

# Das 54 Fahrrad - Magazin

## Bremsen & Schalten (II)

### Thema

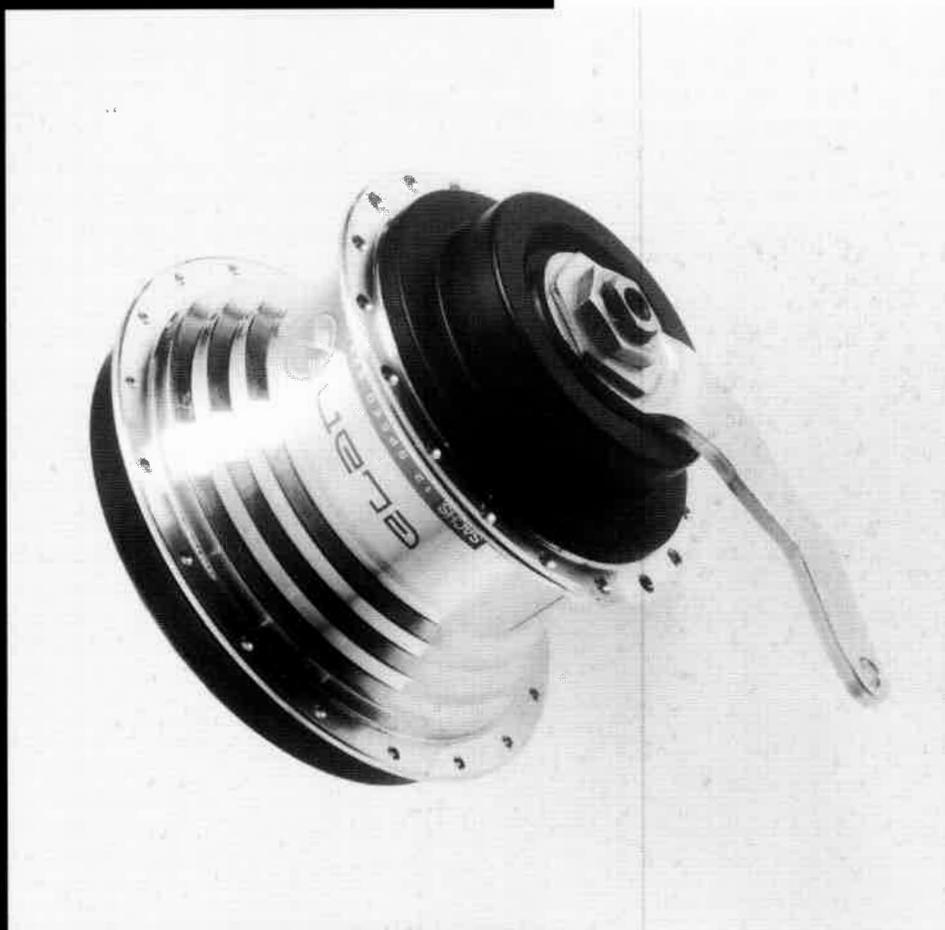
- Wirkungsgrad des Systems „Fahrrad“
- Wirkungsgrad von Zwischengetrieben
- Wirkungsgrad Nabenschaltung kontra Kettenschaltung
- ELAN-12-Gang-Nabenschaltung

### Technik

- Liegeradtandem SCREAMER
- Draisinen-Weltrekord

### Kultur

- Produktsicherheitsgesetz
- Forschungsdienst Fahrrad



## IMPRESSUM

Herausgeber und Verleger  
Burkhard Fleischer

Redaktion: Burkhard Fleischer

Verlags- und Vertriebsanschrift  
PRO VELO 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  
PRO VELO 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  
!!). Sonderkontitionen 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 54 - September 1998  
Copyright (c) 1998 by Burkhard Fleischer  
ISSN 0177-7661  
ISBN 3-925209-55-7

## INHALT

### Thema

- 5 Zum Wirkungsgrad des Systems „Fahrrad“
- 9 Der Wirkungsgrad von Umlenkrollen,  
Zwischengetrieben und Kettengetrieben allgemein
- 11 Wirkungsgrad Nabenschaltung kontra Kettenschaltung
- 13 ELAN-12-Gang Nabenschaltung

### Technik

- 23 RANS Liegeradtandem SCREAMER
- 25 Weltrekordmarke für Draisinen über 60 km/h

### Kultur

- 26 Anwendung des Produktsicherheitsgesetzes auf  
Fahrräder, Fahrradteile und Zubehör
- 28 Leserbriefe
- 30 Forschungsdienst Fahrrad

### Vermischtes

- 2 Impressum
- 27 Kleinanzeigen
- 31 PRO VELO bisher

### Geplante Themenhefte

- Faszination Fahrrad
- Lastenfahrräder
- Mehrpersonenfahrzeuge

Titelbild: Ilse Fleischer unter Verwendung einer Vorlage von Sachs

PRO VELO wird auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt

## Liebe Leserinnen und Leser,

Dank BRIGITTE und ARAL wissen wir es jetzt ganz genau: „Der Besitz eines Autos steigert das Selbstwertgefühl der Frau.“ Nach Hosen, Zigaretten, Soldatenberuf nun das Auto, das dem Mann entrissen wird, denn schließlich sei es (das Auto) auch ein „Emanzipationsfaktor“.

