

# Das 53 Fahrrad - Magazin

## Bremsen & Schalten

### Thema

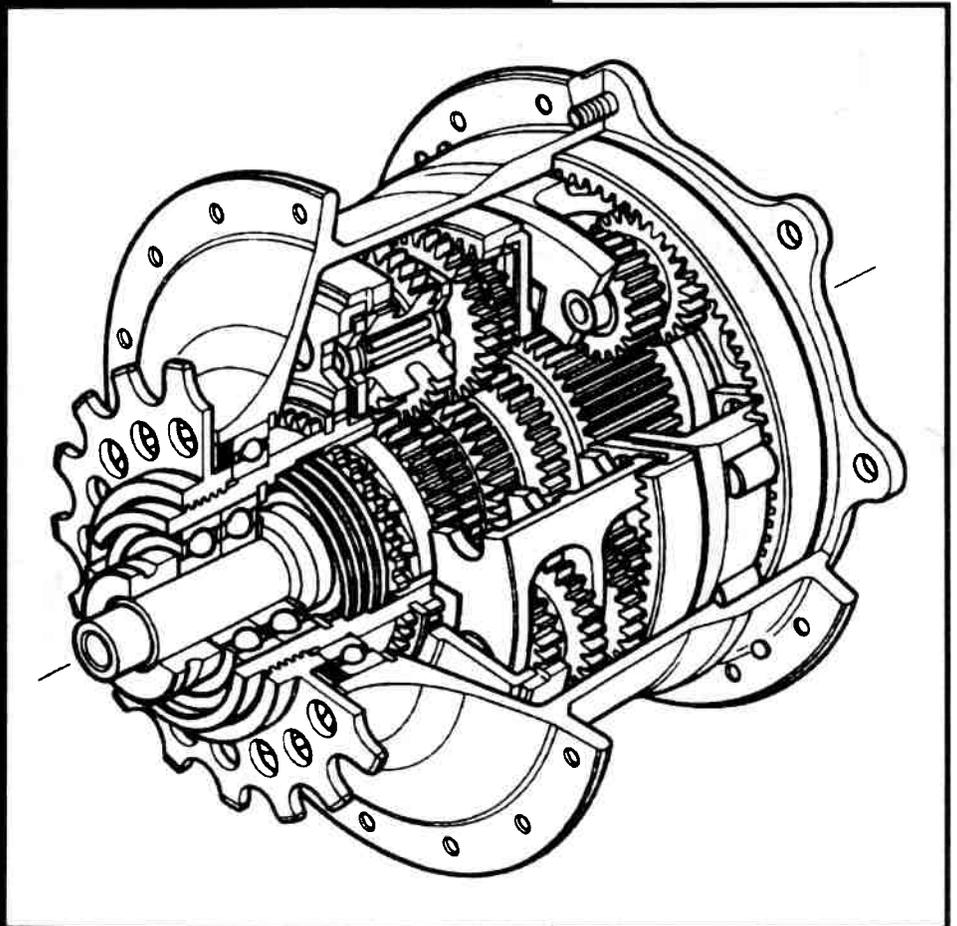
- Physik und Technik der Fahrradbremsen
- Entwicklungstrends bei Schaltwerken
- 14 - Gang-Nabenschaltung
- Stufenlose Schaltung

### Technik

- Kettenloses Hybrid-Fahrrad
- Rail-Biking
- 3. Weltmeisterschaften für Schienen - HPVs

### Kultur

- Forschungsdienst Fahrrad



## IMPRESSUM

Herausgeber und Verleger  
Burkhard Fleischer

Redaktion: Burkhard Fleischer

Verlags- und Vertriebsanschrift  
PROVELO Buch- und Zeitschriftenverlag  
Riethweg 3, 29227 Celle  
Tel. 05141 86110 Fax 05141 84783  
Konto: Postgiro Essen KtoNr. 16909 431  
(BLZ 360 100 43) oder Volksbank Burgdorf Celle  
KtoNr. 815292600 (BLZ 251 613 22)

Satz: Calamus  
Druck: Linden-Druck GmbH Fossestr. 97a  
30453 Hannover 91

Erscheinungsweise  
PROVELO erscheint viermal im Jahr: im März, Juni,  
September und Dezember. Redaktions- und An-  
zeigenschluß jeweils am 1. des Vormonats.

Einzelpreis  
8,50 DM einschließlich 7% MWSt zuzüglich 2,00  
DM Versandkosten (Bestellung nur durch Voraus-  
zahlung!).

Abonnement  
34,00 DM für 4 Ausgaben. Das Abo verlängert sich  
automatisch. Kündigungen jederzeit bis 6 Wochen  
vor Ende des Bezugszeitraumes möglich.

Sonderaktion  
Ab 10 bereits erschienenen Ausgaben (Zusam-  
menstellung nach Wahl) pro Heft 4 DM zzgl. Ver-  
sandkosten (Bestellung nur durch Vorauszahlung  
!). Sonderkonditionen für Wiederverkäufer und Ver-  
anstalter von Fahrradaktionen sind beim Verlag zu  
erfragen.

Adressenänderung  
Selbst bei gestellten Nachsendungsanträgen wer-  
den Zeitschriften nicht nachgeschickt, sondern von  
der Post vernichtet. Um Heftverluste zu vermeiden,  
bittet der Verlag, alle Abonnenten im Falle einer An-  
schriftenänderung uns umgehend die alte und  
neue Anschrift mitzuteilen. Ansprüche auf Nachlie-  
ferung verlorengegangener Hefte infolge nicht mit-  
geteilter Adressenänderungen sind ausge-  
schlossen.

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben die  
Meinung des Autors, nicht die des Verlages wie-  
der. Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird  
keine Haftung übernommen.

PRO VELO 53 Juni 1998  
Copyright (c) 1998 by Burkhard Fleischer  
ISSN 0177-7661  
ISBN 3 925209 54 9

## INHALT

### Thema

- 4 **Fahrradbremsen: Allgemeine Einführung  
in Physik und Technik**
- 11 **Bremstechnik als Kompromiß zwischen  
technisch Machbarem und finanziell Machbarem**
- 14 **Entwicklungstrends bei Schaltwerken**
- 17 **„Speedhub 500/14“  
14-Gang-Nabenschaltung von Rohloff**
- 20 **Auf variablen Bahnen kreisen**

### Technik

- 21 **Kettenloses Hybrid-Fahrrad**
- 24 **Rail-Biking: Hoffnung für heimische Touristik**
- 25 **Draisine: Renaissance eines alten Verkehrsmittels**
- 26 **3. Weltmeisterschaften für Schienen-HPVs**

### Kultur

- 28 **Leserbriefe**
- 29 **Forschungsdienst Fahrrad**

### Vermischtes

- 2 **Impressum**
- 30 **Kleinanzeigen**
- 31 **PRO VELO bisher**

### Geplante Themenhefte

- Faszination Fahrrad**
- Bremstechnik (2)**
- Schaltungstechnik (2)**

Titelbild: Ilse Fleischer

**PRO VELO wird auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt**

Liebe Leserinnen und Leser,

Diesem Heft haben wir das Thema „Bremsen & Schalten“ gegeben. Viele von Ihnen werden meinen, es muß anders herum lauten. Zuerst kommt das Beschleunigen, dann das Bremsen. Nun, mit dieser Reihenfolge wollen wir unterstreichen, daß die Bremsen als sicherheitsrelevantes Bauteil oftmals sträflich vernachlässigt werden. Hatten wir zunächst geplant, in gewohnter PRO-VELO-Manier einem eher allgemeinen Einführungsartikel themenbezogene Beispiele vorzustellen, so ist das in diesem Heft etwas anders geworden. Zum Thema „Bremsen“ finden Sie zwar die allgemeine Darstellung, wegen der Beispiele müssen wir Sie auf das nächste Heft vertrösten; zum Thema „Schalten“ ist es genau anders herum.

Beim Recherchieren zu einem bestimmten Thema schaut man sich natürlich um, welche Literatur es hierzu auf dem Markt gibt. Zum Bremsenthema soll an dieser Stelle ausdrücklich auf zwei Werke hingewiesen werden, die bei der Arbeit sehr hilfreich waren:

**Michael Gressmann**  
**Fahrradphysik und Biomechanik**  
**Moby Dick Verlag, Kiel 1995**

**Forum Berufsbildung e.V. Berlin (Hrsg)**  
**Fernlehrgang Fahrrad Lehrbrief 19:**  
**Henning Oeljen; Bremssysteme**  
**Berlin 1996**

Ich hebe die benutzten Quellen an dieser Stelle besonders heraus, um auf ein Problem hinzuweisen. Jede

journalistische und wissenschaftliche Tätigkeit setzt sich mit Gedanken von Kollegen auseinander, greift sie auf, übernimmt sie, verwirft sie, entwickelt sie weiter. Mitunter kann es jedoch passieren, daß man auf Gedanken, als Originale ausgegeben, stößt, die einem jedoch aus einer anderen Quelle bekannt vorkommen oder die man selbst publiziert hat. So ist es unserem Autor Gerald Fink mit einem Artikel in einer Radfahrzeitschrift ergangen. Liebe Leserinnen und Leser, beteiligen Sie sich doch einfach mal auf S. 20 an dem bekannten Spiel „Original und Fälschung“!

Ich wünsche Ihnen viel Lesespaß beim aktuellen Heft und einen erfreulichen Radlersommer!

*Ihr Burkhard Fleischer*

**Endlich !**

Auswählen  
per Katalog:

Jetzt können Sie  
sich Ihr  
**Liegerad-Zubehör**  
ins Haus schicken  
lassen !

**Fahrradscheune**  
**Der Spezialrad-Laden in Ffm**  
**Verkauf und Verleih**  
Alt Harheim 27 60437 Frankfurt  
06101/48958

Reifen, Schläuche,  
Felgen, Schutzbleche,  
Rückspiegel,  
und, und, und . . .  
für Ihr Liegerad:

**Fordern Sie  
das neue  
Versand-Angebot  
der Fahrradscheune  
an !!!**

Frankierter Rückumschlag  
genügt !

# Fahrradbremsen

## Allgemeine Einführung in Physik und Technik

Zuerst kommt die Geschwindigkeit - dann der Sturz. So könnte der Umweg der Fahrradentwicklung von der Draisschen Laufmaschine über das Hochrad zum Niederrad beschrieben werden. Sportliche Leistungen stehen zuvorderst, Sicherheitsbedenken kommen zuletzt. So schreibt noch Wilhelm Wolf 1890 (Wilhelm Wolf Fahrrad und Radfahren. Dortmund 1979 (Reprint der Ausgabe von 1890)), daß eine Rennmaschine nicht mit einer Bremse zu versehen sei.

Von diesem Hinweis abgesehen, äußert sich Wolf sehr modern zur Bedeutung der Bremse: „Eine der wichtigsten und unentbehrlichsten Vorrichtung an einer Tourenmaschine (Rennmaschinen sind damit nicht versehen) ist eine kräftige Bremse. Man kann sagen, daß je besser und vorzüglicher eine Maschine in ihren einzelnen Teilen ist, je leichter sie läuft, desto notwendiger sie einer guten Bremsvorrichtung bedarf, wenn der Fahrer die Herrschaft über sein Fahrzeug nicht verlieren soll. Dabei darf man ja nicht glauben, daß man nur in bergigen Gegenden beim Bergabfahren zu bremsen hat, nein, auch in der Ebene, beim Ausweichen, bei plötzlich auftauchender Notwendigkeit, augenblicklich langsamer zu fahren, beim Anhalten u. s. w. ist der Fahrer darauf angewiesen, sich auf seine Bremse zu verlassen.“ (a a O., S. 73)

Zu Wolfs Zeiten scheint es nur zwei Bremssysteme gegeben zu haben, die Löffelbremse, die von oben auf die Bereifung wirkt, und eine Reibrollenbremse. Um so erstaunlicher ist, daß Wolf kritisch beide Systeme betrachtet. Auswirkungen der Bremsen auf die Richtungsstabilität des Fahrzeugs diskutiert, zwischen Vorder- und Hinterradbremse differenziert und die Möglichkeiten der Fußbremse im Vergleich zur Handbremse untersucht.

10 Jahre später ist das Spektrum an Bremsvorrichtungen deutlich breiter (siehe hierzu Schiefferdecker, Das Radfahren und seine Hygiene 1900 Reprint in H.-E. Lessing (Hrsg.) Fahrradkultur 1 Reinbek 1982). Neben Löffel- und Reibrollen-

bremse werden Rollen-, Felgen- und Nabenbremsen vorgestellt, selbst eine Pneumatikbremse wird gezeigt.

Im Vergleich von Vorder- mit Hinterradbremse favorisiert Schiefferdecker aus Sicherheitsüberlegungen die Hinterradbremse (Lenkung wird nicht beeinflusst, Sturzgefahr über das Vorderrad ist nicht so groß, a a O., S. 160). Einen weiteren Vorteil in der Hinterradbremse sieht er in der geringen Verschleißanfälligkeit dieses Bremsentyps (S. 170). Das interessante an der Schiefferdeckerschen Bremsdiskussion ist, daß er eine Entwicklung vorzeichnet, die in Deutschland bis Ende der 70er Jahre die Bremstechnik für das Alltagsfahrrad bestimmte: Die Rücktrittbremse. Obwohl Schiefferdecker sachlich fast unterkühlt über diese Bremse referiert, stellen sie einen Innovationssprung in der Fahrradtechnik für ihn dar. Denn die Rücktrittbremse erfordert die Entkopplung von Antrieb und Laufrad über einen Freilauf, dessen verbesserte Einfüh-

rung Schiefferdecker auf das Jahr 1899 datiert (S. 136).

Für Jahrzehnte, seit der F&S - Torpedo - Rücktrittnabe bildete die Rücktrittbremse und eine Alibi-Vorderrad-Stößelbremse, die nur dazu taugte, der gesetzlichen Minimalforderung nach „zwei voneinander unabhängigen Bremsen“ Genüge zu tun, die Standardausstattung für das Gebrauchsrads. Aufgekündigt wurde dieser Standard durch die Entwicklung der Kettenschaltungen, denn eine Kettenschaltung verträgt sich nicht mit einer Rücktrittbremse. Waren Felgenbremsen aus dem Rennsport durchaus bekannt, so fanden sie erst über den Weg über das MTB zum Alltagsrad.

Der historische Exkurs gibt Hinweise auf die beim Bremsen relevanten Komplexe zum einen die physikalischen Rahmenbedingungen des Bremsvorganges, zum anderen die technischen Lösungen, diese zu beherrschen.

### Teil 1: Physikalische Grundlagen

Bremsvorgänge sind äußerst komplexe Sachverhalte. Um sie dennoch beschreibbar zu machen, bedient sich der Physiker physikalischer Modelle, die eine Idealisierung der Wirklichkeit unter einer bestimmten Fragestellung bedeutet.

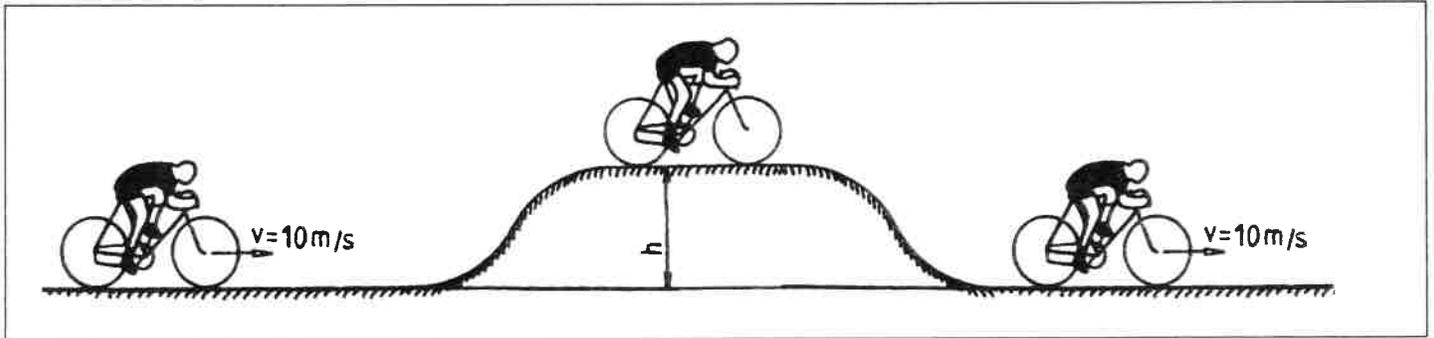
Eine erste Idealisierung in diesem Sinne stellt der Begriff Massenpunkt, an dem alle Kräfte angreifen.

Eine weitere Idealisierung stellt der Begriff der „gleichförmigen Bewegung“ dar. Unter der gleichförmigen Bewegung wird eine Geschwindigkeit verstanden, die weder ihren Betrag noch ihre Richtung ändert. Nach dem „Trägheitsgesetz“ ist die gleichförmige Bewegung kräftefrei. Jeder Körper beharrt in seinem Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen geradlinigen Bewegung, wenn er nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, seinen Zustand zu ändern.“ (1 Newtonsches Axiom).

Auf das Radeln umgesetzt würde die-

ser Satz folgenden Ablauf beinhalten. Der Radler setzt sich auf sein Rad, tritt so lange in die Pedale (**Beschleunigungskraft;  $F_{\text{Beschl}} = F_{\text{Träg}}$** ) bis die gewünschte Reisesgeschwindigkeit (gleichförmige Bewegung) erreicht ist. Er könnte mit dem Tretten aufhören und kilometerweit dahinfahren, denn das System Fahrrad/Radler beharrt in diesem Zustand. Jeder Radler weiß, daß dies in der Praxis nicht vorkommt. Auf das System Fahrrad/Radler wirken Luftwiderstand und Rollreibung als bremsende Kräfte. Hierbei ist jedoch wichtig festzustellen, daß die Kräfte, die bei gleichmäßigem Dahingleiten aufzuwenden sind, lediglich gleichgroß wie die Widerstandskräfte zu sein brauchen ( **$F_{\text{Fahr}} = F_{\text{Roll}} + F_{\text{Luft}}$** ) während Kräfte, die das System Fahrrad beschleunigen, erheblich größer sein müssen, um die Massenträgheit zu überwinden ( **$F_{\text{Beschl}} = F_{\text{Träg}} + F_{\text{Roll}} + F_{\text{Luft}}$** ).

Beim Bremsen läuft der gleiche Vor-



**Umwandlung von kinetischer Energie in potentielle Energie:** Fährt das Fahrrad z.B. mit einer Ausgangsgeschwindigkeit von 25 km/h, so kann es einen Hügel von 2,46 m erklimmen, bis es zum Stillstand kommt. Die kinetische Energie ist dann vollständig in potentielle umgewandelt worden. Rollt das Fahrzeug den gleichen Hügel hinab, wird es wieder mit 25 km/h weiterfahren. Die potentielle Energie ist in kinetische Energie „zurückverwandelt“ worden.

gang mit umgekehrten Vorzeichen ab. Bremsvorgänge werden auch als negative Beschleunigung bezeichnet. Zum Bremsen reicht es demnach nicht aus, mit dem Treten aufzuhören und auf die bremsende Wirkung von Luftwiderstand und Rollreibung zu vertrauen, denn nun widersetzt sich die Massenträgheit, den dahingleitenden Zustand aufzugeben. Eine bremsende Kraft muß der Massenträgheit zusätzlich Paroli bieten. Die technische Vorrichtung hierfür stellt die Bremse dar.

Die physikalischen Abläufe, die sich beim Bremsen abspielen, sind jedoch weit komplexer. Die Energie, die ein sich bewegendes System repräsentiert, muß „vernichtet“ werden, um das System zum Stehen zu bringen. Nach dem „Prinzip von der Erhaltung der Energie“ ist das jedoch nicht möglich. „In einem abgeschlossenen System, in dem sich beliebige mechanische, thermische, elektrische, optische und chemische Vorgänge abspielen, bleibt die Gesamtenergie unverändert.“ Auf unser Bremsproblem übertragen bedeutet das, daß Bewegungsenergie umgewandelt wird, in der Regel in thermische, Felgen, Bremsstrommel oder Bremscheibe werden beim Bremsen heiß. Diese physikalische Tatsache hat auf die Konstruktionstechnik der einzelnen Bremse erhebliche Auswirkungen: Veränderliche Temperaturen der Bauteile können die Funktionstüchtigkeit der einzelnen Bremse erheblich beeinflussen. Bremsen bedeutet physikalisch, mechanische Energie in nicht nutzbare thermische Energie umzuwandeln. Da die Energiereserven eines Radlers begrenzt sind, gibt es von Zeit zu Zeit immer wieder Überlegungen, die Bremsenergie zu speichern, um

sie beim Anfahren zum Beschleunigen wieder nutzen zu können. Zum einen sind mechanische Vorrichtungen unterbreitet worden, Sie beruhen auf dem „Energiesatz der Mechanik: Bei allen mechanischen Vorgängen bleibt die Summe aus kinetischer und potentieller Energie d.h. die Gesamtenergie, unverändert“

Ein Beispiel mag den Zusammenhang verdeutlichen: Fährt ein Radler auf einer ebenen Fahrbahn mit einer bestimmten Geschwindigkeit, so verkörpert das System Fahrrad eine bestimmte Bewegungsenergie oder kinetische Energie

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m_i \cdot v^2$$

Rollt das System Fahrrad jedoch einen Hügel hinauf bis es stehen bleibt, so ist die kinetische Energie in potentielle Energie

$$E_p = m_i \cdot g \cdot h$$

umgewandelt worden. Rollt das Fahrzeug auf der anderen Seite wieder hinunter, ist die potentielle wieder in kinetische Energie „zurückverwandelt“ worden und unter Vernachlässigung von störenden Widerständen fährt das System Rad mit der gleichen Geschwindigkeit weiter wie vor dem Hügel.

