposition. Stabiler Gepäckträger, hohe Zuladung. Mit Kleiderschutz und reichhaltiger Ausstattung

Kettler Alu-Räder, erhältlich im Fahrradfachhandel und Warenhäusern.