Mit durch ungläubiges Reiben verursachtes Tränen der Augen las ich in diesem Sommer in BRIGITTE (19/98 vom 2.9. '98) folgenden Passus:

*„Das Auto macht stark. Es verleitet Zweibeinern Räder und potenziert ihre Energie. Identifikation mit der Wucht einer Maschine. Wenn ich den Zündschlüssel umdrehe und mich der Südländer (gemeint ist ein Alfa Romeo B.F.) zitternd und brummend begrüßt, werde ich zur Streetfighterin, vergesse, was mich der Spaß gekostet hat. Jede Fahrt bringt ein winziges Stück verlorener Verwegenheit zurück und befriedigt das Fernweh ein kleines bißchen. Der Puls steigt, die Muskeln straffen sich, und los geht's.“*

Eine Parodie? Eine Satire? Wenn ja, dann eine mit wissenschaftlichen Weihen:

*„Das perfekte Lebensgefühl: Wir sind nicht wirklich allein, aber doch sicher getrennt von fremden, bedrohlichen Massen. Der amerikanische Psychologieprofessor Mihaly Csikszentmihaly hat herausgefunden, daß auch Autofahren den Flow bringt, den fließenden Seelenzustand, den man als Glück bezeichnet. Autofahren als Therapie.“*

Da haben wir es: Außen das Böse, hier drinnen ICH, dazwischen das Blech als Schutzwall! War dieser Sommer nicht auch der Titanic-Sommer? Titanic, das schützende Blech, das die Passagiere vor den eisigen Fluten bewahren sollte? Titanic als Medienereignis stand für die Lust am Untergang. Jahrtausendwende - Endzeitstimmung - hatten wir das nicht bereits am Ende des letzten Jahrhunderts, „fin

de siècle“ oder auch Dekadenz genannt? Schnell noch einen Champus, ehe das Chaos uns verschlingt!

Und das Chaos lauert auf den Straßen, befanden zumindest in diesem Sommer STERN und SPIEGEL. Der SPIEGEL sah es im ewigen Stau, der STERN personalisierte es in den Wegelagerern, die dem Autofahrer an den Geldbeutel wollten:

*„Kein Autofahrer würde sich darüber im Ernst beschweren, wenn er für den Straßenbau und für die Erhaltung der Verkehrswege zur Kasse gebeten wird. Aber es hat etwas von staatlicher Wegelagererei, wenn aus den jährlich 80 Milliarden Mark Einnahmen aus Kfz- und Mineralölsteuer lediglich 35 Milliarden in Straßenneu- und -ausbau investiert werden, während der Löwenanteil von 45 Milliarden Mark in Etats verschwindet, die mit Auto und Verkehr nichts zu tun haben. In diesem Licht besehen bewegt sich Edmund Stoibers Autobahn - Maut am Rande der Räuberei.“ (Stern 32/98 vom 30.7. '98)*

Starker Tobak, doch hätte den STERN-Leuten ein Blick in den vierzehn Tage zuvor erschienenen SPIEGEL (29/98 vom 13.7. '98) genügen müssen, um die Räuberthese anders herum zu sehen. Dort wird nicht nur eine Behauptung aufgestellt, sondern unter Verweis auf das Umwelt- und Prognose-Institut Heidelberg Datenmaterial angeboten: 1996 betragen die unmittelbaren Kosten für den Verkehr 46,4 Milliarden DM, Kosten des Verkehrs im gleichen Zeitraum durch Luftverschmutzung, Lärm, Wasserverschmutzung, Flächenbeanspruchung, Verkehrsunfälle, CO<sub>2</sub>-Treibhauseffekt summierten sich auf 254,6 Milliarden DM.

Im SPIEGEL-Artikel wird nun das „mobile Chaos“ auf „inkompetente Planer“ zurückgeführt.

*„(Die) Auseinandersetzung über die Verkehrspolitik (würde) ideologisch geführt“.*

Der Begriff „Ideologie“ ist in der politischen Diskussion in Deutschland von vornherein negativ besetzt. Dem Diskussionsgegner wird unterstellt, er mache seine eigenen bornierten Interessen zur Basis einer allgemeinen Problemlösungsstrategie. Man selbst analysiere dagegen distanziert und unvoreingenommen ganz sachlich das Problem. Dem Gegner das Ideologie-Etikett anzuheften ist demnach ein probates Mittel, sich der Mühe der inhaltlichen Debatte zu entledigen. Der unter dem Ideologievorwurf Stehende ist diskreditiert, man selbst outet sich als Saubermann. Aber nicht erst seit der Chaos-Theorie-Debatte ist zumindest wissenschaftlich akzeptiert, daß das betrachtende Subjekt gleichzeitig Objekt der eigenen Betrachtung ist. Eigene Interessen lassen sich nicht an- und ausknipsen, sondern gehören zur Identität handelnder Individuen.