Bei herkömmlichen Bremssystemen wird kinetische Energie in Wärme umgewandelt und geht für den Radler verloren. Kinetische Energie kann durch mechanische Vorrichtungen z.B. in potentielle Energie umgewandelt werden (Federn, die beim Bremsen gespannt werden; die Federspannung kann beim Anfahren als Beschleunigungskraft genutzt werden). So verführerisch dieser Überlegungen sind, so aufwendig ist ihre Umsetzung. Eine praktikable Lösung für den innerstädtischen Verkehr wäre schon interessant.

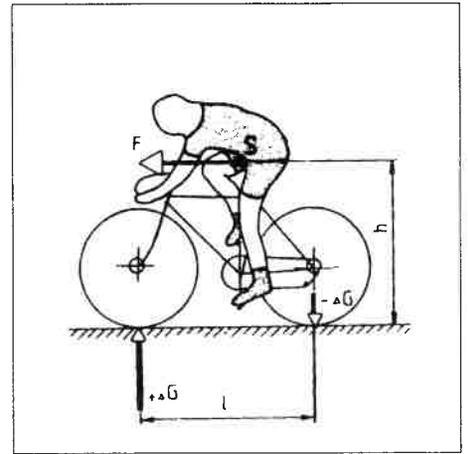
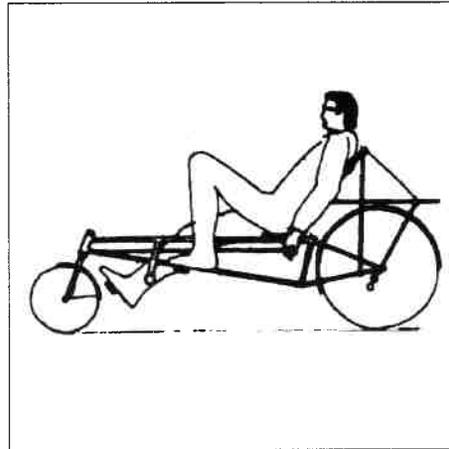
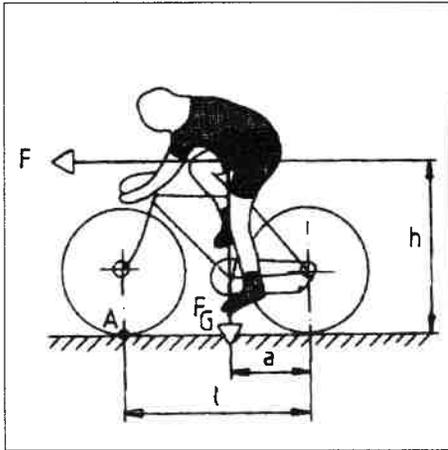
Kommen wir zu den physikalischen Bedingungen des Bremsvorganges zurück. Wir haben weiter oben bereits den Massenschwerpunkt erwähnt. Er ist insofern eine Idealisierung, da das „System Fahrrad“ eine Ausdehnung im Raum hat, ein Punkt jedoch nicht. Differenzieren wir die Betrachtung etwas. Das „System Fahrrad“ soll aus dem Fahrzeug Fahrrad und dem Menschen als Nutzer bestehen. Sowohl das Fahrrad als auch der Radler haben jeweils einen eigenen Massenschwerpunkt. Das „System Fahrrad“ hat dagegen einen dritten als resultierenden aus den beiden erstgenannten. Wenn jetzt jedoch Gepäck auf den Gepäckträger geladen wird, wandert der System-schwerpunkt nach hinten, beugt sich der Radler stärker nach vorne, wandert er nach vorne. Die Lage des System-schwerpunktes beeinflusst die Richtungsstabilität, das Kurvenverhalten, den Komfort und eben auch die Bremsvorgänge.

An dem Massenschwerpunkt greift die Gewichtskraft und die Trägheitskraft an. Aus dieser Tatsache können bereits einige aufschlußreiche Betrachtungen zum Bremsverhalten unterschiedlicher Konstruktionsprinzipien angestellt werden. Zeichnen wir ein maßstabgerechtes Modell des zu untersuchenden „System Fahrrad“ und tragen die wirksamen Kräfte als Vektoren (Pfeile, die die Richtung und den Betrag der Kräfte darstellen) auf, so gibt die **Resultierende R** aus **Gewichts- (FG)** und **Trägheitskraft (FT)** Aufschluß über das Bremsverhalten. Schneidet **R** (oder ihre Verlängerung) die Standfläche zwischen den Reifenaufstandspunkten, so ist stabiles Bremsen gewährleistet, schneidet **R** die Standfläche vor dem vorderen

Reifenauflandpunkt, so bäumt sich das „System Fahrrad“ hinten auf.

strukturer optimale Voraussetzungen für kurze Bremswege bietet.

zeug sich überschlägt. Mit der Scheibenbremse ist dies auch technisch machbar.

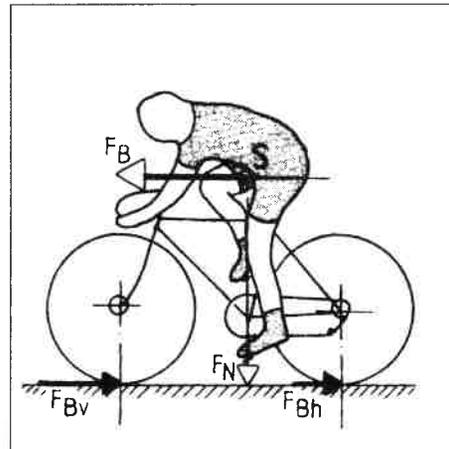
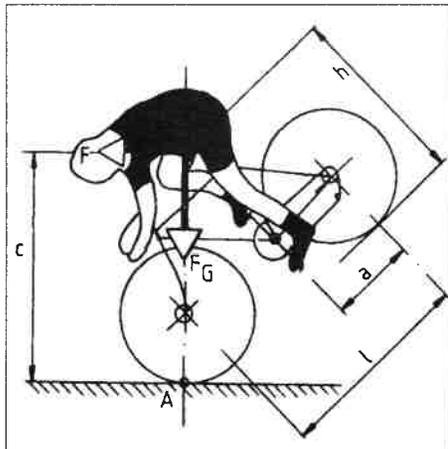


An diesem Modell können einige Betrachtungen für ein **bremslabiles Fahrzeug** angestellt werden:

- hoher Schwerpunkt
- Schwerpunkt weit vorne
- kurzer Radstand
- starke Bremskräfte auf das Vorderrad

Die Vorgänge beim Bremsen haben wir bisher unter Betrachtung des Masse Schwerpunktes betrachtet. Die Trägheitskraft  $F$  greift im Schwerpunkt  $S$  des Systems an. Sie ist gleich der Bremskraft  $F_B$ . Diese Bremskraft teilt sich in die Teilbremskräfte Vorderrad ( $F_{Bv}$ ) und Hinterrad ( $F_{Bh}$ ) auf.

Im Bremsvorgang gilt es, die Reibung zwischen Bereifung und Fahrbahn - normalerweise als „Rollreibung“ ein lästiger „natürlicher“ Fahrwiderstand - künstlich zu erhöhen. Dabei ist zwischen zwei Zuständen zu unterscheiden, nämlich zwischen der sogenannten „Haftreibung“, bei der die Drehgeschwindigkeit des Laufrades kontinuierlich mit der Geschwindigkeit des Fahrzeuges abnimmt, und der „Gleitreibung“ (= Blockade des gebremsten Rades), bei der Drehgeschwindigkeit des Laufrades und Fahrzeuggeschwindigkeit entkoppelt sind (siehe Gressmann S. 114 f). Die Gleitreibung gilt es zu vermeiden, weil hier a) die Fahrzeugverzögerung geringer ist als bei der Haftreibung, b) ein blockierendes Laufrad nicht mehr lenkbar ist und c) der Materialverschleiß zu groß ist („Radieren“ des Reifens auf der Fahrbahn).



Spiegelbildlich folgt daraus für ein **bremsstabiles Fahrzeug**:

- niedriger Schwerpunkt
- Schwerpunkt weit hinten
- langer Radstand
- geringe Bremskräfte auf das Vorderrad

Der letzte Punkt soll allerdings nicht als Wunsch nach schlechten Bremsen mißverstanden werden. Nach diesen Überlegungen spricht alles für das lange Liegerad als das Fahrzeug, das von der Kon-

Beim Bremsen verlagert sich ein Teil des Systemgewichts  $FG$  vom Hinterrad auf das Vorderrad. Das Vorderrad wird belastet, das Hinterrad entlastet. Die Bremskraft  $F_B$ , der Radstand  $l$  und die Schwerpunkthöhe  $h$  bestimmen die Größe der Radlastenerhöhung (siehe Gersemann, a a O., S. 116)

Die wirksamere Bremse ist somit die Vorderradbremse. Der Darstellung ist ferner zu entnehmen, daß beim langen Liegerad physikalisch größere Bremskräfte möglich sind, ohne daß das Fahr-

Die beste Verzögerung erzielt man mit einer Bremsung kurz vor dem Blockieren des Rades. Diesen Punkt zu erreichen, erfordert viel Übung und Erfahrung des Radlers, denn die Haftreibung erfolgt zwischen zwei, im Fahrbetrieb sich stets wechselnden Materialien. Dem konstanten, weil einmal gewähltem Reifenmaterial und der Fahrbahn, die mal glatt, mal rau, mal fest, mal locker sein kann.

Die Haftreibung wird zum einen durch die Größe des sogenannten Haftreibungskoeffizienten  $\mu$  bestimmt, zum anderen durch den Reifenanpreßdruck auf die Fahrbahn, der Gewichtskraft  $F_G$ :

$$F_H = \mu \cdot F_G$$

Teil 2: Konvertierung der Kräfte im Bremsvorgang

Im Folgenden wollen wir die wirksamen Kräfte beim Bremsvorgang an einem schematisierten Modell verfolgen, wobei vor allem die Vorderradbremse berücksichtigt werden soll.

1. Im Zustand der gleichförmigen Bewegung rollt das Fahrzeug mit einer festen Geschwindigkeit dahin.
2. Im Bremsvorgang wird ein Widerstand zwischen Reifenlauf­fläche und Fahr­bahn­oberfläche erzeugt ( $F_{\text{Haft}}$ ;  $F_{\text{Gleit}}$ ).
3. Bei Vernachlässigung der natürlichen Widerstände (Luft- und Rollwiderstand) wird  $F_{\text{Haft}}$  künstlich erzeugt und zwar durch die Bremskraft.
4. Die Bremskraft steht in Relation zur Bremsnormalkraft. Bei einer Felgenbremse ist die Bremsnormalkraft die Anpreßkraft der Bremsklötze auf die Felge.
5. Die Bremsnormalkraft wird vom Fahrer erzeugt, in der Regel über den Bremsgriff durch die Handkraft ( $F_{\text{Hand}}$ ).

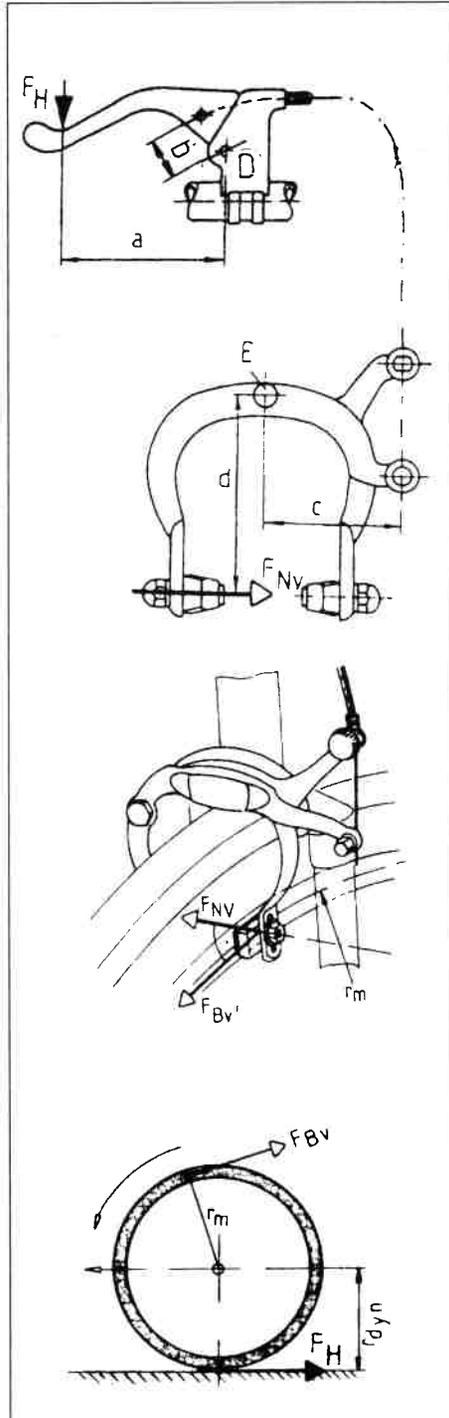
Qualitätsbestimmend für eine Bremsanlage ist es, wieviel der eingesetzten Handkraft der schiebenden Trägheitskraft ( $F_{\text{Träg}} = F_{\text{Haft}}$ ) Paroli bieten kann. Auf dem Weg von der Hand zur Schnittstelle Fahr­bahn/Bereifung durchläuft die Kraft viele Wandlungsprozesse, bei jeder dieser Wandlungen kann von ihrem Betrag einiges „abgeknabbert“ werden.

a) Kraftübertragung Handkraft ( $F_{\text{Hand}}$ ) vs. Bremsnormalkraft ( $F_{\text{N}}$ )

Die Kraftübertragung berechnet sich nach folgender Formel:

$$F_{\text{N}} = \frac{F_{\text{Hand}} \cdot a \cdot c}{b \cdot d}$$

Aus dieser Formel sind die Größen diskutierbar, die die Bremsnormalkraft beeinflussen. Die Handkraft ist individuell vom Radler abhängig. Möglich ist es, sie durch die prinzipiell größere Fußkraft zu ersetzen, was ganz andere Bremssysteme bedingt (siehe die klassische Rücktrittbremse, aber auch die durch Fußkraft betätigte Felgenbremse ist möglich, sie-



Kraftübertragungen beim Bremsen

- Oben: Handkraft vs. Bremsnormalkraft
- Mitte: Bremsnormalkraft vs. Bremskraft
- Unten: Bremskraft vs. Haftreibungskraft
- (Alle Abb. aus Gersemann, a. a. O.)

he hierzu Armin Beck, Rücktrittbremse für Fahrräder mit Kettenschaltung; In: PRO VELO 26, S. 14-16).

Der Veränderung der Hebelmaße **a** und **b** sind enge Grenzen gesetzt, sie sind an die Ergonomie der Hand gebunden. Dagegen sind die Maße **c** und **d** vom Prinzip her manipulierbar, wobei es je nach Bauprinzip der Felgenbremse unterschiedliche technische Begrenzungen gibt. Bei der hier als Beispiel gewählten Seitenzugfelgenbremse ist die Bremschenkellänge **d** durch die Reifenhöhe und den nötigen Raum für das Schutzblech vorgegeben, bei einem Rennrad z. B. fallen diese Vorgaben weg und **d** kann günstigerweise kürzer ausfallen.

Je länger **c** dagegen wird, desto weiter ragen die Schenkel seitlich heraus und Defekte durch mechanische Fremdeinwirkungen sind wahrscheinlich. Ein zentrales Problem ist jedoch, daß die Bremsnormalkraft **FN** senkrecht zur Bremskraft **FB** steht, so daß auf die Bremschenkel Scherkräfte wirken, die zum Flattern oder gar zum Verbiegen der Schenkel führen können. Diese Gefahr wird um so größer, je länger die Schenkel der Bremse sind. Die Verformung der Bremschenkel führt zum einen dazu, daß die Justierung der Bremsbeläge relativ zur Felge während des Gebrauchs sich ständig ändert, zum weiteren kann es zu einer bleibenden plastischen Verformung der Bremszange kommen (siehe hierzu Dieter Wobben, Trocken- und Naßbremswirkung von Felgenbremsen; In: Radmarkt 11/85 S. 69 ff). Die Gefahr der dauerhaften plastischen Verformung ist besonders dann gegeben, wenn das Material zu schwach dimensioniert ist. Aus Marketinggesichtspunkten wird ja oftmals das Gewichtskriterium als Qualitätsmerkmal betont herausgestellt.

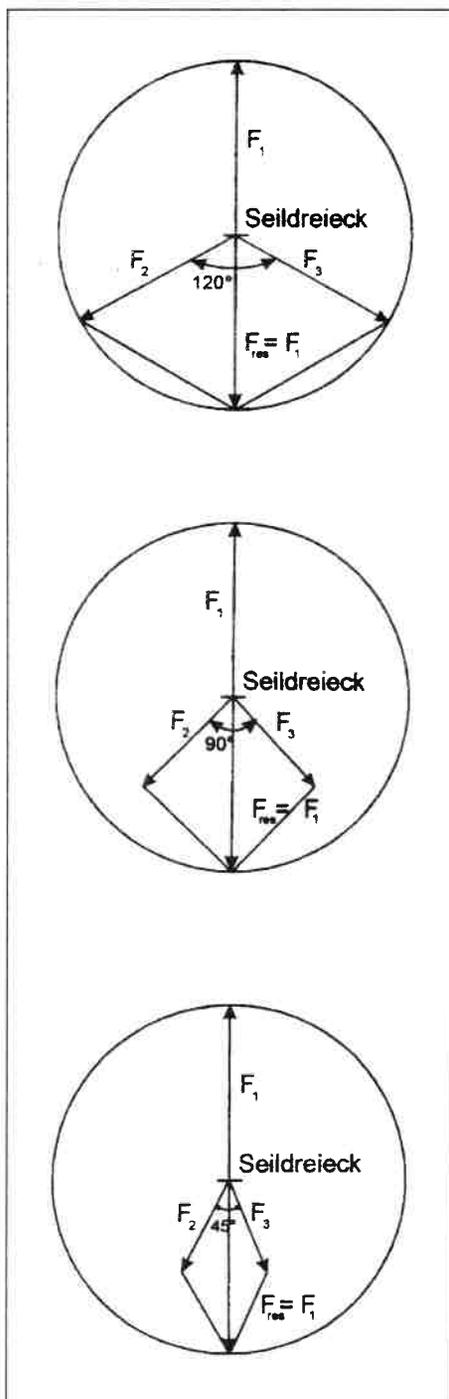
Bei Cantileverbremsten lassen sich diese Probleme bauartbedingt besser beherrschen. Hierbei handelt es sich um eine spezifische Form der Mittelzugbremse, deren Bremschenkel über ein Briedenseil miteinander verbunden wird und das eigentliche Bremsseil mittig am Briedenseil angreift. Bei den Mittelzugbremsen besteht nun die Besonderheit, daß das Hebelverhältnis **c:d** nicht alleine das Maß für das Übersetzungsverhältnis der Bremse ist, sondern dieses erheblich vom Seildreiecks- oder Briedenseilwinkel beeinflusst wird (siehe dazu Zeichnungen

und Berechnungen rechts; die Zeichnungen sind dem „Fernlehrgang Fahrrad“ Lehrbrief 19 entnommen).

Als **Zwischenfazit** gilt es festzuhalten: Wieviel von der am Bremshebel eingebrachten Handkraft als Bremsnormalkraft auf die Felgen drückt, ist einerseits bauart-, andererseits montagebedingt. Je nach montierter Briedenseillänge stellt sich ein unterschiedlicher Seildreieckswinkel ein, der bei ein und derselben Bremse selbst bei gleicher Handkraft verschiedene Bremskräfte wirken läßt.

Ein weiterer Faktor, der die Bremskräfte beeinflußt, ist der der Kraftübertragung zwischen Bremshebel und Bremse: Als größte Schwachstelle an der Felgenbremse gilt der Bowdenzug. Haben neu verlegte Züge einen Wirkungsgrad von 60-70%, so verringert sich dieser bereits nach kurzzeitigem Gebrauch auf 20-30% (siehe hierzu Dieter Freudig, Anforderungen an Felgenbremsysteme, In: Radmarkt 9/1986, S. 243 ff; Jürgen Seefeld u. a., Anforderungen an die Fahrradfelgenbremse, In: Radmarkt 8/1986, S. 83 ff; NN, Wissenswertes über Wartung und Verlegung von Seilzügen, In: Radmarkt 6/1982, S. 105ff). Unabhängig von der Qualität der Bremse können Material, Verlegung und Wartung der Bowdenzüge die Wirkung der Bremse erheblich beeinflussen. Diese Faktoren sind während des Gebrauchs bei der traditionellen Felgenbremse montageabhängig und damit von der Bremse im eigentlichen Sinne unabhängig. Denn auch hier gilt wie bei vielen technischen Apparaten: Das Gesamtsystem ist nur so gut wie sein schwächstes Glied.

Äußerst geringe Verluste bei der Kraftübertragung sind bei Hydrauliksystemen zu verzeichnen. Da macht es durchaus Sinn, nur den Bowdenzug durch einen Hydraulikschlauch zu ersetzen, wie von Sachs vor einigen Jahren vorgeschlagen (siehe PRO VELO 35, S.23), die traditionellen Bremsen können weiterbenutzt werden. Konsequenter ist es jedoch, auf eine komplette Hydraulikbremsanlage zurückzugreifen. Der Hersteller hat dann sämtliche Komponenten - von dem Bremshebel bis zum Bremsgummi, von der Felge abgesehen - aufeinander abgestimmt, die Ersatzteile sind systemspezifisch, damit sollten Wartungsfehler und nicht abgestimmte Systemteile vermeidbar sein.