Doch was heißt „ideologiefrei“? Bedeutet das, daß pragmatisch vorgehen sei, heißt das, daß nur Krisenmanagement zu betreiben sei? Sind die im SPIEGEL-Artikel bekrittelten verkehrspolitischen Entscheidungen wie die Gliederung einer Stadt in Stadtteile mit unterschiedlichen Funktionen, die geradezu Verkehr zwischen den Stadtteilen erzwingt, wie das Setzen der Eisenbahnen auf Hochgeschwindigkeitszüge statt auf Beschleunigung des Nahverkehrs, wie das Just-in-time-Prinzip, das die Straßen zu Lagerhallen macht, wie das Herankarren von Rohstoffen für einen lumpigen Erdbeeryoghurt aus der halben Welt nicht Ausdruck dieses angeblich ideologiefreien pragmatischen Denkens? Diese Folgen sind alle Ausdruck von logischen, nämlich ökonomischen, Entscheidungen. Bedeutet dies, daß „ideologiefrei“

---

mit „ökonomisch rational“ gleichzusetzen sei? Der SPIEGEL hat recht, wenn er behauptet:

*„Die Politik, die ordnend eingreifen mußte, versagt“.*

Nur eine Ordnung, nach der das Chaos beherrscht werden sollte, bedarf eines Planes, einer Idee, einer Ideologie. Und wer setzt sich schon dem Ideologievorwurf aus - siehe oben - ? Und schließlich wollen die Entscheidungsträger spätestens in vier Jahren wiedergewählt werden, und wer weiß, ob sich da bereits positive Auswirkungen einer langfristig anzulegenden

Verkehrspolitik zeitigen. Schließlich ist einem ja die Jacke näher als die Hose. Und außerdem muß man sich vor dem politischen Gegner hüten, denn der wird nicht ruhen, die Stammtische zu aktivieren, da macht man das doch lieber gleich selbst.

Da sich Erfolg in unserer Leistungsgesellschaft so herrlich quantifizieren läßt durch Prozentpunkte bei Wahlen, durch Einschaltquoten und Auflagenhöhen in den Medien schaut man dem Volk aufs Maul und tut niemandem weh. Immer so weiter Deutschland, und die Musik, die spielt dazu.

Und wie fühlt sich angesichts dieser „Mainstream“-Berichterstattung ein Magazin-Macher, der Jahr um Jahr versucht zu argumentieren, zu informieren und aufzuklären? Er könnte an diesen Phänomenen verzweifeln, sie bissig kommentieren, sie mit Galgenhumor nehmen. Oder aber er könnte sich weiterhin bemühen, sich in die Diskussion sachlich einzuklinken aus der Gewißheit heraus, daß er genügend Leser findet, die diese Arbeit zu schätzen wissen.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Lesespaß beim aktuellen Heft.

*Ihr Burkhard Fleischer*

PS: Ach ja, beinahe hätte ich es auch vergessen: Das Fahrrad ist in den verkehrspolitischen Ausführungen der obigen Magazine nicht vorgekommen, sorry, Kleinigkeiten übersieht man halt schnell!

---

**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**

Wie weit komme ich mit einem Müsli-Riegel?

# Zum Wirkungsgrad des Systems „Fahrrad“

Autofahrer haben es leicht, sie wissen, woran sie sind: PS, Höchstgeschwindigkeit, Durchschnittsverbrauch, alles ist einfach und Übersichtlich, selbst kleine Kinder beten mittels Spielkarten diese Daten mit größter Leichtigkeit daher.

Beim Konzept des „3-Liter-Autos“ wird diese Überschaubarkeit deutlich: Man steckt in den Tank ein bestimmtes Energiequantum in Form von 3 Litern Benzin und legt damit 100 Kilometer zurück. Schematisiert sieht das wie folgt aus:



Setzen wir die eingesetzte Energiemenge (Input) in Relation zur in der Bewegung ausgedrückten Energiemenge (Output), so errechnet sich der Wirkungsgrad ( $\eta$ ) des Systems wie folgt:

$$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Der Wirkungsgrad wird in der Regel als Prozentwert angegeben.

Bei dem so vermeintlich einfachen technischen Gerät „Fahrrad“ sind die Zusammenhänge jedoch weit komplexer. Im Vorgang des Fahrradfahrens greifen zwei Teilsysteme ineinander, nämlich der Mensch als Humansystem und das Fahrrad als technisches System. Anders als beim Auto ist der Motor des Fahrrades nicht durch Leistungsdaten definiert, sondern als „Biomotor“ unter-

liegt er den unterschiedlichsten Variablen. Die „Leistungsdaten“ sind einmal in den unterschiedlichen Voraussetzungen des individuellen Nutzers begründet, die Leistungsfähigkeit des Biomotors ist aber auch von seiner temporären Verfassung abhängig. Zum anderen beeinflussen äußere Bedingungen wie z.B. die Wetterverhältnisse die Leistungsfähigkeit des Biomotors.

Gressmann schätzt den Wirkungsgrad des Biomotors Mensch auf 25%: „Der menschliche Motor als Antriebsmaschine für das Fahrrad führt dem System - also auch sich selbst - eine bestimmte Energiemenge zu. Nur ein Teil kommt als ‚Nutzarbeit‘ zum Einsatz; ein großer Teil geht verloren durch

- Erwärmung des Körpers
- Transpiration
- Transportarbeit für den Muskel-treibstoff,
- und Stoffwechselarbeit.

Das sind die physiologischen Verluste, die wir mit 75% der zugeführten Energie annehmen (...). Es verbleiben also für die Nutzarbeit nur noch 25%“ (Michael Gressmann, Fahrradphysik und Biomechanik; Kiel 1995, S. 32)

Der Wirkungsgrad des Biomotors ist vorwiegend ein sportmedizinischer Aspekt und muß bei der Betrachtung des technischen Systems „Fahrrad“ außer Betracht bleiben. Interessant ist diese Frage jedoch allemal. Die Auswirkungen der Sitzposition auf die Antriebsleistung müßte z.B. berücksichtigt werden. Auch die Frage, ob es hierbei Unterschiede zwischen Normal- und Liegerad gibt, ist ein interessanter Punkt.

Im Alltagsbetrieb sind diese Fragen jedoch nicht zu beantworten. In der Praxis sind die spezifischen Anteile des technischen Systems oder des Humansystems an

der Gesamtleistung des Gesamtsystems nicht voneinander zu trennen.

In diesem Aufsatz soll das technische System „Fahrrad“ unter dem Aspekt „Wirkungsgrad“ näher betrachtet werden. Die Leistung des Biomotors (Output Humansystem) wird als Dauerleistung mit einem Wert von 25 - 200 Watt angenommen (siehe Keller, PV 5, S. 19; Keller bezieht sich auf P. Schondorf, der annimmt, daß 90% der Radfahrer sich in diesem Leistungsbereich bewegen).

Gehen wir von einem Idealfall aus, daß der Wirkungsgrad eines Fahrradsystems 100% beträgt, die *Antriebsleistung* des Radlers 73,6 W (bei diesem Wert beziehe ich mich auf den Aufsatz von A.C. Gross u.a., „Die Aerodynamik von Muskelkraft-Fahrzeugen“, Spektrum der Wissenschaft 2/84; dort wird von einer Dauerleistung von 0,1 PS = 73,6 Watt eines Durchschnittsraders ausgegangen), so ergibt sich folgendes Schema:

$$\eta = \frac{\text{Fahrleistung}}{\text{Antriebsleistung}}$$

Die Frage, die interessiert, ist, welche Geschwindigkeit läßt sich mit dieser Antriebsleistung erzielen. Das kann nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$P = F \cdot v$$

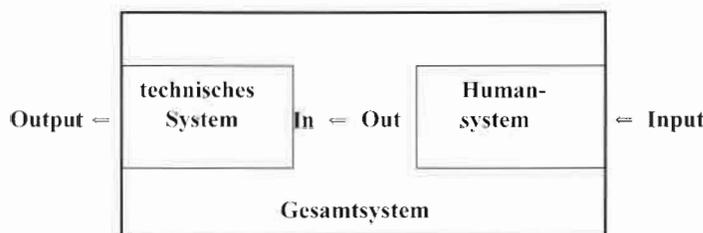
**P = Fahrleistung**  
**F = Fahrwiderstand**  
**v = Fahrgeschwindigkeit**

Umgestellt nach v ergibt sich somit:

$$v = \frac{P}{F}$$

Bei dem angenommenen idealen Wirkungsgrad des Systems „Fahrrad“ von 100% ist F gleich dem Luftwiderstand

$$W = c_w \cdot A \cdot \sigma \cdot \frac{1}{2} \cdot v^2$$



Setzen wir (Werte nach „Spektrum der Wissenschaft“, a.a.O., S. 74 ff)

$c_w = 1,1$  (aufrechte Position, z.B. Hollandrad)  
 $A = 0,51 \text{ m}^2$  (Stirnfläche)  
 $\sigma = 1,25 \text{ kg/m}^3$  (Luftdichte)

so ergibt sich

$W = 1,1 * 0,51 * 1,25 * \frac{1}{2} * v^2$   
 $W = 0,35 * v^2$

Setzen wir in obige Gleichung für  $F = W$  ein, für  $P = 73,6$  (Watt), so ergibt sich

$v = \frac{73,6}{0,35 * v^2}$   
 $v^3 = \frac{73,6}{0,35}$   
 $v = 5,95 \text{ m/sec} = 21,41 \text{ km/h}$

Der Betrag von 21,41 km/h als Dauer­geschwindigkeit ist jedoch lediglich ein theoretischer Wert, da als Widerstand des Systems alleine vom Luftwiderstand ausgegangen worden ist, andere Widerstände aber ignoriert worden sind. In Spalte 3 der Tabelle sind die theoretischen Werte von ausgewählten Vergleichsfahrzeugen nebeneinander­gestellt.