**Berechnung der Zugkraft am Kipphebel einer Cantileverbremse nach folgender Formel:**

$$\cos 1/2 \beta = \frac{1/2 F_1}{F_2} ; F_2 = \frac{1/2 F_1}{\cos 1/2 \beta}$$

**Oben:**  $\beta = 120$  Grad,  $F_1 = 200$  N,  $F_2 = 200$  N

**Mitte:**  $\beta = 90$  Grad,  $F_1 = 200$  N,  $F_2 = 141$  N

**Unten:**  $\beta = 45$  Grad,  $F_1 = 200$  N,  $F_2 = 102$  N

## b) Kraftübertragung Bremsnormalkraft vs. Bremskraft

Die Konvertierung der Bremsnormalkraft  $F_N$  (Anpreßkraft auf die Bremsklötze) in die Bremskraft  $F_B$  läßt sich in folgender Formel ausdrücken:

$$F_B = \frac{F_N}{\mu}$$

$\mu$  wird als Reibwert bezeichnet. Im günstigsten Fall hat  $\mu$  den Wert 1, dann wird  $F_B$  vollständig zu  $F_N$ , in der Praxis ist  $\mu$  jedoch  $< 1$ .  $\mu$  ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Material der Bremsbeläge
- Felgenmaterial
- Naß- oder Trockenbremsung

Der Einfluß der jeweiligen Größen auf den Reibwert  $\mu$  läßt sich nur experimentell bestimmen. Hierzu wird das Fahrzeug in einen Bremsenprüfstand eingespannt und die Verzögerungswerte bei verschiedenen Materialien und Zuständen (Felge, Bremsbeläge, Nässe oder Trockenheit) gemessen. Ein derartiger Test, an einer Shimano-V-Brake durchgeführt und in bike 8/97 S. 8 veröffentlicht, hat frappierende Ergebnisse zutage befördert:

1. Es gibt deutliche Unterschiede zwischen den Produkten der verschiedenen Hersteller (betrifft sowohl die verschiedenen Bremsbeläge als auch die diversen Felgen).
2. Das zur Bremse gehörende Originalprodukt ist nicht zwingend das beste.
3. Die verschiedenen Produkte zeigen auf den unterschiedlichsten Felgenmaterialien unterschiedliche Reibwerte.
4. Die Unterschiede zwischen Trocken- und Naßbremsung sind einerseits vom Belagmaterial, aber auch vom Felgenmodell abhängig, wobei die Differenz zwischen Trocken- und Naßbremsung je nach dem jeweiligen Bremsenbelag sehr unterschiedlich sind.

Stellten Seefeld u. a. (a. a. O.) 1986 fest, daß bei den Verzögerungswerten „früher das Trocken-/Naß-Verhältnis 1:6 war, so liegt es z. Zt. bei 1:2“, so ist diese generelle Aussage zu optimistisch. Zwar erreichen einige Beläge bei bestimmten Fel-

gen im bike-Test den Wert 1,2, doch stellt sich dieser Wert bei gleichen Belägen, aber anderen Felgen deutlich schlechter dar. Der Vergleich der Verzögerungswerte trocken/naß des Originalbelags Shimano XT/XTR bei unterschiedlichen Felgen mag dies verdeutlichen:

Felge	trocken	naß
Alesa M 19	9,6	0,8
Bontrager Mustang	5,3	3,6
Mavic 238	7,7	1,2
Rigida Laser CR	4,7	4,5

Von der Grundforderung an eine gute Bremse, möglichst konstante Reibwert unter allen Bedingungen zu erzielen (siehe Seefeld, a.a.O., S. 83), ist man somit heute nach wie vor weit entfernt. Im bike-Test ist besonders herausgestellt worden, daß der Verschleiß unberücksichtigt blieb. Dies sollte nicht nur eine Frage der Betriebskosten sein, die durch zu schnellen Verschleiß der Beläge in die Höhe getrieben werden können, sondern dies ist auch eine Frage der Sicherheit. Bei zu schnellem Verschleiß kann rechtzeitiger Belagwechsel unterbleiben, zum anderen verschlechtert sich zu rasch der Handhebelweg, was die Wirkung der Bremse deutlich herabsetzt.

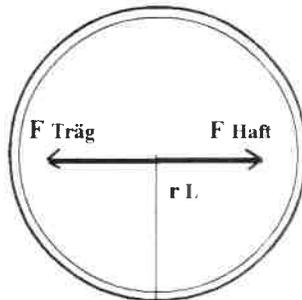
Auf ein weiteres Problem bei der Felgenbremse hat Olaf Schultz hingewiesen (siehe Olaf Schultz, Theoretische Betrachtungen von Versagenserscheinungen am Drahtspeichenrad. In PRO VELO 47, S. 20 f). Alufelgen sind Verschleißteile, bereits nach wenigen 1000 km können sie so „abgebremst“ sein, daß die Felgenhörner aufreißen und die Laufräder „kippen“, d.h. eine unreparierbare Acht bekommen. Dies stellt ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar.

**Fazit:** Der Reibwert zwischen Bremsbelag und Felge ist von derartig vielen Variablen abhängig, daß es fast einem Lotteriespiel gleicht, auf Dauer ein zuverlässige Bremse, d.h. eine, deren Wirkung ich kenne und mit der ich situationsgerecht bremsen kann, zu haben. Unter den hier diskutierten Aspekten ist die Felgenbremse als offenes System eine skeptisch zu betrachtende Bremsvorrichtung. Geschlossene Bremssysteme (Trommelbremsen, Roller-Brakes, Bremsnaben).

aber auch Scheibenbremsen als offenes System haben hier erhebliche Vorteile.

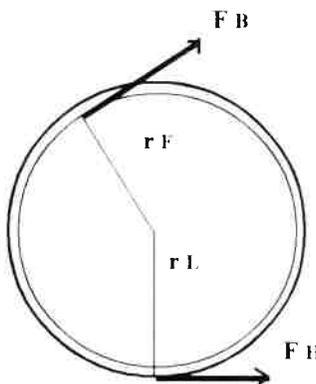
**c) Kraftübertragung Bremskraft  $F_B$  vs. Haftreibungskraft  $F_H$**

Unsere Ausgangsposition hinsichtlich des Bremsvorganges war, daß ein Widerstand zwischen Reifenlauffläche und Fahrbahnoberfläche erzeugt wird, der gleich der „schiebenden“ Trägheitskraft ist.

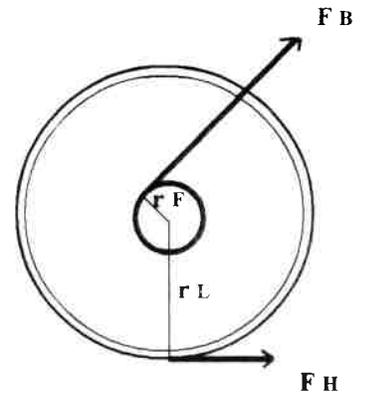


Zur Betrachtung der Bremsvorgänge sind dabei die Drehmomente relevant. Das Bremsmoment aus  $F_B$  und - bei der Felgenbremse - dem mittleren Felgenradius  $r_F$  muß gleich dem Moment aus Haftreibungskraft  $F_H$  und dem Laufradius  $r_L$  sein:

$$F_B \cdot r_F = F_H \cdot r_L$$



Während sehr grob skizziert bei einer Felgenbremse die Radiendifferenz zwischen  $r_F$  und  $r_L$  gering ist, damit  $F_B$  und  $F_H$  annähernd gleich sind, sieht die Situation bei einer Trommel- oder Scheibenbremse ganz anders aus:



$$F_B \cdot r_F = F_H \cdot r_L$$

Dadurch, daß die Bremskraft  $F_B$  an einem kleineren Hebel  $r_F$  angreift, muß, um das Momentengleichgewicht zu erhalten, die Bremskraft deutlich größer sein.

Trommelbremsen verfügen über sehr große Hebelübersetzungsverhältnisse mit Kraftübersetzungen von 1 : 50 bis 1 : 70. Diese enormen Übersetzungen resultieren vor allem aus der Hebelübersetzung am Bremsnockenhebel (siehe „Fernlehrgang Fahrrad“ Lehrbrief 19, S. 55; Winkler/Rauch, Fahrradtechnik, Bielefeld 1996, S. 360 f).

Ein technisches Problem ist es dabei, die enormen Gegenkräfte mechanisch aufzufangen. Bei alten F&S Vorderradtrommelbremsen mit zu kurzem Bremsgegenhebel führte das oft zum Verbiegen der entsprechenden Gabelscheide. Ähnliche Bedenken gibt es bei der nachträglichen Montage von Scheibenbremsen an für diese Verwendung ungeprüften Gabeln (siehe Radmarkt 5/95, S. 52 f).

**Schluß**

Dieser Aufsatz enthält eher prinzipielle Überlegungen zur Bremsproblematik. Dabei sollte deutlich werden, daß die Zuverlässigkeit dieser sicherheitsrelevanten Komponente von einer Reihe von Variablen abhängig ist, die die konstante Gebrauchstüchtigkeit des Bauteils erheblich in Frage stellt. Es ist nicht davon auszugehen, daß trotz aller Appelle an den Nutzer die erforderliche Wartung termin- und sachgemäß ausgeführt wird. Deshalb wäre es um so wichtiger, daß Bremsen verschleißfest und wirkungsstabil bei den unterschiedlich-

sten äußeren Bedingungen sind. Dies ist in einem offenen System, wie sie die am weitesten verbreiteten und kostengünstigen Felgenbremsen darstellen, am wenigsten zu verwirklichen. Geschlossene Systeme scheinen diesen Forderungen eher zu entsprechen, sind in dieser Untersuchung aber lediglich am Rande betrachtet worden. Dies nachzuholen wird Aufgabe eines weiteren Beitrages sein. (bf)

### Quellen

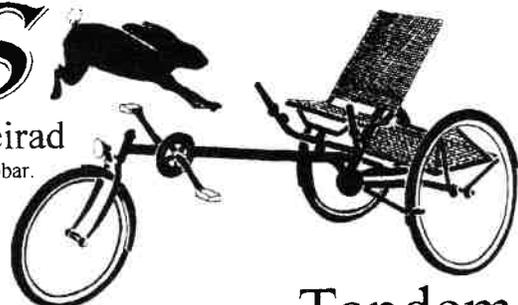
- Gressmann, Michael; Fahrradphysik und Biomechanik, Kiel 1995
- Oeljen, Henning; Fernlehrgang Fahrrad, Studienheft 19 „Bremsysteme“; Berlin 1996
- Greber, Markus; Bremsprüfung; In: bike 8/97, S. 58 f
- Freudig, Dieter; Anforderungen an Felgenbremssysteme; In: Radmarkt 9/86, S. 243ff
- Seefeld, Jürgen u.a.; Anforderungen an die Fahrradfelgenbremse, In: Radmarkt 8/86, S. 83f
- N.N.; Wissenwertes über Wartung und Verlegung von Seilzügen; In: Radmarkt 6/82, S. 105ff
- Wobben, Dieter; Trocken- und Naßbremsung von Felgenbremsen; In: Radmarkt 11/85 S. 69 ff
- Winkler, Fritz u.a.; Fahrradtechnik; Bielefeld 1996
- Keller, Josef; Die Bremse am Fahrrad; In: Radmarkt 5/83 S. 82 ff; Radmarkt 6/83 S. 68 ff
- Wolf, Wilhelm; Fahrrad und Radfahrer; Reprint der Ausgabe Leipzig 1890
- Lessing, Hans-Erhard (Hg); Fahrradkultur 1; Reinbek 1982
- Höfling, Oskar; Lehrbuch der Physik; Bonn 1964

## LEPUS



### Das komfortable Liegedreirad

Sitz- und Rahmengefedert. Zusammenklappbar.  
Sicheres Fahrverhalten durch gute Straßenlage. Flexibel einstellbar, ideal für Reha-Anwendungen.



## Pino



### Das kompakte Tandem

Freie Sicht für beide Fahrer! Vorne kann unabhängig vom Hintermann getreten werden..

**Fordern Sie Infos an!**



HASE  
Spezialräder

Karl-Friedrich-Straße 88  
44795 Bochum  
Tel.: 0234/9469050  
Fax: 0234/9469099

*Wir werben nicht für uns.*

*PRO VELO wächst durch die  
Mund-zu-Mund-Propaganda!*

*Also:*

*Wenn Ihnen PRO VELO gefällt -*

*erzählen Sie es weiter!*

# Bremstechnik als Kompromiß zwischen technisch Machbarem und finanziell Machbarem

## Die DIN 79100 als Mindestanforderung für Bremssicherheit

### Interview mit Dr. Dieter Wobben vom RWTÜV Essen

**Pro Velo:** Bremsen sind relevante Sicherheitsbauteile. Nach dem Produkthaftungsgesetz müssen Fahrzeuge dem „Stand von Wissenschaft und Forschung“ genügen. Trifft dies Kriterium auch für die käuflich zu erwerbenden Fahrradbremsysteme zu?

**Dr. Wobben:** Das, was die Forschung hervorgebracht hat, kann nicht gleichzeitig in die Technik verlässlich umgesetzt werden. Für die Fahrradbremsen gelten ja die Anforderungen, wie sie in der DIN 79100 festgelegt sind. Nicht an jedem Fahrrad kann die beste Bremse montiert sein, obwohl wir sehr wohl wissen, daß man die Verzögerungswerte am Fahrrad dadurch, daß man eine höherwertige Bremse wählt, durchaus steigern kann. Aber das kann man nicht für jedes Straßenfahrrad verlangen. Mindestanforderungen bezüglich Bremsvermögen, Festigkeit und Sicherheit sollten immer da sein und sind in der DIN festgelegt. Und die auf dem Markt erhältlichen Fahrräder erfüllen auch diese Mindestanforderungen. Man kann nicht in jedem Fahrrad den „Stand von Wissenschaft und Forschung“ umsetzen. Das geht einfach nicht.

**Pro Velo:** Wenn im Produkthaftungsgesetz der „Stand aus Wissenschaft und Forschung“ zum Maßstab erhoben wird, ist dieser Maßstab doch auch für den Hersteller im eventuellen Schadensfall relevant.

**Dr. Wobben:** Nein, das kann ich so nicht nachempfinden. Wenn die Wissenschaft und die Forschung das Optimum hervorgebracht haben durch feinste Materialpaarung, beste Lagerung, beste Qualitäten, beste Mischungen usw. und da ist ein edles Stück der teuersten Art entstanden,

das soll nun umgesetzt werden und für jedes Fahrrad gelten? Das kann ich mir nicht vorstellen. Das Auto ist auch ein Kompromiß zwischen dem technisch Machbaren und dem finanziell Machbaren. Die Mindestanforderungen nach der DIN und nach der StVZO müssen in jedem Fall eingehalten werden. Aber die Anforderungen nach „Wissenschaft und Forschung“ gehen über die gesetzlichen Anforderungen deutlich hinaus, das kann ich doch nicht jedem Produkt auferlegen. Ich kann mir auch nicht vorstellen, daß einer mit einem normalen Citybike dahin geht und sagt, die Verzögerung von  $6 \text{ m/sec}^2$  ist nicht erreicht worden, das wäre aber „Stand der Technik“ gewesen - mit einer einzigen Bremse wohl gemerkt - und da diese Verzögerung nicht erreicht wurde, deshalb wird nun der Hersteller verklagt. Das kann es doch nicht sein, wenn es in der DIN 79100 eindeutig heißt, daß mit der Vorderradbremse eine Verzögerung von  $3,4 \text{ m/sec}^2$  zu erzielen sei.

Es gibt die DIN 79100 als Mindestanforderung. Niemandem ist es benommen, etwas Besseres zu tun. Das tun auch Fahrradhersteller von sich aus. Derartige Hersteller können sich ein besonderes Zertifikat ausstellen lassen und damit natürlich auch für ihr Produkt werben. Das kann bei der Bremsprüfung so erfolgen, daß die normalen DIN-Anforderungen erhöht werden, z.B. für extrem eingesetzte Fahrräder wie Mountainbikes, die müssen dann eine höhere Bremswirkung erzielen. Seitens des Herstellers kann mit einem derartig ausgestellten Zertifikat für das Produkt geworben werden und der Verbraucher hat einen Bewertungsmaßstab beim Kauf.

**Pro Velo:** Bei Felgenbremssystemen

scheint sich als Dogma etabliert zu haben, daß nur Aluminium als Felgenmaterial ausreichende Bremswerte liefert. Wie sehen sie das im Vergleich zu Stahlfelgen? Welche Vorteile/Nachteile bieten keramikbeschichtete Felgen?

**Dr. Wobben:** Tatsache eben ist, daß eine ganze Reihe von Belägen auf dem Markt zu erhalten sind, mit denen sowohl die Naß- und Trockenbremsanforderungen für Alu- als auch für Stahlfelgen erfüllbar sind. Keramikbeschichtete Felgen sich sowohl trocken als auch naß gut. Sie sind einerseits teurer, andererseits gibt es mit ihnen einen höheren Belagverschleiß. Es liegt bei dem Verbraucher, ob er eine bessere Wirkung haben will, den höheren Verschleiß dafür in Kauf nimmt oder umgekehrt.

**Pro Velo:** Sind Alufelgen im Bremsverhalten den Stahlfelgen grundsätzlich überlegen?

**Dr. Wobben:** Wir haben nie das eine oder andere präferiert. Unsere Position ist die, daß der Belag zur Felge passen muß und wenn man geeignete geprüfte Qualitäten hat, dann muß man sie auch so deklarieren, d.h. man muß erkennen, daß der jeweilige Belag ausschließlich für Alu-, verchromte Stahlfelgen oder Stahlfelgen geeignet ist. Bisher hat kein Hersteller es geschafft, den sogenannten „Universalbelag“ zu entwickeln.

**Pro Velo:** Sind die Verzögerungswerte von Stahl- und Alufelgen, den richtigen Belag vorausgesetzt, vergleichbar?

**Dr. Wobben:** Da muß ich etwas weiter aus-holen. Es gab vor zehn bis fünfzehn Jah-ren sogenannte Bremsgummis. Diese Bremsgummis waren auf Stahlfelgen bei Trockenheit gut, aber bei Nässe schlecht. Nachdem man das erkannt hatte und die ersten Beläge für Stahl- und für Alufelgen entwickelt worden sind, stellte man fest, daß man sowohl mit Stahl- als auch mit Alufelgen hinreichende Trocken- wie Naß-bremswirkungen erzielen konnte. Es hat in jüngster Zeit auch wieder Untersuchun-gen gegeben, die gezeigt haben, daß auch bei Alufelgen die Trockenbremsung gut, aber die Naßbremsung jämmerlich war. Also, Ihre Frage läßt sich so grund-sätzlich nicht beantworten. Nach wie vor gilt: Die Belagmischung muß zum Werk-stoff der Felge passen.

Ich bedauere es, daß die Stahlfelge aus dem Markt gedrängt worden ist, ob-wohl sie durchaus Vorteile hat. Stahl hat bekannt gute elastische Eigenschaften. Hinzu kommt, daß Stahl nicht so sehr dem Verschleiß unterworfen ist wie Alu. Viele Bremsbeläge setzen der Alufelge so arg zu, daß sie derartig abgearbeitet werden, daß Felgenplatzer vorkommen.

Mein Plädoyer ist: Man sollte die Vor-teile der Stahlfelge nutzen, müßte aber für den Nachteil, die ggf. schlechtere Naß-bremswirkung, Sorge tragen durch die geeignete Paarung.

Die Keramikbremse haben wir auch auf dem Prüfstand getestet. Sie hatte durchaus Vorteile. Trocken- und Naß-bremswirkung war recht gut. Die Naß-bremswirkung war auch der Trocken-bremswirkung sehr ähnlich. Allerdings hat sie den Nachteil, daß der Verschleiß des Belages deutlich höher ist als bei einer glatten Alu- oder Stahlfelge.

**Pro Velo:** Es gibt verschiedene Brems-systeme: Felgen-, Trommel-, Naben-, Scheiben-, Bandbremsen. Wo liegen die Unterschiede? Kann allgemein von dem besten Bremssystem gesprochen werden oder sind die Stärken/Schwächen vom jeweils spezifischen Verwendungszweck abhängig?

**Dr. Wobben:** Der Verwendungszweck ist entscheidend. Jedes Bremssystem hat sei-ne Vor- und Nachteile. Die Felgenbremsen sind einfach, sie sind auch einfach nachrüstbar. Es gibt Felgenbremsen älte-

rer Bauart wie Seitenzugbremsen und Mittelzugbremsen; dann gibt es die Cantileverbremsen und als jüngste Ent-wicklung die V-Brake. Die Felgenbremse ist eine offene Bremse und damit Witterungsabhängig mit den bekannten Nachteilen. Sie ist sicherlich einfach, sie hat auch Vorteile. Denn die Bremskraft greift direkt an der Felge an, muß nicht erst über die Speichen übertragen werden, muß auch nicht vom kleinen Durchmes-ser auf einen großen Durchmesser um-gesetzt werden mit den darin bekannten Übersetzungsverhältnissen.

Früher waren mit den Seitenzug-bremsen nur geringe Anpreßkräfte und damit eine zu geringe Bremswirkung zu erzielen. Mit den Mittelzugbremsen wur-den Verbesserungen erreicht, die Cantileverbremsen stellen einen weiteren Fortschritt dar mit den V-Brakes ist noch einmal eine Vergrößerung der Anpreßkraft erzielt worden. Ein deutlicher Vorteil der V-Brake ist es, daß sie einfa-cher einzustellen sind und daß das Seil auch nicht mehr irgendwo abgestützt wer-den muß. Das sogenannte Seildreieck wurde bei einer Cantileverbremse am Rah-men, am Lenker oder an einem besonde-ren Bauteil abgestützt. Wenn man die Lenkerhöhen-einstellung verändern woll-te, dann mußte man die Bremse einstel-len. Dieser Nachteil ist bei der V-Brake nicht mehr vorhanden. Ein Nachteil die-ser Bremsen ist es, daß es schwierig ist, sie vernünftig auf die Felge auszurichten. Mit einer Schraube muß man die drei Frei-heitsgrade gleichzeitig berücksichtigen.