Gross u.a. (s.o.) geben als realisti­schen Wert für ein Hollandrad die Dau­ergeschwindigkeit mit 18,2 km/h (=5,06 m/sec) an. Mit diesem Wert kann die Fahrleistung ( $P = F * v$ ) berechnet werden. Wenn unter  $F$  alleine der Luftwider­stand berücksichtigt wird, so beträgt die Fahrleistung des Hollandrades 45,34 Wann. Der Wirkungsgrad ist somit

$\eta = \frac{PF}{PA} = \frac{45,34}{73,6} = 0,62$  bzw.  $\eta = 62\%$

Unterstellt man, daß der Wirkungs­grad von 62% eine feste Größe unab­hängig vom Fahrzeugtyp ist (zur kriti­schen Reflexion dieser Annahme siehe Ingo Kollibay, Die Biomechanik von Tretantrieben bei Fahrrädern, in PRO VELO 24, S. 24 ff, Christian Kuhtz, Di-

	Hollandrad	ATB	Rennrad (gebeugte Position)	Liegerad
1 $c_w$	1,1	1	0,88	0,77
2 $A$	0,51	0,40	0,38	0,35
3 $v$ (m/sec) (km/h)	5,95 21,41	6,65 23,95	7,05 25,38	7,56 27,23
4 $v$ (m/sec) (km/h)	5,06 18,2	5,66 20,38	5,99 21,6	6,44 23,17
5 $PA$ (Watt)	73,6	73,6	73,6	73,6
6 $v$ (m/sec)	5,06	5,06	5,06	5,06
7 $PA$ (Watt)	73,6	52,24	43,89	35,52

plomarbeit „Entwicklung eines Lang­streckenfahrrades unter Berücksichti­gung ergonomischer und aerodynami­scher Gesichtspunkte“, Kiel 1984; Ste­fan Gloger, Entwicklung muskeltkraft­getriebener Leichtfahrzeuge, Düssel­dorf 1996), hat man eine Vergleichs­möglichkeit der unterschiedlichen tech­nischen Systeme „Fahrrad“: Es läßt sich nämlich leicht errechnen, welche An­triebsleistungen die verschiedenen Fahrzeugtypen bei gleicher Fahrge­schwindigkeit (hier z.B. 5,06 m/sec oder 18,2 km/h als Vergleichsgeschwin­digkeit des Hollandrades) erfordern:

$\text{Antriebsleistung [PA]} = \frac{\text{Fahrleistung [PF]}}{\text{Wirkungsgrad } [\eta]}$

Da  $PF = W * v$   
 und  $W = c_w * A * \sigma * \frac{1}{2} * v^2$

ergibt sich folgende Gleichung:

$W = c_w * A * \sigma * \frac{1}{2} * v^3$   
 $PA = \frac{PF}{\eta}$

Wenn in diese Gleichung die Werte der Spalten 1 und 2 der Tabelle und für  $\eta = 0,62$  eingesetzt werden, lassen sich die unterschiedlichen Antriebslei­stungen der verschiedenen Fahrzeug­typen errechnen (siehe Spalte 7).

Diese Spalte 7 ist sehr aufschlußreich: Um ein und dieselbe Geschwindigkeit

zu erzielen (Output), gibt es zwischen den Fahrzeugen deutliche Unterschie­de in den vom Fahrer zu erbringenden Antriebsleistungen (Input), im Vergleich zwischen Hollandrad und Liegerad hal­biert sich dieser Betrag! Hierin ist ein *Fortschritt* darin zu sehen, daß die *glei­che Geschwindigkeit* mit einem *gerin­geren Aufwand* erzielt wird.