Andere Systeme wie die Trommel-bremse oder die Nabenbremse haben da deutliche Vorteile. Einstellarbeiten fallen gar nicht an. Dafür haben sie wieder an-dere Nachteile.

Die Cantileverbremsen als die guten Felgenbremsen der vergangenen Jahre haben den Nachteil, daß der Belag, wenn er nicht sauber eingetellt worden ist, von den Felgen in die Speichen hinein abrut-schen kann. Bei den V-Brakes ist das nicht mehr so möglich. Inzwischen haben Her-steller das Problem dadurch minimiert, daß sie eine Paralleleinstellung der Belä-ge vorgenommen oder aber den Dreh-punkt so weit nach unten verlagert haben, daß der Belag sich auf einem Kreisbogen mit größerem Radius und damit mit we-niger Änderung in der Höhe bewegt.

Die V-Brakes sind im Prinzip ganz ein-fache Bauteile, die einfach zu durchschau-en und zu warten und zu pflegen sind.

Die Trommelbremsen sind geschlos-sene Bremsen, die wenig Wartungs-aufwand erfordern, die aber bekannter-weise, wenn man die Durchmesser so behält, wie wir sie vom gängigen Fahrrad-bereich her kennen, ob nun 70 oder 90 mm, durchaus in ihrer Bremswirkung be-grenzt sind. Ich hab da Verzögerungen gemessen mit  $3,2 \text{ m/sec}^2$  bis  $3,4$ , und das ist gerade so viel wie die DIN fordert oder sogar noch ein bißchen weniger und da-her tun sich die Trommelbremsen schwer. Sie haben auch noch einen weiteren Nach-teil, der in der Erwärmung bei längeren Talfahrten begründet ist, aber da muß man im Einzelfall prüfen, ob die entspre-chenden Konstruktionen dafür geeignet sind, ob die Wärmeabführung bei einer bestimmten Bremsung größer ist als die Wärmeaufnahme. Dafür gibt es die Wärmestandfestigkeitsprüfung in der DIN 79100. Ansonsten sind die Trommelbrem-sen wartungsarme Bremsen mit langer Lebensdauer.

Die bekannteste Nabenbremse ist die Rücktrittbremse. Sie ist problemlos. Der Nachteil liegt in der Gefahr der thermi-schen Überhitzung, bei der Fett auslaufen kann. Um sie dann wieder funktionsfähig zu machen, muß man sie zerlegen und nachfetten. Aber wenn man das getan hat, ist die Bremse wieder gut nutzbar.

Die Scheibenbremsen, die aus dem Motorrad- oder Moped-Bereich bekannt sind, sind gute Bremsen, wenn sie gar hy-draulisch betätigt werden, sind es sehr gute Bremsen. Dadurch aber, daß sie ein-seitig angebracht sind, belasten sie die Gabel auch einseitig. Sie sind zwar wie Felgenbremsen eine offene Bremse, durch die deutlich größeren Anpreßkräfte ist der Nässeinfluß wiederum geringer.

Die Roller-Brakes früheren Datums haben gezeigt, daß sie zuziehende Bremsen sind, d. h. mit steigender Betätigungs-kraft hat die Bremskraft überproportional zugenommen, und das ist gefährlich, zu-mindest für Vorderradbremsen, weil sie schnell blockieren. Aber ob das für Rol-ler-Brakes jüngeren Datums auch zutrifft, kann ich nicht sagen, weil ich sie noch nicht auf dem Prüfstand gehabt habe. Vom Straßeneinsatz habe ich den subjektiven Eindruck, daß sie gut bremsen.

Was sind nun die besten Bremsen? Das könnten durchaus die Scheibenbremse sein, aber da die Bremskraft über die Speichen geht, verlangt sie feste Speichen, ansonsten sind es dann die V-Brakes. Allerdings verlangen die V-Brakes Wartung bis hin zur Belagerneuerung und Belagnachstellung. Wichtig ist die richtige mechanische Justierung.

**Pro Velo:** Erhöhen sogenannte ABS-Bremssysteme (Winora, Biria) die Sicherheit (Bremswege, Beherrschbarkeit des Bremsvorganges)?

**Dr. Wobben:** Grundsätzlich ist ABS der falsche Begriff, wir schlagen vom TÜV die Bezeichnung „Automatischer Blockier-Verhinderer“ (ABV) vor. Einen solchen Blockier-Verhinderer habe ich an einem Fahrrad noch nicht festgestellt. Ihm fehlt am Fahrrad auch ein wesentliches Merkmal im Vergleich zum Auto. Die Automobilbremse mit ABV hat einen Drehzahlsensor am Rad, und wenn ein Rad tatsächlich zum Blockieren neigt, also eine deutliche Drehzahländerung erfährt im Vergleich zu anderen Rädern, dann wird das erkannt und der Bremsdruck bei diesem Rad reduziert. Dadurch wird ein Blockieren verhindert. Ein solches System ist mir im Fahrradbereich nicht bekannt. Es wäre auch sehr aufwendig. Man müßte ein elektronisch geregeltes System haben, man müßte auch ein System haben, bei dem bei anstehender Betätigungskraft die Bremskraft geregelt reduziert werden kann, je nachdem, wie sich das Rad dreht oder nicht dreht.

Die beiden Systeme von Winora und Biria sind Hilfssysteme, die die Abstützung der Hinterradbremse nutzen, um eine Vorderradbremse mit zu betätigen. Bei Nässe, wenn das Hinterrad eher zum Blockieren neigt, haben diese Systeme Vorteile, um das Vorderrad nicht so stark abzubremsen. Es sind Systeme, die ein wenig in die Richtung ABV gehen, aber diese Systeme können nur eine Grundeinstellung erfahren, und mit dieser Grundeinstellung müssen dann alle Lastzustände, alle Fahrbahnzustände und alle Geschwindigkeitszustände aufgefangen werden. Und damit tun sich einmal festgelegte Systeme immer schwer. Diese Systeme können die individuell vom Menschen, dem besten Regler, den wir ken-

nen, betätigte Bremse nicht ersetzen. Das sind die bekannten Nachteile eines Systems, die kein geregeltes System sind, keinen Drehzahlsensor und keine individuelle Stelleinrichtung haben.

**Pro Velo:** Anhänger, besonders Kinderanhänger, erfreuen sich einer immer größeren Beliebtheit. Sind Gespanne mit herkömmlichen Bremssystemen überhaupt beherrschbar?

**Dr. Wobben:** Der Begriff „herkömmlich“ in Ihrer Frage muß genauer definiert werden. Wenn Sie mit „herkömmlich“ einfache Seitenzugbremsen meinen, dann ergibt sich die Antwort aus folgendem Szenarium: Wenn die Seitenzugbremsen in der Lage sind, das Fahrzeug gemäß der Minimalanforderung nach DIN 79100 abzubremsen, d.h. 100 kg abzubremsen, dann hat man die Antwort schon: Die Seitenzugbremsen sind nicht in der Lage, auch nur einen leichten Anhänger abzubremsen. Die Anhängerhersteller sagen natürlich, man muß ein Fahrrad mit guten bis sehr guten Bremsen nehmen. Doch dann ergibt sich ein neues Problem. Ist z.B. das Fahrzeug mit Cantilverbremsen ausgerüstet, dann kann es passieren, daß es bei einer kräftigen Bremsung zu einer Entlastung des Hinterrades dahingehend kommt, daß der Anhänger das Hinterrad zusätzlich zur normalen Hinterradentlastung hochdrückt, denn der Drehpunkt liegt ja beim Vorderrad auf dem Boden, d.h. alle Kräfte führen dazu, daß ein „aufsteigendes“, das Hinterrad anhebendes Moment erzielt wird. Damit führt ein ungebremster Anhänger immer dazu, daß beim Bremsen das Hinterrad entlastet wird.

Beim Bremsen in Kurven gibt es Kräfte, die in Längs- und in Seitenrichtung zu übertragen sind. Deshalb sind Stürze gerade beim Bremsen von Gespannen in Kurven häufig.

Unsere Versuche haben bestätigt, daß Gespanne mit gebremsten Anhängern sich fast wie Solofahrzeuge bremsen lassen. Beim gebremsten Anhänger führt das Nickmoment des Anhängers dazu, daß die Deichsel des Anhängers das Hinterrad des Zugfahrzeugs nach unten drückt, dadurch können mit dem Hinterrad auch kräftige Bremskräfte auf die Straße gebracht werden.

Deshalb sollte der Gesetzgeber dafür Sorge tragen, daß Anhänger, wenn sie schwerer sind als 40 kg zulässigem Gesamtgewicht mit einer eigenen Bremsanlage versehen sein sollen. Und der Gesetzgeber wird das auch in einer Novelle zur StVZO aufgreifen, die derzeit beim Verkehrsministerium in Arbeit ist.

**Pro Velo:** Herr Dr. Wobben, ich danke für dieses Gespräch.

**(Das Interview führte Burkhard Fleischer)**

*Komm auf  
mein Trittbrett!*



**Tretroller Herstellung u. Vertrieb**  
 PICHLERRAD · 66996 Ludwikswinkel  
 Landgrafenstr. 55 · Tel. 0 63 93/99 30 57  
 Fax 0 63 93/99 30 58

**Die lineare Innovation:**

# Entwicklungstrends bei Schaltwerken

Die bisherige Entwicklung des Schaltwerks ist eine Geschichte der Verfeinerung eines bewährten Prinzips. Doch gerade in jüngster Zeit denkt man selbst bei den etablierten Herstellern auch über gänzlich neue Konzepte nach. Was sind die Hauptstränge bei der Entwicklung bis heute?

**K**ettenschaltungen funktionieren noch nie so gut wie heute. Trotzdem sind die Unterschiede der aktuellen Bauweise zu älteren Konstruktionen nicht allzu groß. Schon in den 50er Jahren hatte Campagnolo das erste Schaltwerk mit Parallelogramm-Prinzip auf den Markt gebracht. Das, was heutigen Bedienungskomfort ausmacht, beruht auf Verfeinerungen dieser Technik (Abb. 1).

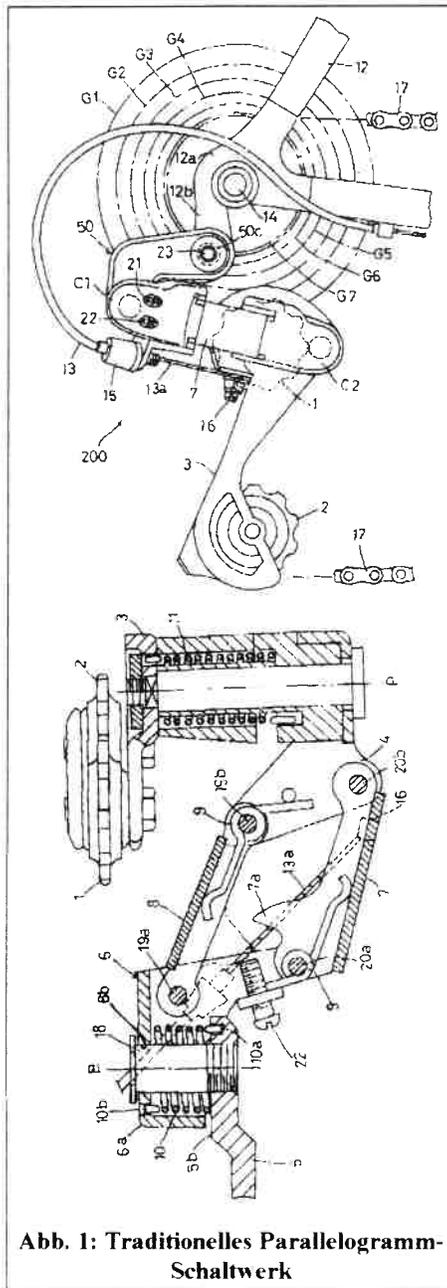
Früher ragte das Parallelogramm fast senkrecht nach unten. Die Innovation des Schrägparallelogramms gewährleistet inzwischen, daß der Abstand zwischen Ritzel und Leitrolle ähnlich klein bleibt. Hierdurch wird exakteres Schalten möglich. Bei der gestiegenen Präzision der Schaltwerke konnten Index-Schaltungen mit vorgegebenen Schalterpositionen den Bedienungsaufwand minimieren. Durch die Anordnung des Parallelogramms schräg zur Senkrechten liegt die Kette auf mehr Ritzelzähnen. So funktioniert das Schalten unter Last besser als bisher.

**Hyper-, Inter-, Powerglide**

Veränderungen an Ritzel und Kette sind bei all dem für die Steigerung des Schaltkomforts am entscheidendsten gewesen. Mit Powerglide versuchte Sachs 1996 auf das bekannte Hyper- und Interglide-System von Shimano zu antworten. Am Ritzel fehlen bestimmte Zähne, so daß eine sogenannte Schaltgasse entsteht. Durch diese Lücke zwischen den Zähnen gleitet die Kette beim Schalten auf das nächste Ritzel. Die Zähne können daher höher sein als bei Shimano. Der Verschleiß soll hierdurch vermindert werden.

**Einige jüngere Entwicklungen**

Das Hebelverhältnis in dem der Schaltzug am Parallelogramm ansetzt ist ein wichtiger Faktor für die Exaktheit des Schaltens. Alle bisherigen Systeme halten



**Abb. 1: Traditionelles Parallelogramm-Schaltwerk**

an einem Verhältnis von etwa 1:2 fest. Sachs hat mit seinem Quarz-Schaltwerk einen größeren Hebel verwirklicht. Das Ende des Seilzugs ist am äußeren Glied

des Parallelogramms weiter in Richtung des Leitrollenkäfigs befestigt. Auch das ESP-System des inzwischen mit Sachs kooperierenden Herstellers SRAM verbraucht pro Gang etwa einen Millimeter mehr Schaltzug als zum Beispiel die Deore XT. Zumindest die Werbung verspricht eine "1:1 ratio" bei ESP. Am Parallelogramm des Schaltwerks ragt eine Nase nach unten, die das Ende des Schaltzugs aufnimmt. Durch den geänderten Hebel legt der Zug beim Schalten einen größeren Weg zurück. Ein Verstellen der Schaltung zum Beispiel bei einer Dehnung des Schaltzugs soll hierdurch unwahrscheinlicher werden.

Nicht nur durch die Bewegung des Parallelogramms wandert die Leitrolle beim Schalten auf ein größeres Ritzel abwärts. Auch die neue Position des Schaltkäfigs rückt die Leitrolle in den zumindest annähernd optimalen Abstand zum Ritzel. SRAM mit dem "ESP"-System und Sachs mit seinen 98er Schaltwerken lagern die Leitrolle am Drehpunkt des Schaltkäfigs. Auf diese Weise wird der Abstand der Leitrolle zum Ritzel unabhängig von der Stellung des Kettenspanners. Es kann nun vorne auf ein größeres Kettenblatt geschaltet werden, ohne daß sich die Position der Leitrolle verändert. Einen ähnlichen Effekt bringt der Verzicht auf die Rückstellfeder am Schaltauge. Das Schaltwerk bewegt sich lediglich seitwärts unter dem Ritzel entlang, nicht mehr nach vorne oder hinten. Die Kettenspannung wird einzig durch die Feder am Schaltkäfig aufrecht erhalten. Ob solche Unterschiede zu anderen Schaltwerken einen spürbaren Fortschritt bedeuten, sei dahingestellt.

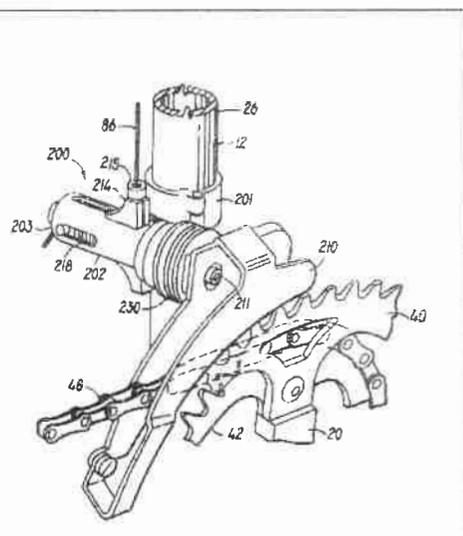
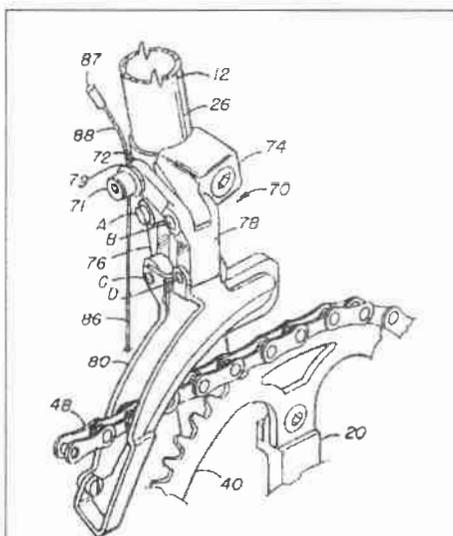
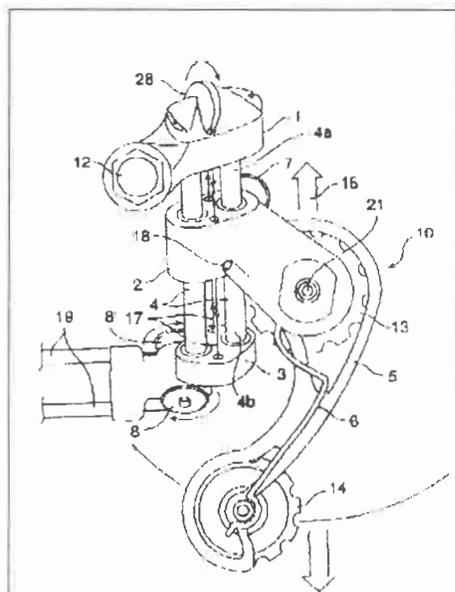
**Die lineare Alternative**

Am 18. November 1997 erhielt Douglas White das US-amerikanische Patent auf den von ihm entwickelten "linear bicycle derailleur" (Abb. 2) (US-Patent Nr.

5688200). Das Schaltwerk besteht aus zwei parallel verlaufenden Gleitstangen, auf denen sich ein Schlitten bewegt. Dieser nimmt wiederum den Schaltkäfig auf. Er arbeitet in seinen wesentlichen Funktionen nach dem bisherigen Prinzip. Die Leitrolle ist jedoch am Drehpunkt der Umlenkrolle gelagert, zum Kettenspannen wird eine extra kräftige Feder nötig. So war es möglich, wie beim ESP-System die

Rückstellfeder am Schaltauge wegzulassen. Auf die Funktion der Feder im Parallelogramm üblicher Konstruktionen, die beim Schalten auf ein kleineres Ritzel das Parallelogramm und die Leitrolle bewegt, konnte verzichtet werden. Statt dessen läuft der Schaltzug in einer Art Schleife wieder zu dem Drehschaltgriff zurück. Auf diese Weise wird auch auf das kleinere Ritzel per Handkraft geschaltet. Angebli-

struktive Aufwand sei geringer als bei bisherigen Systemen, fragwürdig. Das gilt bestenfalls für den SRAMs GripShift ähnlichen Drehschalter im Vergleich zu Shimanos Rapidfire (US-Patent Nr. 5701786). Zumindest prinzipiell erreicht ein lineares System die optimale Position der Leitrolle zum Ritzel einfacher und unabhängig vom jeweils gefahrenen Kettenblatt.



Vergleich Parallelogrammumwerfer (Abb. 3 links) und Linearumwerfer (Abb. 4 rechts)

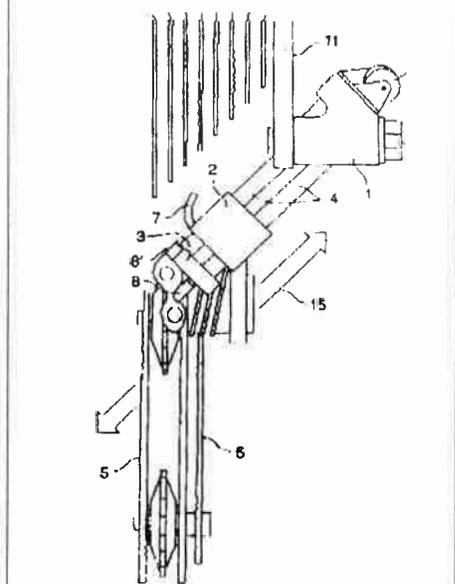


Abb. 2: Schaltwerk nach dem linearen Prinzip

che Störungen des Schaltens durch die Abhängigkeit von der bei Verschmutzung geschwächten Feder im Parallelogramm sind somit nicht mehr möglich. Außerdem wird das Schalten leichtgängiger. Wie lange sich der kugelgelagerte Schlitten einwandfrei auf den Gleitstangen bewegen wird, muß jedoch erst langfristige Erfahrung zeigen. Ein zweiter Schwachpunkt dürften die ungeschützten Umlenkrollen am Ende der Gleitstange sein. Trotzdem könnte eine Fortentwicklung dieses Prinzips die Präzision und Vereinfachung des Schaltens weiter treiben. Auch eine größere Zahl an Ritzeln mit mehr Größenunterschied ist jetzt denkbar. Die Übersetzungsmöglichkeiten bisheriger Schaltungen waren nicht nur aufgrund der Beschränkung auf den tatsächlichen Bedarf begrenzt, sondern auch aufgrund der nicht beliebig großen Kapazität einer Parallelogrammschaltung. Bei der derzeitigen Ausführung mit zwei runden Gleitstangen bleibt das Argument des Herstellers White-Industries, der kon-

### Ein lineares System für Umwerfer

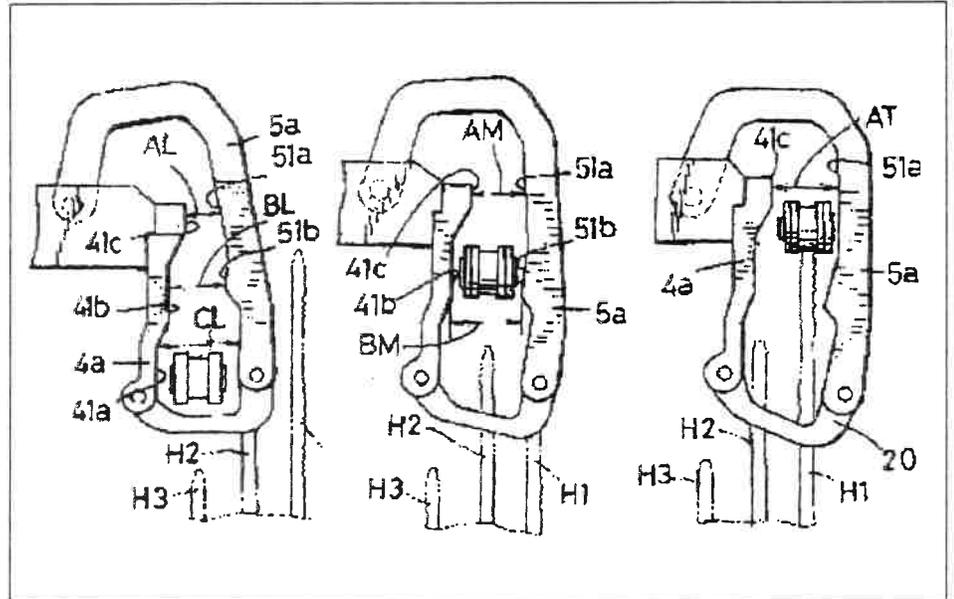
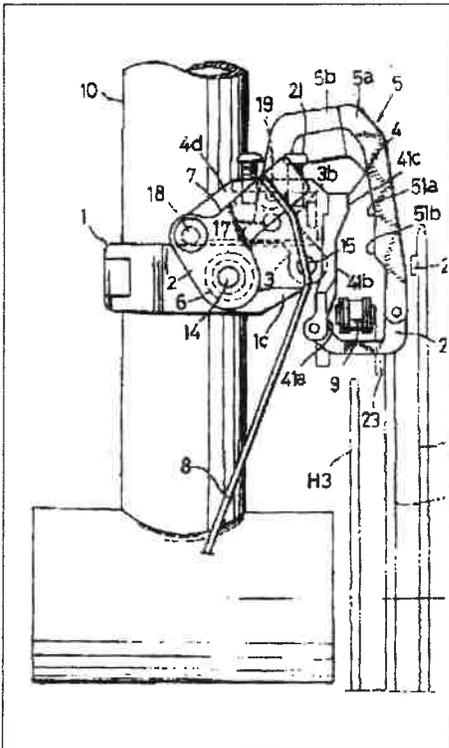
Bei SRAM scheint man darüber nachzudenken, ob mit einer Abkehr vom Parallelogrammprinzip (Abb. 3) auch beim Umwerfer Vorteile zu erzielen sind. Bei dem System von Sam Patterson (US-Patent vom 22. Juli 1997, Nr. 5649877) ist der Umwerfer an einem Stift montiert, der in einem Gehäuse bewegt wird. Dabei arbeitet der Schaltzug beim Schalten auf ein größeres Kettenblatt gegen eine Feder (Abb. 4). Die Bewegung des Stiftes verläuft horizontal. Von einer Konstruktion, welche die Kette auf das größere Kettenblatt regelrecht heben würde, ist man also noch weit entfernt. Hierfür wäre jedoch eine Kombination des linearen Systems mit dem Grundgedanken eines Entwurfs von Shimano (US-Patent Nr. 5624336) denkbar. Saturo Kojima läßt die Kette nur knapp über den unteren Verschluss des Umwerfers laufen, wenn auf das kleine Kettenblatt geschaltet ist. Das etwas komplexere Parallelogramm führt eine Bewegung

aus, die den Umwerfer beim Schalten vom kleinen auf das mittlere Kettenblatt die Kette auch von unten fassen läßt (Abb.5 und 6). Für das Schalten vom mittleren auf das große Kettenblatt scheint dies nicht zu gelten. Doch schieben hier zumindest die Wölbungen an den Innenseiten des Umwerfers die Kette nach oben.

**Die umgekehrte Feder**

Außer der Umlenkrolle fällt bei dem neuen XTR-Schaltwerk auf, daß das Schaltzugende am zweiten, hinteren Glied des Parallelogramms befestigt wird und die Zugfeder im Parallelogramm jetzt in die andere Richtung wirkt. Die von der Feder

Auch Valentino Campagnolo und vorher schon Antonio Romano für Campagnolo ließen sich einen elektrischen Motor zum Bewegen des Schaltwerks patentieren (US-Patent vom 2. Januar 1996; Nr. 53480356). Daß solche Versuche seit 1975 gemacht wurden, sich jedoch offenbar nicht bewährt haben, scheint den Enthü-



**Abb. 5 links:**  
Patent eines komplexen Parallelogrammumwerfers, der gleichzeitig die Kette anhebt.

**Abb. 6 oben von links nach rechts:**  
Funktionsweise dieses Umwerfers bei Dreifachkettenblatt

**Die Zukunft von Kettenschaltungs-systemen im allgemeinen**

Bei der bisherigen und aktuellen Entwicklung bis zu linearen Konzepten scheint die optimale Positionierung der Leitrolle zum Ritzel sowie die Verbesserung des Wirkungsgrads am Schaltzug im Mittelpunkt zu stehen. In diesem Zusammenhang müssen auch Versuche gesehen werden, die Reibung des Seilzuges zu minimieren. Sachs läßt das neue Schaltwerk DI.R.T den Schaltzug auf einem direkteren Weg aufnehmen. Shimano bringt hierzu am XTR-Schaltwerk eine Umlenkrol

Spitzentechnik für das Fahrrad:

# „Speedhub 500/14“

## 14-Gang-Nabenschaltung von Rohloff

Nabenschaltungen galten bei Radlern bislang nicht gerade als sportlich. Dies könnte sich jedoch bald ändern. Denn in Kürze wird ein Hochleistungsgetriebe für Fahrräder in den Handel gelangen, vor dem sich die Hersteller von Kettenschaltungen schon jetzt fürchten. Die neue Nabe hat 14 Gänge und den Übersetzungsbereich einer modernen 24-Gang-Kettenschaltung. Bernhard Rohloff hat die Antriebsnabe entwickelt.

Rohloff, Chef einer kleinen aber feinen Kettenschmiede in Kassel, hat bei Radsportlern als Hersteller hochwertiger Antriebsketten einen guten Ruf. Durch Aktivitäten im Bereich der Fahrrad-Getriebe-technik war er hingegen bis zum Herbst 1996 noch nicht in Erscheinung getreten. Dann jedoch sorgte er für die Sensation der Kölner Zweiradmesse IFMA 96. Er präsentierte eine Antriebsnabe mit 14 Gängen und dem Übersetzungsbereich einer 24-Gang-Kettenschaltung. Renn-tauglich sollte die neue Nabe auch sein und mit einem gleich guten Wirkungsgrad aufwarten können wie die besten offenen Schaltsysteme. „Speedhub 500/14“ nannte Rohloff die Nabe, wobei die 14 für die Zahl der Gänge steht. Und die 500 weist auf den im damaligen Prototypen verwirklichten Übersetzungsbereich von 500 Prozent hin, was besagt, daß im höchsten Gang das Hinterrad fünfmal schneller dreht als im ersten. Noch in Köln kündigte Rohloff an, er wolle 1998 mit der Fertigung seiner Nabe beginnen. Das werde er nie schaffen, höhnten damals Vertreter der Konkurrenz. Außerdem wurde das Gerücht verbreitet, er wolle nur im Auftrag irgendwelcher obskurer Hintermänner einer auf derselben Messe gerade mit großem Aufwand vorgestellten Zwölfgangnabe die Schau stehlen. Voilà. Nun schreiben wir das Jahr 1998.

Bei Rohloff läuft die Vorbereitung der Serienproduktion auf Hochtouren. Und im Juli soll in Kassel die Fertigung anlaufen, sofern es bei den Zulieferern nicht zu Verzögerungen kommt.

Die Gesamtübersetzung der „Speedhub 500/14“ konnte Rohloff gegenüber der ursprünglichen Ausführung von 1996 noch weiter steigern, beläßt es aber dessen ungeachtet der Einfachheit halber bei der 500 in der Typbezeichnung. Einen Übersetzungsbereich von enormen 526 Prozent hat die Nabe jetzt. Zum Vergleich: Die gute alte „Torpedo“ Dreigangnabe kommt nur auf 186 Prozent.

In den vergangenen Monaten hat Rohloff Prototypen des Getriebes im Renneinsatz unter extremen Belastungen erfolgreich erprobt. Vor kurzem konnten nun die ersten Vorserienexemplare in der bergigen Umgebung Kassels ausführlich probegefahren werden. Die Ergebnisse und Eindrücke der Testfahrten übertrafen die meisten Erwartungen. Nur ein Wort charakterisiert die Eigenschaften der „Speedhub“ wirklich treffend: Phantastisch. Die Nabe läßt sich ungewöhnlich schnell schalten und überzeugt durch sehr guten Leichtlauf. Nach den Angaben des Herstellers wird in den ersten sieben Gängen ein Wirkungsgrad von etwa 96 Prozent erreicht. Nur vier Prozent der vom Radler aufgebrauchten Pedalleistung gehen in dem Getriebe durch Reibung verloren. Bei den Gängen acht bis 14 sinken die Reibungsverluste sogar auf zwei Prozent. Das ist ein bei Nabenschaltungen bisher nicht für möglich gehaltener Wert, der dem Wirkungsgrad einer optimal gepflegten Kettenschaltung der oberen Preisklasse entspricht. Den ausgezeichneten Wirkungsgrad, der sich auch subjektiv wahrnehmen läßt, erreichte Bernhard Rohloff vor allem dadurch, daß er alle

Zahnräder auf Nadellagern laufen läßt, während die Konkurrenz hier meist spart und sich mit einfachen Gleitlagern zufrieden gibt. Aufwendig gelagert ist bei Rohloff auch der Antrieber mit dem Ritzel. Wegen der auf ihn massiv einwirkenden Kettenkräfte wurden ihm gleich zwei Rillenkugellager spendiert.

Weil die gewichtigsten Argumente gegen Nabenschaltungen, ihr mäßiger Übersetzungsbereich und ihr in einzelnen Gängen relativ hoher Reibungsverlust, bei der Rohloff „Speedhub“ nicht mehr zutreffen, wird dieses Getriebe sicher zu einer ernsthaften Konkurrenz für die offenen Schaltsysteme werden, zumal die neue Antriebsnabe mit einer Reihe weiterer Vorteile aufwarten kann. Ihre Mechanik ist vor Nässe und Staub geschützt in der Radnabe untergebracht und arbeitet dort verschleißarm in einem Ölbad. Den Austritt des Öls verhindern zwei Kunststoff-Simmeringe an der Achse und die Papierdichtung des Gehäusedeckels. Bei der Getriebe-nabe wird stets die ideale Kettenlinie eingehalten, da die Kette nicht - wie bei Kettenschaltungen - schräg läuft. Die Montage eines Kettenkastens ist möglich, der bei Alltagsrädern den Pflegebedarf der Kette deutlich senken kann. Es gibt an der Rohloff-Nabe kein exponiertes Schaltwerk, das auf unbefestigten Wegen oder im Gelände durch Äste und Steine beschädigt werden könnte.

Mit Gangsprüngen von 13,5 bis 13,7 Prozent sind die 14 Gänge über den gesamten Übersetzungsbereich hinweg angenehm gleichmäßig abgestuft und lassen sich selbst im Stand schalten. Auch ein Überspringen von Gängen ist möglich. Geschaltet wird mit einem einzigen Drehgriff. Die Gänge lassen sich leicht einlegen, sofern beim Schalten der Pedaldruck etwas zurückgenommen wird. Wer jedoch

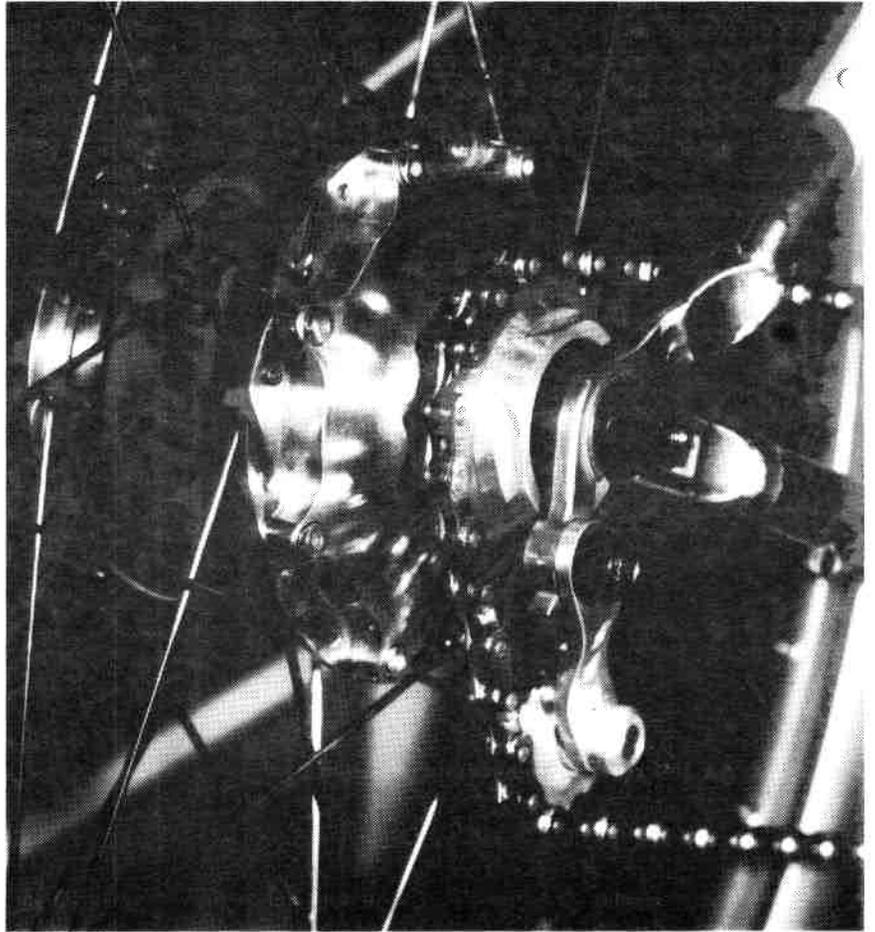
ohne ein Mindestmaß an Schaltkultur (die auch bei Kettenschaltungen angesagt sein sollte) fährt und auch beim Schalten voll in die Pedale tritt, muß mehr Kraft zum Einlegen der Gänge aufwenden. Da ihr Totgang (das ist der Weg, bis das Kupplungselement während eines Schaltvorganges faßt) mit nur null bis fünf Grad deutlich kleiner ist als bei Ketten- oder anderen Nabenschaltung, läßt sich die „Speedhub“ sehr schnell schalten.

Zwischen dem siebten und dem achten Gang sollte beim Schalten der Pedaldruck in jedem Fall etwas reduziert werden. Geschieht dies nicht, wird eine Fangschaltung aktiviert, die Rohloff sicherheits halber eingebaut hat, um ein zwischen diesen beiden Gängen mögliches Durchtreten zu verhindern. Als „Fangschaltung“ dient der 14. Gang, der natürlich abrupt das Pedalieren merklich erschwert. Wird dann jedoch der Pedaldruck etwas zurückgenommen, rastet sofort der siebte oder achte Gang von selbst ein - je nachdem, welcher von beiden am Drehgriff eingestellt wurde.

Die „Speedhub“ ist vergleichsweise einfach aufgebaut und hat erstaunlich wenige, dafür aber sehr robuste Teile. Sie ist sozusagen ein Baukastensystem mit vielen identischen Teilen in einer sauberen, aufgeräumten Konstruktion. Die Demontage und Montage der Getriebeteile ist ohne Sonderwerkzeuge möglich. Nur für das Lösen des Ritzels wird eine Abzieher benötigt. Rohloff ist es gelungen, eine Fahrradgetriebe nabe zu konstruieren, die dem technischen Stand modernster Autogetriebe entspricht, diese sogar in der Zahl der Gänge, der Baugröße und dem Gewicht übertrifft.

Drei Getriebestufen wurden in Reihe hintereinander geschaltet. Triplexanordnung nennt man so etwas. Mit den beiden ersten Stufen werden die Gänge acht bis 14 geschaltet, die Schnellgänge. Über die dritte Stufe, den Nachschaltsatz, werden die ersten sieben Gänge eingelegt, die sich beim Fahren durch ein feines Singen akustisch bemerkbar machen. Der Belastbarkeit und der Leichtgängigkeit zuliebe läßt Rohloff die Zahnräder aus hochfesten Spezialstählen (Mangan-chromstahl und Chrommolybdänstahl) präzise herausfräsen. Die Zahnräder haben recht große Durchmesser, weil große Räder nun einmal besser rollen als klei-

## „Speedhub 500/14“



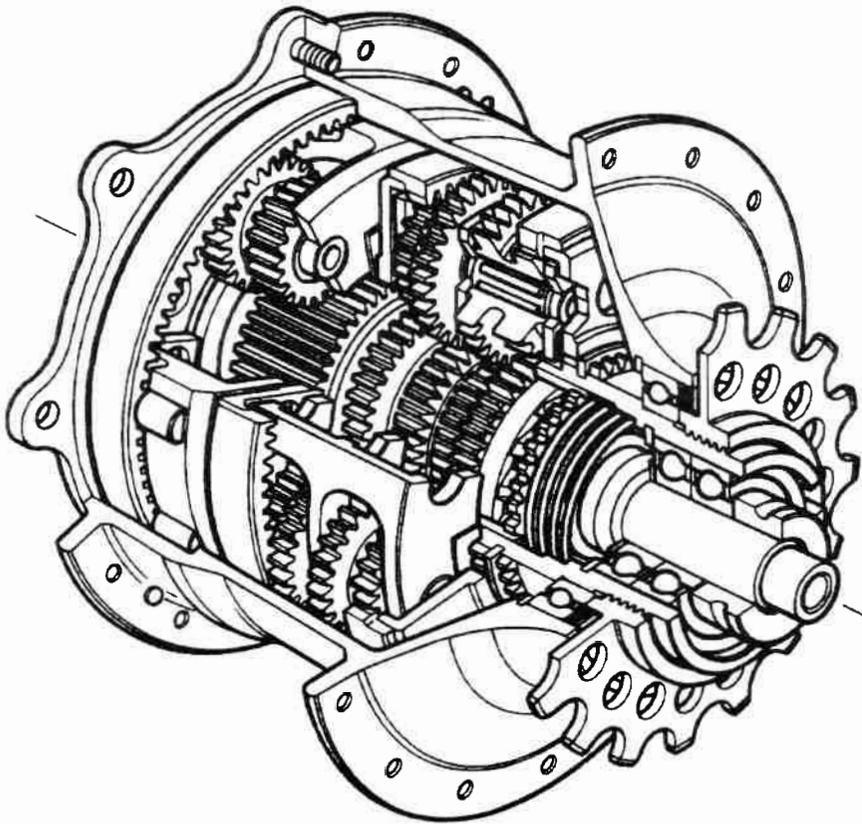
ne. Auch dieser technische Kniff kommt dem Wirkungsgrad zugute. Spezielle Härteverfahren sollen für eine lange Lebensdauer und eine hohe Verschleißfestigkeit der Zahnräder sorgen.

Um Gewicht zu sparen, werden alle gering belasteten Teile aus Aluminium oder glasfaserverstärktem Kunststoff gefertigt. Daher wiegt die Antriebsnabe trotz ihrer im Vergleich zu offenen Schaltsystemen aufwendigen Technik nur 1,7 Kilogramm.

Das ist wenig, aber dennoch etwa 200 Gramm mehr als eine gute 24-Gang-Kettenschaltung des oberen Preissegments auf die Waage bringen würde. Manche grammorientierten Radsportler

mögen dies als Nachteil empfinden. Noch mehr Probleme dürfte jedoch vielen Radlern der Preis bereiten. Die Rohloff „Speedhub 500/14“ kostet rund 1.300,- DM. Das ist gewiß viel Geld, aber nicht zuviel für dieses aus hochwertigem Material aufwendig hergestellte Getriebe, bei dem man mit einer langen Lebensdauer rechnen kann. Zudem entspricht der Nabenpreis ungefähr dem von Kettenschaltungen der gleichen Leistungsklasse.