Die unterschiedlichen Fahrzeugtypen lassen sich aber auch noch unter einer anderen Blickrichtung miteinander ver­gleichen. Wenn wir fragen, welche End­geschwindigkeit bei gleicher Antriebs­leistung bei den unterschiedlichen Fahrzeugtypen zu erzielen sei, so läßt sich diese wie folgt errechnen:

$PF = PA * \eta$

Der Betrag der Antriebsleistung soll gleich sein, nämlich den von uns ange­nommenen Wert eines durchschnittli­chen Dauerradlers in Höhe von 73,6 Watt haben. Die Fahrleistung errechnet sich nach der Formel

$PF = W * v$ , wobei  $W = c_w * A * \sigma * \frac{1}{2} * v^2$

daraus ergibt sich

$c_w * A * \sigma * \frac{1}{2} * v^3 = PA * \eta$

Nach Einsetzen der bekannten Werte und Auflösung der Gleichung nach  $v$  läßt sich dieser Wert für die unter­schiedlichen Fahrzeuge berechnen:

$$v = \sqrt[3]{\frac{PA * \eta}{cw * A * \sigma * \frac{1}{2}}}$$

Die Werte sind der Spalte 4 der Tabelle zu entnehmen. *Fortschritt* ist unter diesem Blickwinkel darin zu sehen, daß mit dem *gleichen Aufwand* eine *höhere Geschwindigkeit* erzielt wird.

Diese Gegenüberstellung der alternativen Fortschrittskonzepte hat jedoch das Manko, daß allein das technische System „Fahrrad“ unter idealen Bedingungen betrachtet wird. Unter Einbeziehung des Humansystems wären auch Faktoren wie „Bequemlichkeit“, „Identifikation“, „Handhabbarkeit“ und viele andere bedeutsam. Ferner wäre zu untersuchen, welche Leistungsunterschiede sich im Alltagsverkehr z.B. in bergigem Gelände, im Stadtverkehr oder auf unterschiedlichen Fahrbahnoberflächen realisieren lassen. Der Fortschrittsbegriff kann somit objektivierbarer erscheinen, zum anderen ist er subjektiv bedeutsam: Ein Fortschreiten von einer schlechteren Fahrrad-Mobilität und das Hinschreiten zu einer besseren, wobei „schlechter“ und „besser“ ganz individuelle Kriterien sein können.

Der Wirkungsgrad des technischen Systems „Fahrrad“ haben wir mit 62% beziffert. Es wäre ein bedeutender Fortschritt, diesen Wert zu erhöhen. Das technische System „Fahrrad“ setzt sich jedoch aus mehreren Teilsystemen zusammen, die einzeln untersucht werden mußten (siehe Grafik).

Untersucht man die Detailsysteme, um den Wirkungsgrad des Systems „Fahrrad“ zu erhöhen, so wurde häufig der Kurbelantrieb kritisch gewürdigt. Der wirksame Hebelarm, auf den die Antriebskraft wirkt, ändert sich durch die Kreisbewegung der Kurbel ständig und hat nur innerhalb eines kleinen Ausschnittes einer Kurbelumdrehung einen nennenswerten Betrag.

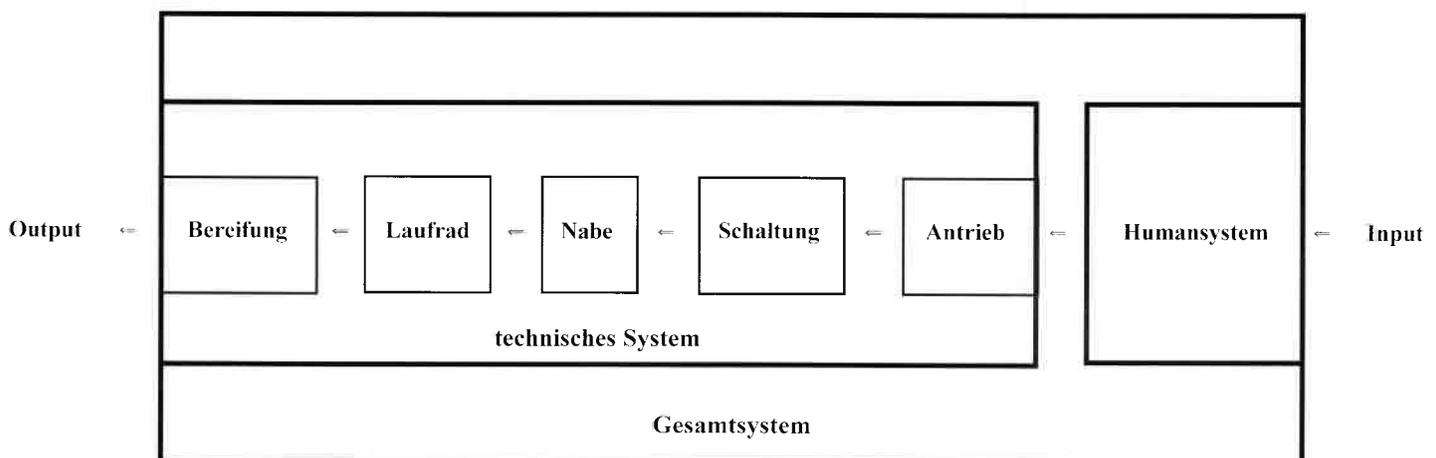
Im Laufe der Technikgeschichte des Fahrrades hat es eine ganze Reihe von Vorschlägen gegeben, den Hebelarm zu verlängern und/oder den Kreisabschnitt, innerhalb dessen er wirksam ist, zu vergrößern. Z-Traktion, Biopace, Linearantrieb sind nur einige Namen für diese Versuche. Neben physikalischen Problemen, daß durch zusätzliche Gelenke systembedingte Verluste auftreten, kommen biomechanische hinzu: Der Kurbelantrieb scheint einem dem Menschen angepaßten Wechsel von Spannung und Entspannung der Muskulatur entgegenzukommen. Veränderung dieses Rhythmus scheint zu vorzeitiger Ermüdung zu führen. Eingriffe in den Aufbau des Antriebes haben also die biomechanischen Dispositionen des Humansystems zu berücksichtigen.