Im Unterschied zu bisherigen Nabenschaltungen anderer Hersteller hat die Rohloff-Nabe keine Rücktrittbremse. Denn sie wurde für den sportlichen Einsatz konzipiert. Und Radsportler haben zur Rück-



Nabe gewachsen sind und eine Einbauweite von 135 Millimetern haben. Eine auf der linken Nabenseite angebracht Drehmomentstütze soll das linke Ausfallende der Fahrradrahmen von den vor allem im unteren Bereich hohen Antriebskräften entlasten. Damit die Nabe auch unter extremer Belastung sicher fixiert in ihrer Position bleibt, schreibt Rohloff bei nach vorn offenen Ausfallenden die Verwendung von Kettenspannern (Spannschrauben) vor. Ein spezieller federnder Kettenspanner für Fahrräder mit nach unten offenen Ausfallenden gehört zum Lieferumfang. Dieser spezielle Kettenspanner ähnelt dem Schaltwerk einer Kettenschaltung, was konservativen Sportradlern entgegenkommen mag, die das Gebammel am Hinterrad der Optik wegen nicht missen mögen.

Die „Speedhub“ ist die erste Nabenschaltung mit Schnellspanner. Weil auch die beiden Schaltzüge und die Drehmomentstütze mit Schnellverschlüssen ausgestattet sind, läßt sich bei einer Reifenpanne das Hinterrad ohne Werkzeug schnell aus- und einbauen. Nach dem Wiedereinbau muß die Schaltung nicht neu eingestellt werden. Denn im Gegensatz zu anderen Schaltsystemen ist bei der „Speedhub“ die Gangrasterung im Getriebe und nicht im Schaltgriff untergebracht. Die Raststärke läßt sich übrigens auch den Austausch von Federn im Getriebe variieren. Für Radler, die fürchten, der Schnellspanner würde den Diebstahl des teuren Stücks erleichtern, bietet Rohloff die „Speedhub“ auch mit einer Gewindeachse an, die ein Festschrauben des Rades erlaubt.

Schon jetzt läßt sich feststellen: Bernhard Rohloff setzt mit seiner „Speedhub 500/14“ Maßstäbe in der Schaltungstechnik. Mit seinem schon bei der Konstruktion der Nabe konsequent eingehaltenen Qualitätsanspruch hebt sich Rohloff wohltuend von der auch in der Fahrradbranche grassierenden Wegwerfmentalität ab. Bernhard Rohloff will daß seine Antriebsnabe die Lebensdauer eines hochwertigen Fahrrades übertrifft. Insofern ist die „Speedhub 500/14“ nicht nur eine Hochleistungs-nabe die das Radfahren noch attraktiver macht, sondern auch ein ökologisch und ökonomisch vernünftiges Produkt.

**Gerald Fink**

trittbremse nun einmal ein ähnliches Verhältnis wie der Teufel zum Weihwasser. Zudem stehen Mountainbiker häufig in den Pedalen und würden dann gewiß oft ungewollt bremsen. Auf eine witterungsunabhängige Bremse bracht bei der 14-Gangnabe jedoch niemand zu verzichten. Das Getriebe wird nämlich auch in einer Ausführung mit Scheibenbremsaufnahme angeboten. Passende Scheibenbremsen können die Firmen Hope und Magura liefern. Weitere Bremsenhersteller wollen nachziehen. Zusammen mit einer Scheibenbremse dürfte die Speedhub dann auf einen Preis von etwa 1 700.- bis 1 900.- Mark kommen.

Rohloff bietet die Speedhub nur mit 32 Speichenlöchern an und meint bei ei-

nem gut eingespeichten Rad würde diese Speichenzahl vollauf genügen. Bei 28-Zoll-Laufrädern können handelsübliche Speichen (für 26-Zoll-Räder) verwendet werden. Ansonsten sind Speziallängen erforderlich, die DT Swiss für Rohloff herstellt, weil die Flansche der „Speedhub“ um jeweils sieben Grad schräg nach innen gestellt sind, läßt sich die Nabe auch in 20- oder gar 18-Zoll-Laufräder einbauen, sofern die entsprechenden Felgen 32 Speichenlöcher haben. Es dürfte allerdings schwierig sein, 18-Zoll-Felgen mit 32 Speichenlöchern zu bekommen.

Das Rohloff-Getriebe läßt sich somit auch in die kleinen Laufräder von Liege- oder Falträdern einbauen, sofern deren Rahmen dem hohen Drehmoment der

Biria entwickelt stufenloses Fahrradgetriebe

## Auf variablen Bahnen kreisen

Ein anhaltend gutes Leistungsniveau erreicht der Mensch beim Radfahren nur, wenn er mit relativ konstanter Geschwindigkeit in die Pedale tritt. Radsportler wissen das und legen großen Wert auf eine für sie optimale Übersetzung. Aber auch Alltagsradler kommen besser voran und ermüden nicht so schnell, wenn sie die für sie günstige Trittfrequenz beim Pedalieren einhalten. Nur stehen dem bislang oft mehr oder minder weit auseinanderliegende Schaltstufen entgegen, die immer wieder zu einer Änderung des Trettempos zwingen. Bald jedoch könnte der alte Radlertraum wahr werden, stets die optimale Übersetzung wählen zu können. Ein neues Fahrradgetriebe soll für stufenlosen Schaltkomfort sorgen.

Biria in Edingen am Neckar, einer der größten deutschen Fahrradhersteller, arbeitet an der Entwicklung einer stufenlosen Antriebsnabe. Dabei handelt es sich um ein sogenanntes Satellitengetriebe. Im Unterschied zu den Planetengetrieben der gängigen Nabenschaltungen, in denen Zahnräder in gleichbleibendem Abstand um ein zentrales Sonnenrad kreisen, bewegen sich in der Nabe von Biria Satellitenräder auf variablen Bahnen um eine Achse, wodurch eine stufenlose Änderung der Übersetzungsverhältnisse möglich wird.

### Feinabstimmung auf Tastendruck

Die neue Nabe enthält vier in Reihe geschaltete Getriebeeinheiten, die einen Übersetzungsbereich von enormen 540 Prozent ermöglichen sollen. Damit würde man dann im größten „Gang“ 5,4mal schneller als im kleinsten fahren. Mehr Übersetzung haben selbst moderne 24-Gang-Kettenschaltungen nicht zu bieten, das Getriebe wird mit einem Drehgriff grob geregelt, was auch im Stand und unter Last beim Treten in die Pedale möglich sein soll. Über zwei Drucktasten erfolgt die Feinabstimmung. Der derzeitige Prototyp der Schaltung wiegt rund zweieinhalb Kilogramm. Mit

Rücktrittbremse wird die Antriebsnabe noch etwas mehr Gewicht auf die Waage bringen. Das Satellitengetriebe soll so robust ausgelegt werden, daß es auch in leichten Motorfahrzeugen eingesetzt werden kann. Der Produktionsstart ist für nächstes Jahr vorgesehen. Weil das Getriebe relativ einfach aufgebaut ist und eine kostengünstige Fertigung daher möglich erscheint, hofft Biria, die Nabe zu einem attraktiven Preis anbieten zu können. Im kommenden Jahrtausend soll es die Komfortnabe auch als elektronisch geregeltes Automatikgetriebe geben. Der Radler muß nur noch seine optimale Trittfrequenz einstellen, dann regelt die Elektronik bei relativ konstanter Pedaldrehzahl abhängig vom Pedaldruck das Getriebe automatisch. Bisherige Versuche, stufenlose Fahrradgetriebe zu bauen, sind meistens daran gescheitert, daß die Mechanik im Fahrbetrieb zu schwergängig war. Sollte es Herwig Fischer, dem Entwicklungsleiter von Biria, als erstem gelingen, dieses Problem zu bewältigen, dann könnte das neue Satellitengetriebe das Radfahren revolutionieren.

Derzeitige Versuche, stufenlose Fahrradgetriebe zu bauen, sind meistens daran gescheitert, daß die Mechanik im Fahrbetrieb zu schwergängig war. Sollte es Herwig Fischer, dem Entwicklungsleiter von Biria, als erstem gelingen, dieses Problem zu bewältigen, dann könnte das neue Satellitengetriebe das Radfahren revolutionieren.

Bisherige Versuche, stufenlose Fahrradgetriebe zu bauen, sind meistens daran gescheitert, daß die Mechanik im Fahrbetrieb zu schwergängig war. Sollte es Herwig Fischer, dem Entwicklungsleiter von Biria, als erstem gelingen, dieses Problem zu bewältigen, dann könnte das neue Satellitengetriebe das Radfahren revolutionieren.

Gerald Fink

Liebe Leserinnen und Leser,

der obige Aufsatz unseres Autors Gerald Fink ist in der SZ vom 14. März 1998 erschienen, der im Kasten in „aktiv Radfahren“, Erstauslieferung am 29. April 1998. Nur so viel steht fest: Herr Fink hat nicht für „aktiv Radfahren“ geschrieben. Der geneigte Leser mag sich mit uns über die frappierende Ähnlichkeit wundern und sich seine eigenen Gedanken über das „Recht auf geistiges Eigentum“ machen.

Die Redaktion

Weitere Einzelheiten zum Bericht in aR 2/98

### Stufenlose Schaltung von Biria

**Endlich ist es offiziell: Biria in Edingen am Neckar, einer der größten deutschen Fahrradhersteller, arbeitet an einer stufenlosen Antriebsachse, einem sogenannten Satellitengetriebe.**

Im Unterschied zu gängigen Nabenschaltungen, in denen Zahnräder in gleichbleibendem Abstand um ein zentrales Rad kreisen, bewegen sich in der Biria Nabe Satellitenräder auf variablen Bahnen um eine Achse, wodurch die stufenlose Änderung der Übersetzungsverhältnisse möglich wird.

Die neue Schaltung soll einen Übersetzungsbereich von 540 Prozent ermöglichen - eine Bandbreite, die modernen 24 Gang-Schaltungen entspricht. Das Getriebe wird über einen Drehgriff grob geregelt, zwei Drucktasten regeln die Feinabstimmung. Das Getriebe ist auch für Leichtmotorräder geeignet. Es soll zu einem attraktiven Preis auf den Markt kommen. Produktionsstart: voraussichtlich 1999, ein elektronisch geregeltes Automatikgetriebe ist im Gespräch.

Fahrrad ohne mechanischen Antrieb ermöglicht ungeahnte konstruktive Freiheiten:

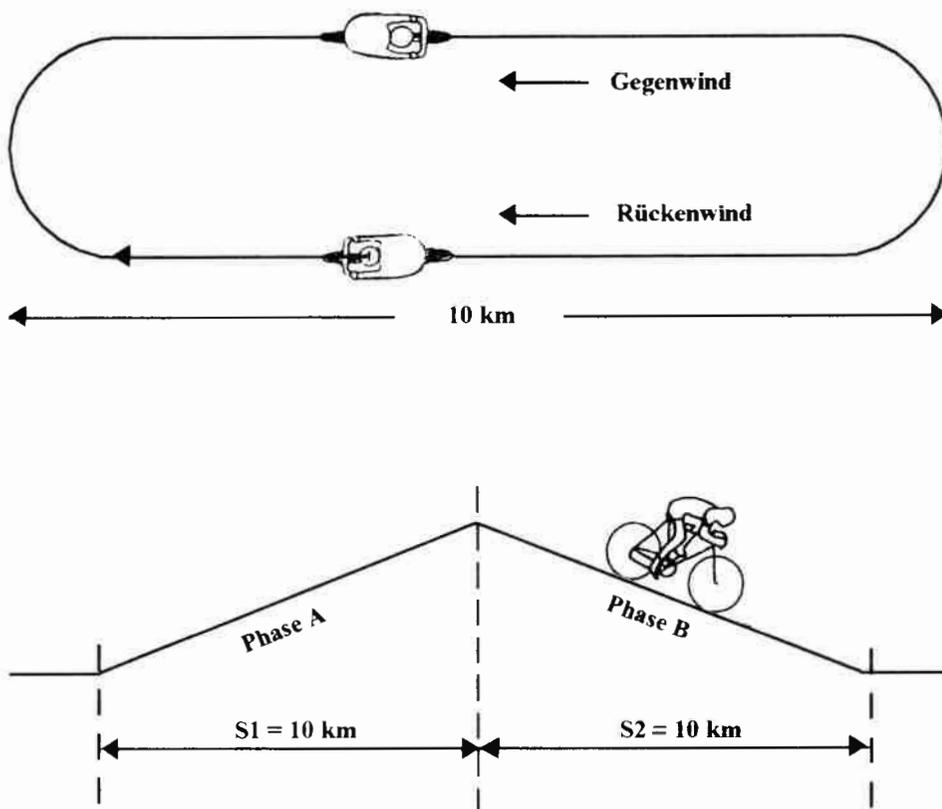
# Kettenloses Hybrid-Fahrrad

Der Wind kommt immer von vorne", so ein Titel eines Radelreisebuches, das die subjektiven Alltagserfahrungen von Radlern auf den Punkt bringt. Wie gut wäre es da, könnte man auf zusätzlichen Schub zurückgreifen. Wie wirkungsvoll dieser Schub zur Steigerung der Durchschnittsgeschwindigkeit ist, sei an folgendem kleinen Rechenbeispiel verdeutlicht:

Ein Radler legt eine Gesamtstrecke zurück, die aus zwei Phasen besteht. In Phase A fährt er mit einer Geschwindigkeit von 10 km/h (Gegenwind, Steigung am Berg), in Phase B mit 30 km/h (Rückenwind, Gefälle). Nach einer oberflächlichen Rechnung ergibt sich daraus eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 20 km/h. Eine genauere Nachrechnung zeigt jedoch, daß dies eine Milchmädchenrechnung ist, denn die tatsächliche Durchschnittsgeschwindigkeit beläuft sich lediglich auf 15 km/h. Das bedeutet, daß die niedrigste Geschwindigkeit den Durchschnittswert stärker drückt als die hohe Geschwindigkeit sie hebt.

Ein weiteres Beispiel verdeutlicht diesen Zusammenhang noch extremer. Durchfährt jemand bei optimalen Bedingungen die Phasen A und B mit 20 km/h, so ist er für die Strecke von 20 km/h eine Stunde unterwegs. Herrschen widrige Umstände (Gegenwind, Anstieg) und er durchfährt Phase A mit 10 km/h, dann ist bereist am Ende dieser Wegstrecke sein Zeitbudget von einer Stunde „verbraucht“, um also auf eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 20 km/h zu kommen, müßte Phase B mit Lichtgeschwindigkeit durch-eilt werden (siehe zu diesen Überlegungen den Aufsatz „Die Grenzen des muskelkraftgetriebenen Fahrrades und ihre Überwindung durch hilfsmotorisierte ‚fahradnahe‘ Fahrzeuge“ von Günter Fieblinger. In PRO VELO 27, S. 5 ff).

Um eine hohe Durchschnittsgeschwindigkeit zu erzielen, ist es wenig effektiv, die Höchstgeschwindigkeit zu steigern, als vielmehr Situationen, in denen nur niedriges Tempo erzielt werden kann, zu vermeiden. Zu den widrigen Umständen,



Die Zeit, die nötig ist, um die Wegstrecken A bzw. B zurückzulegen, berechnet sich nach folgender Formel:

$$t = \frac{s}{v}$$

Ferner gehen wir davon aus, daß beide Wegstrecken gleich, nämlich 10 km, lang sind; Wegstrecke A mit 10 km/h, Wegstrecke B aber mit 30 km/h durchfahren werden, so errechnet sich die Fahrzeit für A mit  $t_1=1$  Std., für B mit  $t_2=0,33$  Std. Die Gesamtfahrzeit  $t(\text{ges})$  beträgt somit  $t_1 + t_2 = 1,33$  Std. Die Durchschnittsgeschwindigkeit errechnet sich nach der Formel

$$v(\text{durchsch.}) = \frac{s(\text{ges})}{t(\text{ges})}$$

Danach ergibt sich für die Durchschnittsgeschwindigkeit ein Betrag von 15 km/h !!

die das Durchschnittstempo drosseln. kommen neben den oben genannten Faktoren noch zwei weitere hinzu. Im innerstädtischen Verkehr mit häufigen Stop-and-Go-Situationen wird beim Bremsen

Energie „verbrannt“, beim Anfahren müssen immer wieder Trägheitskräfte überwunden werden. Dies ist kraftzehrend und ermüdend. Um aus dem „Schönwetterfahrzeug“ Fahrrad ein Ganzjahres-

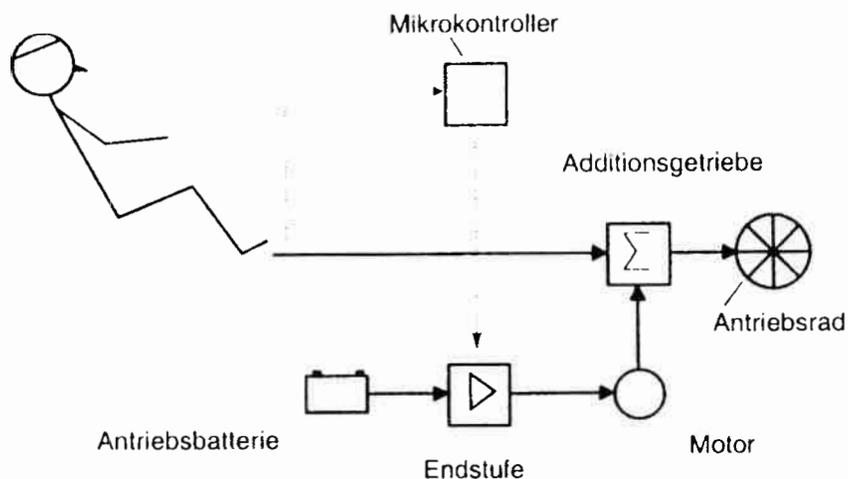
fahrzeug zu machen, sind gewichtstreibende Maßnahmen vonnöten (Mehrspurigkeit, Teil- oder Vollverkleidung; siehe hierzu Dietrich Lohmeier, „Zwei Jahre Erfahrung mit dem Alleweder - E“ in PRO VELO 48, S. 16 ff), die die Problembereiche (Hubarbeiten am Berg, Überwindung von Trägheitskräften beim Stop-and-Go-Verkehr; s.o.) verschärfen. In den genannten Situationen wäre eine motorische Fremdunterstützung hilfreich.

Für die Kombination von Muskelkraft mit motorischer Kraft, auch Hybridantrieb (hybrid = gemischt, von zweierlei Herkunft, aus verschiedenem zusammengesetzt) genannt, gibt es inzwischen verschiedene Vorschläge. Die technisch einfachste Lösung ist ein alternierender Antrieb. Entweder Muskelantrieb oder Motorantrieb. Klassische Fahrzeuge für dieses Konzept sind die „Elektra“ die „Saxonette“ oder der „Cityblitz“ (siehe PRO VELO 27, S. 23 ff). Technisch anspruchsvoller dagegen sind additive Lösungen. Der Antrieb erfolgt gleichzeitig sowohl durch Muskelkraft als auch durch Motorkraft, beide Antriebsquellen sind durch ein Zwischengetriebe miteinander gekoppelt (siehe Velocity, PRO VELO 27, S. 29 ff) oder die Kopplung wird elektronisch geregelt.

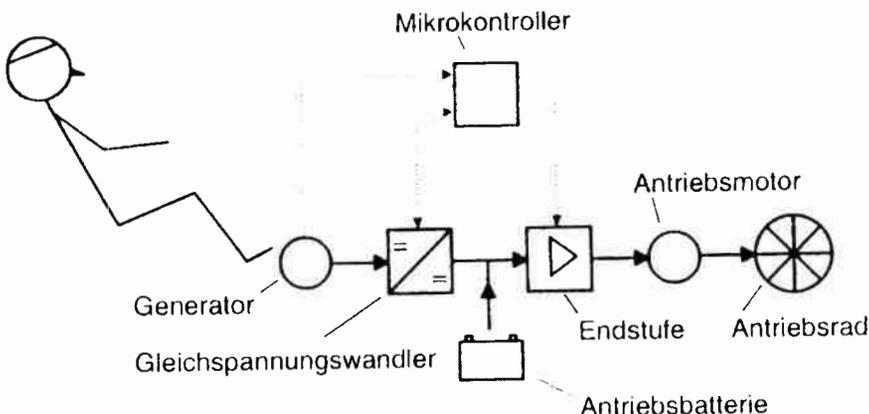
Einen neuen kettenlosen Weg schlagen Forscher der Ingenieurschule Bern vor. Dies Fahrzeug, zuerst in Bike Cultur 15 / April '98 vorgestellt, hat offensichtlich keinen Antriebsstrang. Ich hielt das Fahrrad zunächst für einen Aprilscherz, so unglaublich erschien mir auf den ersten Blick dieser Vorschlag. Doch eine Rückfrage in der Schweiz bestätigt die Ernsthaftigkeit des Konzeptes. Es besteht aus verschiedenen Modulen. Mit Muskelkraft wird elektrische Energie per Generator erzeugt, die wiederum dem Antriebsmotor zugeführt wird. Zwischen Generator und Motor besteht eine elektrische Kabelverbindung, der mechanische Antrieb per Kette fällt weg! Je nach Bedarf kann über eine Elektronik der Antriebsenergie zusätzliche Fremdenergie aus Batterien zugeschaltet werden.

Das Forscherteam in Bern hat einen funktionsfähigen Prototypen gebaut, dessen Antrieb einen Wirkungsgrad von lediglich 50 % hat - dies ist wohl das größte Handicap dieses Konzeptes, auch wenn

### Wie funktioniert ein Hybridantrieb?



### Elektromechanischer Hybridantrieb



### Vollelektrischer Hybridantrieb

Bei einem Hybridantriebssystem wirken gleichzeitig mehrere Energiequellen auf einen Antriebsstrang. Beim elektromechanischen Hybridantrieb wird die Muskelleistung des Fahrers und die Leistung des elektrischen Antriebsmotors in einem speziellen Additionsgetriebe zusammengefasst und auf das Antriebsrad übertragen.

Der Antriebsmotor erhält seine Energie über eine Endstufe aus der Antriebsbatterie. Die Endstufe wird in Abhängigkeit von der Tretfrequenz durch einen Mikrokontroller gesteuert.