Eine andere biomechanische Größe ist die sogenannte Trittfrequenz, d.h. die Anzahl der Kurbelumdrehungen pro Minute. Dabei scheint es individuell verschiedene optimale Trittfrequenzen zu geben. Das heißt, daß die Trittfrequenz, bei der Radler ihre besten Dauerleistungen erbringen können, individuell variiert. Zum Wohlbefinden gehört dabei

ein bestimmter „Trettrhythmus“, d.h. eine über einen längeren Zeitraum gleichbleibende Trittfrequenz. Es kann aber schwierig sein, bei wechselnden äußeren Bedingungen (Gegenwind, Steigungen) den Trettrhythmus beizubehalten, ohne die Antriebskraft zu erhöhen. Dies dennoch zu schaffen, ist Aufgabe einer Schaltung.

Physikalisches Qualitätsmerkmal einer Schaltung, um dies zu erreichen, ist nicht nur der Schaltungsbereich, d.h. der Übersetzungsunterschied zwischen kleinstem und größtem Gang, sondern auch die Abstufung zwischen den einzelnen Gängen. Je geringer die Abstufung ist, desto geringer ist der Drehzahlwechsel beim Umschalten von einem Gang in den nächsten. Technisch gesehen ist eine Schaltung danach zu beurteilen, wie schnell und einfach ein Schaltvorgang auszuführen ist.

Bei der Diskussion des Wirkungsgrades einzelner Teilsysteme ist zu berücksichtigen, inwieweit bei der Definition des Teilsystems nicht zu starke Reduktionen vorgenommen worden sind. Bei der Betrachtung des Wirkungsgrades des Schaltungssystems ist so neben der Untersuchung der Schaltung im engeren Sinne auch der Schaltungsstrang einzubeziehen, um eine Vergleichbarkeit z.B. zwischen Naben- und Kettenschaltung zu erzielen (siehe hierzu die Aufsätze von Robert Schweiher und Christian Precht in diesem Heft).



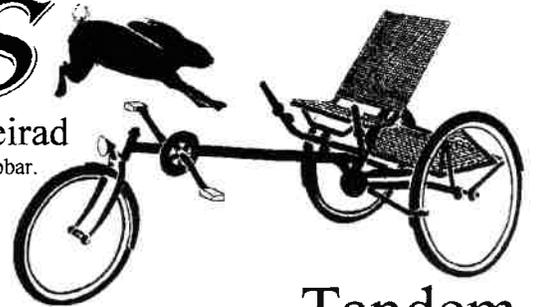
Ausgangspunkt dieses Aufsatzes war ein ganzheitliches Konzept des Radfahrens. Dies wurde auf das Stichwort „Wirkungsgrad“ hin reduziert. Skizziert wurden mögliche Fortschritte, die hinsichtlich des Wirkungsgrades möglich sind. Dabei ist die Problematik des Fortschrittsbegriffes unter (I.) angedeutet, aber nicht vertieft worden. Wie vielschichtig der Begriff Fortschritt hinsichtlich des Fahrradbaus sein kann, hat Prof. Schöndorf bereits vor fast zwei Jahrzehnten skizziert: „Wenn man vom Fortschritt spricht, muß man definieren, was man darunter versteht. Als Fortschritt im Fahrradbau verstehe ich in erster Linie die Erhöhung der Fahrleistung durch Senkung des Fahrzeuggewichtes, des Luft- und des Rollwiderstandes, der Antriebsverluste und durch ergonomische Anpassung des Antriebsmechanismus an die menschlichen Fähigkeiten. Der Gebrauchswert eines Fahrrades wird auch durch geeignete Gepäckträger und Koffer usw. erhöht. Zum Fortschritt trägt weiter ein erhöhter Komfort bei, der durch Sattelfederungen, Radfederungen, anatomisch angepaßte Sättel, Lenker und Hebel sowie durch Kleider-, Ketten- und Regenschutz gewährleistet wird. Die Erhöhung der aktiven und passiven Sicherheit beim Fahrrad wäre zweifellos der größte Fortschritt!“ (P. Schöndorf, Die Entwicklungsmöglichkeiten des Fahrrades mit besonderer Berücksichtigung der Fahrleistungen; Radmarkt 9/1982, S. 226). Hinzuzufügen wäre nur, daß der Fortschrittsbegriff nicht nur objektgebunden sein muß, sondern sich auch subjektiv hinsichtlich der individuellen Nutzung stellt. (bf)