Beim vollelektrischen Hybridantrieb treibt der Fahrer einen Generator an. Die so erzeugte Energie wird mit Batterieenergie ergänzt und zum Antriebsmotor geleitet.

Dieses einfache Prinzip hat zwei entscheidende Nachteile:

- Die dauernden Drehzahlanderungen der FahrerIn verhindern, dass der Generator im optimalen Arbeitspunkt betrieben wird und die Generatorspannung konstant ist.
- Die FahrerIn treibt eine Maschine an, ohne dass ein „Fahrgefühl“ wahrnehmbar ist.

Diese Nachteile konnten durch die Entwicklung eines steuerbaren Gleichspannungswandlers beseitigt werden. Bei diesem Wandler ist die Belastung des Generators bzw. des Fahrers steuerbar. Die drehzahlabhängige Generatorspannung wird auf die konstante Spannung der Antriebsbatterie gewandelt.

Quelle: Info-Bit 4/97; Informationsblätter der Ingenieurschule Bern HTL, Bern

die Berner Forscher davon überzeugt sind, den Wirkungsgrad durch Optimierung der Bauteile leicht auf über 80 % heben zu können. Im Vergleich zu mechanischen Antrieben (bei der Kette sind bis zu 98 % zu erreichen) ist das immer noch ein bescheidener Wert. Die Vorteile dieses Antriebes sind auch woanders zu suchen. Zum einen erlangt der Konstrukteur unter Verwendung des kettenlosen Antriebs ungeahnte konstruktive Freiheiten,

Kettenlinien spielen keine Rolle mehr, Zwischengetriebe wie bei langen Liegerädern oder Mehrspurfahrzeugen (Differential) sind überflüssig, Kurvenleger sind einfacher zu konstruieren. Der Alltagsnutzen besteht darin, daß es keine Kette mehr gibt, die die Hosenbeine beschmutzen könnte. Liegeräder wären ohne Rücksicht auf Kettenlänge leichter einstellbar. Bei gefederten Rädern sind Antrieb und Federung entkoppelt.

Die Schweizer Forscher stehen erst am Anfang dieser Entwicklung und sind an einer lebhaften Diskussion um ihr Projekt interessiert. (bf)

**Kontakt:**

Jürg Blatter / Dr. Andreas Fuchs  
Ingenieurschule Bern HTL  
Morgartenstrasse 2 c  
CH-3014 Bern

*Arbeiten Sie gerade an einem Fahrrad-Thema?*

*Mit unserer Artikelverwaltung finden Sie den passenden Aufsatz aus älteren Heften aufs Stichwort!!*

*Und die Ergebnisse Ihrer Arbeit können wir für Sie publizieren.*

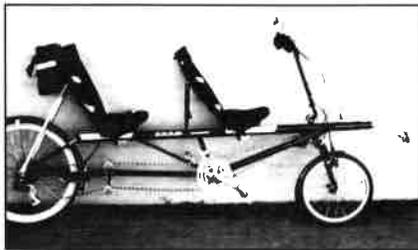
*Sprechen Sie mit uns! Anruf genügt!*

*Ihr PRO-VELO-Team*

*Neu in Deutschland!*

**RANS – Screamer**

Das Liegeradtandem aus USA



- Kompakte Bauform
- Leicht zu fahren
- Verbindet Liegerad- und Tandemvorteile

**PEDAL KRAFT**

**F. Eberhardt Spezialräder**

Liegeräder, Falträder, Spezialzubehör,  
Falttandem, Liegeradtandem.

- **Falträder**  
Brompton, Birdy, Bernds, Turnaround, Moulton APB und AM, Galaxe .
- **Liegeräder**  
Radius, Challenge, Horizont, Bevo, Radnabel, RANS, Culty.
- **Tandems**  
Montague Tri-Frame, RANS Screamer

**Pedalkraft, Friedrich Eberhardt,**  
Hirschlander Str.2, 71254 Ditzingen  
Tel.: 07156/8369 Fax: 07156/34034  
E-mail: pedalkraft@t-online.de

*Neu, neu, neu!*

- **Horizont top**
- **Flux V 200**
- **Turnaround** 26 Zoll Faltrad
- **Bernds 3 X 7** Faltrad
- **Rohloff Speedhub 500/14**  
in 20 Zoll Laufrad

*Der Sommerartikel!*

Schluß mit dem „Nassen Rücken“:

- **Superluftige Liegerad-Sitzmatte**  
aus PE-Geflecht, leicht, 20 mm stark,  
Stück zum Selbstzuschneiden  
mit Montage-Anleitung DM 20,--

Neue Nutzung für stillgelegte Gleise:

## Rail-Biking - Hoffnung für heimische Touristik



**Unter Zuhilfenahme des Railbike-Umbausatzes von Pichler-Radtechnik kann sowohl ein Normal- als auch ein Liegerad schienentauglich gemacht werden. Im Bild ist der einfache Aufbau deutlich erkennbar. Das Überfahren von Weichen ist hiermit allerdings nicht möglich.**

Stillgelegte Eisenbahngleise hat man in den wilden sechziger Jahren der Republik demontiert und dem Hochofen zugeführt. Da die Eisenbahn heftige Steigungen meidet, hat man auf den Trassen dann oft Radwege angelegt. Doch in Nordamerika hat sich solcher Aufwand offenbar nie gerechnet. 130 000 Kilometer stillgelegter Gleise liegen in den USA und in Kanada herum. Ausgang des Jahrhunderts haben die privaten Eisenbahngesellschaften dort Radsätze an Automobilisten vermietet, zumal der Straßenbau lange auf sich warten ließ. Das Ford-T-Modell soll deshalb von vornherein die passende Spurweite erhalten haben! Und auch in der BRD wechselten manchmal die Bahnbusse ganz selbstverständlich zwischen Schiene und Straße.

Mittlerweile kam aus Schweden die Idee der touristischen Nutzung dieses toten Kapitals auf den Kontinent und zwar in Form eines Draisinenverleihs an Touristen. Diese erhalten eine nur wenig modifizierte Bahndraisine alten Stils mit

Pedalantrieb und werden auf eingleisigen Strecken in Abständen in derselben Richtung losgeschickt. In der brandenburgischen Uckermark z. B. an Tagen mit geradem Datum ab Templin, an ungeraden ab Fürstenberg. Die Miete pro Tag beträgt 90 Mark, wofür zwei Erwachsene und zwei Kinder die 28 km lange Strecke fahren können. Da Eisen auf Eisen rollt, sind allerdings die Erschütterungen durch die Schienenstöße erheblich und die Bremswege lang. Unerfahrene Vatertagspartien produzierten da schon mal Auffahrunfälle. Trotzdem ist der Andrang zu solchen Robinsonaden durch stille Wälder enorm, so daß telefonische Vorbestellung geraten ist (03987-52115).

Im Land der unbegrenzten Möglichkeiten hat indessen das Railbiking Zulauf, eine wesentlich individuellere Variante des pedalierten Schienenverkehrs. Die Railbiker benutzen ihre eigenen Fahrräder, die durch eine Führungsrolle vor dem Vorderrad und einen starren Ausleger mit auf dem anderen Gleis abrollender Rolle

schienentauglich gemacht werden. Dies hat gleich mehrere Vorteile. Man kann mit dem Fahrrad auf der Straße zum Altgleis kommen, die Pneus federn die Schienenstöße ab und verringern den Rollwiderstand, die Bremswege sind kurz, und das leichtgewichtige Fahrrad nebst Ausleger kann bei Hindernissen, etwa einem zwischen den Schienen gewachsenen Baum, leicht aus den Schienen gehoben werden. USA- oder Kanada-Touristen können Extremtouren, etwa durch die Mojave-Wüste, oder schattige Genußfahrten im Yosemite-Park planen. Hierzu gibt es den „Guide to Abandoned Railroads“ von Balboa Publishing (\$ 20 zzgl. Porto, Fax 001415-4538888), geordnet nach Bundesstaaten. Für Europäer gibt es den „Europa-Reiseführer '98/99 für Eisenbahnfreunde“ (DM 29,00 Fax 0251-234182), der allerdings nur die Museumsbahnen auflistet, die für verkehrsfreie Tage zu kontaktieren sind.

Um das Equipment muß man sich schon Zuhause kümmern. Der Railbike-

Umbausatz von Pichler-Radtechnik läßt sich an Normal- wie an Liegerädern anbringen, wiegt nicht viel mehr als ein Foto-stativ und läßt sich auf die Spurweite einstellen. Er soll bei 200,00 DM liegen. Die Lenkrolle am Vorderrad kann für Straßen-fahrten hochgeklappt werden, wogegen der Ausleger nach Lösen von drei Schrauben abgenommen und zusammengescho-ben wird.

Mittlerweile interessieren sich Land-

**Hersteller des Draisinenbausatzes:**

**Kurt Pichler Radtechnik**

**Landgrafstr. 55**

**66996 Ludwigswinkel**

**Tel 06393-993057, Fax -993058**

kreise mit unausgelasteten Touristen-betten für die neue Touristenattraktion. Beim individualistischen Konzept kann ein Fahrradgeschäft die Ausleger vermieten

und anbringen. Narrensicherer, aber auch mit höheren Investitionen verbunden, sind Vierrad-Draisinen, die für solche Zwecke aber in moderner Fahrradtechnik und mit ausreichenden Bremsen auszuführen sind. Statt des umständlichen Wechsel-betriebs auf eingleisigen Strecken hat Pichler Radtechnik auch hierfür die flexi-bleren Lösungen.

**Hans-Erhard Lessing, Mannheim**

## *Draisine - Renaissance eines alten Verkehrsmittels*

**D**ie Draisine - ein mit Muskelkraft angetriebenes Schienenfahrzeug - hatte ursprünglich funktionale Bedeutung. Sie diente im Eisenbahnverkehr als Mittel bei der Streckenkontrolle, bei der die niedrige Geschwindigkeit und häufiges Anhalten die Regel waren. Auch Werkzeug- und Materialtransport wurden mit ihr kostengünstig bewerk-stelligt.

Seit in jüngster Zeit viele Eisenbahn-strecken stillgelegt werden, haben pri-vate Liebhaber dieses alten Verkehrs-mittels die Möglichkeit entdeckt, die brachliegenden Strecken mit Hilfe der Draisine mit neuem Leben zu füllen. Die neuen Nutzungsmöglichkeiten lie-gen auf den klassischen Feldern: Ver-kehrsmittel, touristische Attraktion, Sport.

Die Bereiche „Verkehr und Touris-mus“ sind in einer fächerüber-greifenden Forschungsarbeit zwischen Raumplanern und Maschinenbauern der Uni Kaiserslautern untersucht wor-den. Inhaltlich können Draisinen-strecken touristische Attraktionen für strukturschwache Gegenden sein. Um ein derartiges Angebot einzurichten, sind verschiedene Maßnahmen erfor-derlich, die sich auf die Bereiche „Infra-struktur“, „Betriebssicherheit“ und „Fahrzeugtechnik“ beziehen.

Die Infrastruktur der Eisenbahnstrek-ken (Bahnhöfe, Werkstätten, Abstell-möglichkeiten) sind den Ansprüchen ei-nes Draisinenverkehrs anzupassen und umzugestalten.

Probleme der Betriebssicherheit er-geben sich daraus, daß viele stillgelegte Strecken eingleisig sind, durch die niedri-gen gefahrenen Geschwindigkeiten das Abwarten des Gegenverkehrs einen zü-gigen Zweirichtungsbetrieb unmöglich machen. Das Uni-Team aus Kaiserslau-tern schlägt den Bau eines Mittelstranges zwischen den Schienen vor, auf denen der Draisinenausleger geführt wird und eine Querung mit entgegenkommenden Fahrzeugen relativ einfach möglich sein soll. Dieser Vorschlag setzt jedoch ko-stenintensive Investitionen voraus. Ein an-derer Weg wäre, die Fahrzeuge so zu konstruieren, daß eine Querung ohne großen Kraftaufwand möglich ist.

Demnach mündet die Frage nach der Betriebssicherheit in die Frage nach dem richtigen Fahrzeug, in die Probleme der Fahrzeugtechnik ein. Dabei sind verschie-dene Alternativen möglich: Fahrzeuge, die ausschließlich für den Schienenver-kehr konzipiert sind oder Fahrzeuge, die sowohl für die Schiene als auch für die Straße tauglich sind. Letztere wären für den Radtouristen insofern interessant, daß er auf längeren Touren auf die Schie-

ne „umsteigen“ könnte. Eine interes-sante Möglichkeit wäre dies vor allem für die Radtouristik in bergiger Land-schaft, da Schienenwege geringe Stei-gungen haben und damit ein gutes Vor-ankommen für den Radler gewährlei-stet wäre. Für diese Variante des Rad-tourismus wäre jedoch ein Atlas über stillgelegte Strecken, die in dem ange-führten Sinne benutzt werden könnten, unabdingbar.

Einen Entwicklungsschub für die Draisinentchnik könnte - wenn auch nicht unumstritten - der sportliche Sek-tor bringen. Anders als bei anderen fahrradportlichen Ereignissen (Stra-ßen- oder Rundkursrennen) ist der Draisinensport systembedingt auf den Hochgeschwindigkeitssprint be-schränkt. (Der Weltrekord beim 200-m-Sprint liegt z. Zt. bei 58,62 km/h). Bereits zum 3. Mal findet in diesem Jahr eine Weltmeisterschaft für Schienen-HPVs statt, und zwar in Laupen in der Schweiz (siehe Ausschreibung und Terminankündigung).

Es ist durchaus denkbar, daß derar-tige sportliche Veranstaltungen lokal durchgeführt und in touristische Kon-zepte eingebaut werden können. (bf)

**Quelle:** UNI-Spectrum, Informations-schrift der Uni Kaiserslautern, 1/97

### 3. Weltmeisterschaften für Schienen-HPVs

Der Verein „Future Bike“ und das Städtchen Laupen in der Schweiz veranstalten am 29. und 30. August 1998 die 3. Weltmeisterschaft für Schienen-HPVs. Um einem breiteren Publikum eine Vorstellung über diese Fahrzeuge zu vermitteln, drucken wir hier die technischen Infos, die die Veranstalter der Wettbewerbsausschreibung beigefügt haben, im folgenden ab:

#### A) Zulassung

Die Fahrzeuge werden in Kategorien aufgeteilt, wobei ein oder mehrere Fahrer und Passagiere möglich sind

#### Rennfahrzeuge

Diese besonders aerodynamisch gebauten Vehikel sollen im Sprint möglichst hohe Geschwindigkeiten erreichen. Als Rennfahrzeuge zugelassen werden nur solche, die besonders sorgfältig in Bezug auf Sicherheit konstruiert sind. Bei den auftretenden Geschwindigkeiten müssen Entgleisungen auch bei Vollbremsung ausgeschlossen sein. Das Fahrwerk und die Radaufhängung müssen besonders verwindungssicher konstruiert sein.

#### Gebrauchsfahrzeuge

Der Schwerpunkt dieser Fahrzeuge ist die praktische Verwendbarkeit für den Transport von Personen und Gütern, sei es für touristische Zwecke, auf privaten Gleisen wie in Fabrikarealen, oder für Sonderaufgaben wie Halligbahnen oder Gleisinspektionen.

#### B) Sicherheit

##### Vermeiden von Entgleisungen

Das Gleis befindet sich auf einem erhöhten, groben Schotterbett mit einigen Stahlmasten seitwärts. Es ist unbedingt nötig, jegliche Entgleisung bei erhöhten Geschwindigkeiten zu vermeiden. Zur Rennkategorie werden nur Fahrzeuge zugelassen, bei denen diesbezüglich keine Bedenken bestehen.

##### Fahrwerk

Die relativ breiten Fahrwerke müssen genügend stabil und verwindungssicher sein. Insbesondere ist den Bremskräften Rechnung zu tragen.

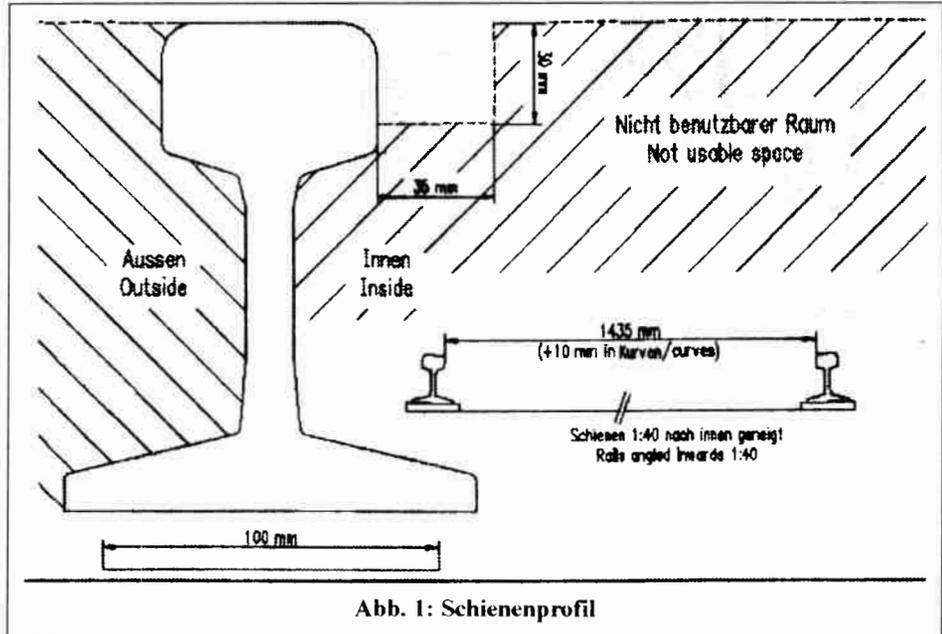


Abb. 1: Schienenprofil

#### Sekretariat.

Future Bike CH, Jürg Hölzle  
Spitzackerstrasse 9, CH-4410 Liestal, Schweiz

Tel P: 0041 33 335 31 55, Fax G: 0041 33 228 30 39

Email: [hoelzle@dial.eunet.ch](mailto:hoelzle@dial.eunet.ch)

#### Technische Belange

Theo Schmidt Ortbühl 44, CH-3612 Steffisburg

Tel & Fax P: 0041 33 437 19 12

Email: [tschmidt@access.ch](mailto:tschmidt@access.ch)

#### Unterkunft, Testfahrten

Tourismus Laupenamnt / Sensetalbahn  
Postfach 55, CH-3177 Laupen

URL: <http://www.laupenamnt.ch>

Tel G: 0041 31 740 62 75, Fax G: 0041 31 740 62 26

Abb. 2: Kontaktadressen

## Bremsen

Die Bremsen haben auf alle Räder zu wirken oder auf mindestens zwei Räder und die Schienen. Die Bremsen müssen mindestens guten Fahrradbremsen entsprechen und es müssen zwei unabhängige Kreise vorhanden sein. Eine Parkierbremse oder ein Schienenbremskeil müssen vorhanden sein. Wegen der relativ breiten Spur muss der Bremskraftverteilung besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden: diese muss entsprechend der seitlichen Position des Schwerpunktes so ausgeführt werden, dass kein übermäßiges Giermoment auftreten kann, was eine Entgleisung auslösen könnte. Dies muss insbesondere für schnelle Fahrzeuge und für solche für mehrere Personen gut gelöst sein.

## Warnsignal

Jedes Fahrzeug muss mit einem wirksamen akustischen Signalmittel ausgerüstet sein.

## Gewicht

Die Fahrzeuge müssen von ihren Besatzungen aufgleist oder von den Schienen genommen werden können.

## Fahrbetrieb

Alle Teilnehmer sind verpflichtet, die Anweisungen der Funktionäre zu befolgen und so zu fahren, dass Kollisionen ausgeschlossen sind. In Notfällen müssen sie nach Möglichkeit ihr Fahrzeug rasch vom Gleis entfernen können.

## Schutz

Bei allen Fahrten über Schrittempo müssen Schutzhelme getragen werden. Ebenfalls müssen die Fahrzeuge so gebaut sein, dass Körperteile den Boden nicht unbeabsichtigt berühren können oder Personen herausfallen können.

## Verantwortung

Die Verantwortung für die Betriebssicherheit der Fahrzeuge liegt allein bei den Konstrukteuren und Fahrern, auch wenn sie von der technischen Kommission zum Rennen zugelassen sind. Sowohl die Organisatoren als auch die Sensetalbahn lehnen ausdrücklich jede Haftung ab. Dies gilt auch für den Fall von Kollisionen mit Fahrzeugen oder mit Gegenständen wie

# Veloladen

## Liegeräder



fon 02204-61075 fax 02204-61076  
Dolmanstraße 20 D-51427 Bergisch Gladbach  
Versandunterlagen gegen DM 5 in Briefmarken

Masten. Diese werden zwar teilweise gepolstert sein, aber dies kann nicht garantiert werden. Ebenfalls werden die Straßenübergänge überwacht werden, die Strecke abgesperrt sein, und die vorhandene elektrische Fahrleitung abgeschaltet sein, aber die Teilnehmer benutzen das Gleis trotzdem auf eigenes Risiko und müssen ihr Einverständnis damit mit Unterschrift bestätigen.

## C) Schienenprofil (siehe Abb.1)

## D) Kontakte (siehe Abb. 2)

## E) Anmeldungen

Die Anmeldung erfolgt an das Sekretariat Future Bike (Adresse siehe Kasten) zusammen mit einer Beschreibung des vorgesehenen Fahrzeuges, nach Möglichkeit soll eine Skizze oder ein Photo der Anmeldung beigefügt werden.

Liebe Leserin, lieber Leser,

wir freuen uns über jede Zuschrift und veröffentlichen sie nach Möglichkeit an dieser Stelle. PRO VELO soll eine lebendige Zeitschrift sein, die Impulse setzen möchte, sich aber auch der Kritik stellt. In der Vergangenheit haben Anmerkungen aus der Leserschaft oft zu Recherchen und entsprechenden Artikeln geführt. Bitte haben Sie Verständnis, daß wir uns Kürzungen von Leserbriefen aus Platzgründen vorbehalten müssen.

Die Redaktion

**Betr.: Themenheft 52 „Radfahren in der Stadt“**

Ein einziger Blick in eine City zeigt, wie überflüssig das City-Bike ist. Da tummeln sich Fahrradtypen bunt durcheinander, schnell oder bequem, protzig oder solide, beladbar oder klein, wie man's eben braucht.

Nun könnte man mit der Behauptung leben, daß es für Citys eines besonderen Fahrradtyps bedarf, würden seine angeblichen Vorzüge nicht mit einem tiefen Griff in eine ganz alte Ingenieurs-Kiste einhergehen: dickwandiger Stahl oder Aluminium billigster Sorte, Unisex-Einheits-Einrohrrahmen unseliger Klapp-Zeiten, lange Sattelstützen, fingerdicke Schweißraupen, Niederdruck-Ballonreifen, Gepäckträger aus Vollstahl. Camufliert wird das dann mit angeblich pfliffigen Details und der üblichen Lawine an Anbauten.

Daß die Claqueure der Hochglanzpresse diese schwergewichtigen Signale der Leichtigkeit überschwenglich feiern, wundert niemand, daß aber ernsthafte, kritische Leute auf das Märchen vom City-Rad hereinfallen, ihm eine Berechtigung einräumen, diesem neuesten Tiefstand der Fahrradkultur aufsitzen, wie in PRO VELO 52, will mir nicht in den Kopf. Da geht man zuerst dem Konzept auf den Leim mit der Behauptung, daß das City-Rad von Grund auf neu konstruiert werden müsse (S. 8). Dann wird ein Entwicklungsstau beim Allgemeinrad konstatiert (S. 12) - so billig wie eingängig.

Wie dann die angeblich erfolgreichen Umsetzungen des City-Rad-Gedankens vorgestellt werden, kann ich nur Schönfärberei nennen und nur so erklären, daß hier jemand mit geschlossenen Augen

seine Bekehrung zum Phantom City-Rad verteidigt.

Das Luna ist in Wahrheit mit allen Krankheiten des unseligen Klapp-Rades geschlagen, aber ohne einem einzigen Vorteil.

Da ist das Biria mit seinem 26-cm-Durchstieg auf 18 cm Höhe. Aber wer braucht den? Und kann ein Invalide, ein Greis die 19 Kilo wieder aufrichten, wenn diese „gute Idee“ umgefallen ist?

Beim Radical waren wildgewordene Designer, physikverachtende Anhänger, dafür aber innovative Lackierer am Werk, erkennbar an den 15 kg für 3.000,- DM und an der asymmetrisch angebrachten Feder, die ihre eigenen Aufhängung auf Biegung belastet und deshalb in kurzer Zeit ruiniert.

Der Roller für die City ist auch so ein Produkt von PR-Drückerkolonnen. Seit es brauchbare Kinderräder gibt, spielen Kinder kaum noch mit dem Roller. Sie wissen vielleicht nicht warum, aber sie spüren es besser als PRO VELO 52, S. 11: Rollern ist eben nicht so energiesparend wie Radfahren, sondern so energieaufwendig wie Treppensteigen. Bei jedem Tritt muß der Körper erst gesenkt und dann wieder gehoben werden, mehr als beim Gehen. Und jetzt, nachdem der Traum skrupelloser Abzocker, blauäugiger Designer und überheblicher Schweißgeräte-Besitzer ad Acta gelegt worden ist, wird der Rolle als ein „ernstzunehmendes Verkehrsmittel“, eine „Alternative“ (S. 11) zum Fahrrad von PRO VELO entdeckt. Rührend, die Naivität!

Nikolaus Suppanz, Berlin

**Betr.: PRO VELO 52; Mit dem Roller im Nahverkehr, S. 10 ff**

Sie dürfen ... durch die Fußgängerzone „rollern“. Die von Ihnen ausgedrückte Rechtsunsicherheit ist unbegründet. In dem Buch von Dietmar Kettler, „Recht für Radfahrer“, BLV 1997 findet sich der Hinweis, daß Roller auf den Gehweg gehören und auch in der Fußgängerzone (langsam!) gefahren werden dürfen.

Klaus de Leuw, Hilden

Liebe Leserin, lieber Leser,

*Sie können uns Ihre Meinung per Brief schreiben, faxen oder aber auch uns eine eMail schicken. Hier sind unsere Adressen und Anschlüsse:*

**PRO VELO - Das Fahrrad-Magazin**  
Riethweg 3  
D - 29227 Celle

**Tel.: 05141/86110**  
*(in der Regel werktags ab 15.00 Uhr, ansonsten Anrufbeantworter)*

**Fax: 05141/84783**

**eMail:**  
*Fahrradmagazin.ProVelo@at-online.de*

Die Redaktion

# Forschungsdienst Fahrrad

Der „Forschungsdienst Fahrrad“ (FDF) des ADFC berichtet 14-tägig über Verkehrswissenschaft und Fahrradpolitik. Der jeweilige Forschungsdienst ist mehrseitig. An dieser Stelle drucken wir nur die Rubrik „Wichtigstes Ergebnis“ ab. Der vollständige FDF ist über den ADFC, Postfach 107747, D-28077 Bremen zu beziehen. Er steht auch unter folgender Internetadresse zur Verfügung: [ananke.informatik.umu.se/adfc/dfd](http://ananke.informatik.umu.se/adfc/dfd)

Nr. 301

**Franz Skala/Wolfgang Rauh: Flexibler Öffentlicher Verkehr - Neue Angebote in Stadt und Region; Hrsg. vom Verkehrsclub Österreich (VCO), Reihe Wissenschaft & Verkehr Heft 4/1996**

**Ist öffentlicher Nahverkehr für sehr geringe Fahrgastzahlen noch rentabel?**

Unter bestimmten Bedingungen (z.B. in kleineren Orten, Nachtverkehr) ist klassischer ÖPNV oft extrem unrentabel. In solchen Fällen kann teilweise oder volle Bedarfsorientierung des ÖPNV eine Alternative zur unattraktiven Ausdünnung des Verkehrsangebots sein. Eine Hauptaufgabe besteht dann in der Integration des linien- und bedarfsorientierten Verkehrs in ein Gesamtsystem.

Nr. 302

**Antje Flade, Maria Limbourg: Das Hineinwachsen in die motorisierte Gesellschaft; Darmstadt/Essen 1997, ISBN 3-932074-07-6**

**Wie Kinder zu Autofahrern werden.**

Kinder in Städten mit unterschiedlichem Verkehrsklima entwickeln sehr verschiedene Vorstellungen über ihr künftiges Verkehrsverhalten. Kinder und Jugendliche, die in autoorientierten Städten wohnen, stellen sich überproportional häufig vor, sie würden als Erwachsene eines Tages viel Auto fahren. Die Autoorientiertheit stärkt sich im Laufe der Zeit noch, die Pro-Auto-Orientierung entwickelt sich ab einem Alter von 12 Jahren.

Nr. 303

**Kurt und Claudia Ackermann: Verkehrsverhalten Arbeitsloser; In: Straßenverkehrstechnik 9/97**

**Hohe Arbeitslosigkeit bedingt verstärkte Nutzung umweltfreundlicher Verkehrsmittel**

Das Mobilitätsverhalten von Arbeitslosen und Berufstätigen unterscheidet sich teilweise erheblich, wobei sich die Verkehrsmittelwahl mit zunehmender Dauer der Arbeitslosigkeit zum Rad- und Fußverkehr verlagert. Daraus entstehen erhöhte Anforderungen an Versorgungs- und Freizeitstrukturen im Wohnumfeld.

Nr. 304

**Gianantonio Caramuzza, Uwe Ewert: Sicherheitstechnische Analyse von Fußgängerstreifen; Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, BFU-Report 33; Bern 1997**

**Mittelinseln an Fußgängerüberwegen müssen ausreichende Durchfahrtsbreite bieten, um Radfahrer nicht zu gefährden**

Zebrastrifen sollten immer dann angelegt werden, wenn an einer Stelle die objektive Sicherheit dadurch größer wird als die subjektiv erwartete Sicherheit. Nach einer schweizerischen Untersuchung sollten Zebrastrifen aus Sicherheitsgründen Mittelinseln erhalten. Dabei ist darauf zu achten, daß für Radfahrer bis zum Trottoir noch eine zum Überholtwerden ausreichende Durchfahrtsbreite verbleibt.

Nr. 305

**Hans-Jürgen Ulbert: Kartographische Radwegweisung - Konzepte und Empfehlungen für Radverkehrskarten; ILS-Schrift 119 (ISBN 3-8176-6119-3)**

**Sind Radwanderkarten realitätsfremd?**

Radwanderkarten enthalten im Vergleich mit der Realität sehr oft schwerwiegende Darstellungsfehler. Darüber hinaus wird ein und dieselbe Örtlichkeit in verschiedenen Kartenwerken oder verschiedenen Blättern desselben Kartenwerks z.T. völlig unterschiedlich dargestellt. Um den Radfahrern brauchbare Orientierungshilfen zu geben, wird eine standardisierte Zeichenerklärung für Radverkehrskarten benötigt.

Nr. 306

**Ralf Risser, Karin Auserer: „Non-Profit Marketing“. Ein neuer Weg zur Förderung des städtischen Radfahrens. Vortrag auf der Velocity-Konferenz Barcelona vom 15.-19.9.1997**

**EU-Marketingstudie empfiehlt Steuerermäßigungen und Sonderurlaub für Radfahrer**

Bürgerorganisationen sollten ihre Kampagnen nach den selben Grundsätzen gestalten wie Wirtschaftsbetriebe. Um den Radverkehr zu fördern und kurze Autofahrten zu ersetzen, sollte ihr Marketing neben der Verbreitung geeigneter Informationen darauf abzielen, daß geeignete Produkte (z.B. für die persönliche Ausstattung der Radfahrer: gut ausgestattete Fahrräder und attraktive Radwege) angeboten werden und mehr Anreize zum Radfahren geschaffen werden (z.B. Steuerermäßigung und Sonderurlaub für Radfahrer).

Nr. 307

**Christian Krohn: Das Kieler Semesterticket als Instrument einer integrierten Nahverkehrspolitik. Diplomarbeit zur Diplomprüfung im Fach Geographie, Christian-Albrechts-Univ. Kiel, August 1997**

**Semesterticket auf ganzer Linie gescheitert**

Das Kieler Semesterticket ist am eigenen Anspruch gescheitert. Es schadet der Umwelt und bringt allenfalls frühere Radfahrer und Fußgänger in die Busse. Fahrgäste, die ihre Wege zuvor wirklich umweltfreundlich zurückgelegt haben, fahren jetzt verstärkt in stinkenden und lärmenden Dieselnissen (vgl. FDF 270) durch die Stadt. Das hat eine Diplomarbeit ergeben, die sich den Veränderungen des Verkehrsverhaltens der Studenten widmet, die durch das Kieler Semesterticket seit dessen Einführung eingetreten sind.

Nr. 308

**Karin Evers: Bicycle Parking in the Netherlands.** Herausgegeben von CROW information and technology centre for transport and infrastructure; im Auftrag des Ministeriums für Verkehr, öffentliche Arbeiten und Wasserwirtschaft, Ede 1997. ISBN 90 6628 251 7

**Masterplan Fiets empfiehlt den Kommunen Gutachten zum Fahrradparken**

Da Fahrradbeförderung auch von adäquaten und zuverlässigen Park- und Abstellmöglichkeiten für Fahrräder abhängt, wurde im Rahmen des Masterplan Fiets ein entsprechender Leitfaden für Fahrradparkkonzepte entwickelt. Damit Gemeinden und Beratungsfirmen Erfahrungen und Know-How damit sammeln können, wurden die ersten nach dem Leitfaden erarbeiteten Fahrradparkpläne von der Regierung in Pilotvorhaben in Hengelo, Valenswaard, Rotterdam und Arnhem gefördert.

Nr. 309

**Ketzner, Bernd: Fahrradstreifen - ein Beitrag zur Erhöhung polizeilicher Präsenz?! Schriften für Studiums und Praxis, Veröffentlichungen der Verwaltungsfachhochschule Altenholz Bd. 21,**

**„Polizei rauf aufs Rad“ bringt Vorteile**

Polizei-Streifendienst mit Fahrrädern hat ganz erhebliche Vorteile gegenüber anderen Formen des Streifendienstes. Präventive, repressive und auch gemischte Konzepte für Fahrradstreifen haben sich in verschiedenen Städten sehr gut bewährt. Verschiedene Kriminalitätsformen konnten damit stark zurückgedrängt werden. Die Akzeptanz der Streifen und ihr Bürgerkontakt ist wesentlich höher als bei motorisierten Streifen, die öffentlichen Haushalten werden durch Radstreifen entlastet und das Sicherheitsempfinden der Bevölkerung steigt.

Nr. 310

**Ralf Rockenbauch: Verkehrskonzeption für die Zukunft unter besonderer Berücksichtigung des Fahrradverkehrs.** Ffm 1996, ISBN 3-631-30475-7

**Autolobby mißbraucht Wirtschaftsmodelle**

In seiner Dissertation beschäftigt sich Rockenbauch mit der Frage, welches Verkehrskonzept den größten volkswirtschaftlichen Nutzen verspricht. Er vergleicht auf über 300 Seiten den neoliberalen-neoklassischen Ansatz - vereinfacht: die Kräfte des freien Marktes führen zu einem Zustand, in dem der beste Nutzen für das Gemeinwohl erreicht wird - mit dem Ansatz der „Verkehrswende“ und kommt zu dem Schluß, daß die Verkehrswende nützlicher ist.

Nr. 311

**Dietmar Kettler, Die Fahrradnovelle zur StVO; In: Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht 1997**

**Dürfen Radfahrer jetzt eigentlich alles? Die Rechtswissenschaft lotet die Reichweite der StVO-Novelle aus.**

Der Beitrag stellt die Änderungen der StVO durch die „Fahrradnovelle“ dar und setzt sich kritisch damit auseinander. Die Novelle bringt kaum Neues, sondern schreibt im wesentlichen ausdrücklich als legal fest, was bisher schon aus der StVO zu entnehmen war und in Rechtswissenschaft und -praxis nicht bestritten wurde.

Nr. 312

**D. Bräuer / A. Dittrich / A. Schmitz: Änderungsbedarf der StVO und VwVStVO aus Sicht des Fußverkehrs. ILS-Monatsbericht 3/1997**

**Fußgängergerechtes Verkehrsrecht erfordert radikale Änderung bestehender Vorschriften**

Die seit 1.9.97 gültige StVO-Novelle bewirkt für die Stellung des Fußverkehrs im Straßenverkehrsrecht kaum eine Verbesserung. Für eine wirklich fußgängergerechte Verkehrsordnung ist die radikale Abkehr von vielen heute gültigen Grundsätzen des Verkehrsrechts unumgänglich.

**Kleinanzeigen**

**Private Kleinanzeigen 15,00 DM  
Gewerbl. Kleinanz. . . . .30,00 DM**

**Nur gegen Vorkasse  
(V-Scheck)**

**Für den eiligen Anzeigenauftrag:  
Benutzen Sie einfach unsere  
Fax-Nr.: 05141/84783**

**Verk. Staiger Liegeradtandem,  
Flevobike, fast neu, vollgefedert,  
Scheibenbremsen, beide Räder un-  
abhängig angetrieben, 2x21 Gänge,  
Komplettausstattung. VB 5.800,-  
DM; Tel. 07664/2188**

**Verkaufe Biria „Easy Boarding“,  
Testrad, fast neu, für 400,- DM; Tel.  
05141/86110**

**Hier könnte auch Ihre Klein-  
anzeige stehen, Sie finden so  
schnell den Kontakt zu einem inter-  
essierten Publikum**

**So bestellen Sie:**

**Ich bestelle PRO VELO zum Jahresbezugspreis von 34,- DM einschließlich Porto und Verpackung für mindestens 1 Jahr und danach auf Widerruf.**

Name, Vorname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

Datum  Unterschrift

**Ich bin darüber informiert, daß ich diese Bestellung innerhalb von 10 Tagen schriftlich beim Verlag widerrufen kann. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs.**

Datum  2. Unterschrift

- Ich bestelle folgende Hefte zum Einzelpreis von 8,50 DM zzgl. Porto:
- Ich bestelle folgende Hefte im Rahmen Ihrer Sonderaktion zum Einzelpreis von 4,00 DM zzgl. Porto (Mindestabnahme 10 Hefte):
- Ich bestelle die PRO VELO-Artikelverwaltung zum Preis von 25,- DM (einschließlich Porto und Verpackung)

**Gewünschte Zahlungsweise**

- Ich zahle im Lastschriftverfahren und ermächtige den PRO VELO-Verlag hiermit widerruflich, den Rechnungsbetrag bei Fälligkeit zu Lasten meines Kontos durch Lastschrift einzuziehen.
- Ich zahle mit beiligendem Verrechnungsscheck
- Ich habe den Betrag heute auf eines der Verlagskonten überwiesen
- Ich zahle per Nachnahme (zzgl. Porto und 3,00 DM Gebühr)

Name, Vorname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

KtoNr.:  BLZ:

Bank:

Datum  Unterschrift

**Porto und Verpackung:**

Einzelheft: ..... 2,00 DM  
 Päckchen (bis 10 Hefte): ..... 7,50 DM  
 Paket (mehr als 10 Hefte): ..... 10,00 DM  
 Nahnahmegebühr (zusätzlich z. Porto): ..... 3,00 DM

**PRO VELO \* Riethweg 3 \* 29227 Celle**  
**Tel.: 05141/86110 \* Fax: 05141/84783**  
**eMail: Fahrradmagazin.ProVelo@t-online.de**

**PRO VELO bisher**

(Die mit einem \* versehenen Hefte sind vergriffen. Die Aufsätze sind aber über den Kopierservice lieferbar)

- Heft 1\*: Erfahrungen mit Fahrrädern I
- Heft 2\*: Fahrrad für Frauen(...und Männer)
- Heft 3\*: Theorie und Praxis rund ums Rad
- Heft 4\*: Erfahrungen mit Fahrrädern II
- Heft 5\*: Fahrradtechnik I
- Heft 6: Fahrradtechnik II
- Heft 7: Neue Fahrräder I
- Heft 8: Neue Fahrräder II
- Heft 9: Fahrradsicherheit
- Heft 10: Fahrradzukunft
- PRO VELO EXTRA\*: Fahrradforschung
- Heft 11: Neue Fahrrad-Komponenten
- Heft 12: Erfahrungen mit Fahrrädern III
- Heft 13: Fahrrad-Tests I
- Heft 14: Fahrradtechnik III
- Heft 15: Fahrradzukunft II
- Heft 16: Fahrradtechnik IV
- Heft 17: Fahrradtechnik V
- Heft 18: Fahrradkomponenten II
- Heft 19: Fahrradtechnik VI
- Heft 20: Fahrradsicherheit II
- Heft 21: Fahrraddynamik
- Heft 22\*: Fahrradkultur I
- Heft 23\*: Jugend und Fahrrad
- Heft 24\*: Alltagsräder I
- Heft 25\*: Alltagsräder II
- Heft 26: Jugend forscht für 's Rad
- Heft 27\*: Fahrradhilfsmotorisierung
- Heft 28\*: Frauen fahren Fahrrad
- Heft 29\*: Mehrpersonenräder
- Heft 30\*: Lastenräder I
- Heft 31: Lastenräder II
- Heft 32: Der Radler als Konsument
- Heft 33: Mit dem Bio-Motor unterwegs
- Heft 34: Fahrrad-Kultur II
- Heft 35: Velomobil statt Automobil
- Heft 36: Toursimus
- Heft 37: Freizeit, Sport und Tourismus
- Heft 38: Fahrradtechnik abstrakt
- Heft 39: Fahrradsicherheit
- Heft 40: Fahrradliteratur
- Heft 41: Frauen und Fahrrad
- Heft 42: Fahrradtechnik VII
- Heft 43: Fahrradtechnik: Trends ...
- Heft 44: Fahrrad & Geschichte
- Heft 45: Fahrradkultur III
- Heft 46: Fahrräder, die aus dem Rahmen fallen
- Heft 47: Nabendynamos
- Heft 48: Alltagsräder III
- Heft 49: Fahrrad & Verkehr 2000
- Heft 50: Fahrrad kontrovers
- Heft 51: Fahrradkonzepte
- Heft 52: Radfahren in der Stadt
- Heft 53: Bremsen & Schalten

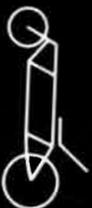
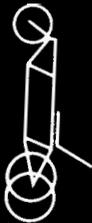
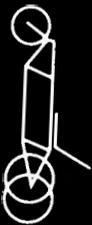
Aufsätze aus den vergriffenen Heften sind als Kopien lieferbar. (0,50 DM pro Kopie zzgl. 4,- DM Porto und Verpackung). Bei der Suche hilft die PRO VELO-Datenbank (für 25,- DM vom Verlag zu beziehen). Aus noch lieferbaren Heften sind keine Kopien möglich!

# Der Spezialist für Spezialräder:

# RÄDERWERK

RÄDER  
WERK

Leihgabe von:  
Andreas Pooch  
Römerstr. 44  
53840 Troisdorf



Marienstraße 28 · 30171 Hannover  
Telefon 0511/71 71 74  
Mo - Fr 10 - 18 (Mi. ab 14 Uhr) · Sa 9 - 13 Uhr