## 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!

# Der Wirkungsgrad von Umlenkrollen, Zwischengetrieben und Kettengetrieben allgemein

Es ist ein liegeradspezifisches Problem: die lange Kette macht bei vielen Konstruktionen eine Umlenkrolle oder ein Zwischengetriebe notwendig. Über die dabei auftretenden Verluste wird immer wieder diskutiert. Es soll sogar Konstrukteure geben, die sich so hartnäckig gegen eine Umlenkung sträuben, daß sie ihren Rahmen um ein schnurgerades Zugtrum herbumbauen. Lohnt sich diese Einschränkung bei der Rahmengestaltung, oder sind die Verluste so gering, daß andere Kriterien wichtiger sind? Dieser Artikel soll Aufschluß darüber geben.

## ZUSAMMENSETZUNG DER VERLUSTE

Die Verlustleistung bei Kettengetrieben setzt sich laut [1] aus folgenden Komponenten zusammen:

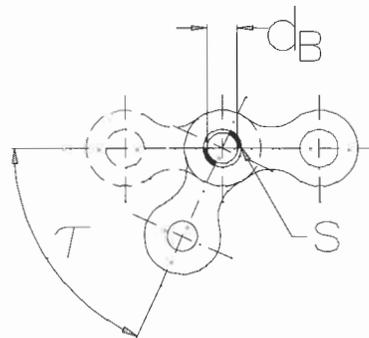
- $P_V = P_R + P_{VS} + P_{VL,P} + P_{V0}$
- $P_V =$  Gesamtverlustleistung
- $P_R =$  Reibverlustleistung
- $P_{VS} =$  Stoßverlustleistung
- $P_{VL,P} =$  Verlustleistung durch Lagerbelastung
- $P_{V0} =$  Leerlaufverluste

Die Stoßverluste sind bei geringen Kettengeschwindigkeiten  $< 1$  m/s nicht von Bedeutung. Auch die Leerlaufverluste sind gering und sollen hier nicht betrachtet werden. Die Verluste durch die Lagerbelastung bewegen sich im Bereich von 0,1 % unter der Voraussetzung, daß Walzlager verwendet werden.

Als entscheidende Größe für den Wirkungsgrad bleibt die Reibverlustleistung:

## REIBVERLUSTLEISTUNG

Die Reibverlustleistung kommt durch das Abknicken der Kettenglieder zustande:



Beim Abknicken um den Winkel  $t$  wird zwischen Bolzen und Lasche die Arbeit  $W_V$  verrichtet. Sie ergibt sich aus dem Reibwert zwischen Bolzen und Lasche, der Längskraft (Kettenzug)  $F_L$  und dem Reibweg  $s = d_B \tau / 2$ :

$$W_V = \mu F_L \tau \frac{d_B}{2}$$

Die Kette wird an der Umlenkrolle zweimal geknickt - einmal beim Auflaufen und einmal beim Ablaufen. Gleichzeitig bewegt sich die Kette um ein Glied weiter, wodurch eine Arbeit

$$W = F_L \cdot p$$

$p =$  Teilung

übertragen wird.

Bei Übertragung der Arbeit  $W$  wird also zweimal die Reibarbeit  $W_V$  in Wärme

umgewandelt, so daß sich der Wirkungsgrad wie folgt berechnet:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{W - W_{V1} - W_{V2}}{W} = \\ &= \frac{F_L p - \mu F_L \tau_1 \frac{d_B}{2} - \mu F_L \tau_2 \frac{d_B}{2}}{F_L p} = \\ &= \frac{p - \mu (\tau_1 + \tau_2) \frac{d_B}{2}}{p} = \\ &= 1 - \frac{\mu (\tau_1 + \tau_2) \frac{d_B}{2}}{p} \end{aligned}$$

Für  $\tau_1 = \tau_2$ :

$$\eta = 1 - \mu \tau \frac{d_B}{p}$$

Auflaufender und ablaufender Winkel sind hier als  $t_1$  und  $t_2$  bezeichnet.

Der Reibungskoeffizient für Stahl auf Stahl wird in der Literatur [1],[2] mit 0,15 angegeben, wobei abhängig von der Schmierung natürlich Abweichungen möglich sind.

Übliche Fahrradketten haben einen Bolzendurchmesser von 3,66mm und eine Teilung von 12,7mm [3].

## WIRKUNGSGRAD VON KETTENTRIEBEN ALLGEMEIN

Aus der obigen Formel läßt sich der Wirkungsgrad von Kettentrieben (zunächst ohne Umlenkung) berechnen. Die Winkel als  $t_1$  und  $t_2$  ergeben sich aus den Zahnzahlen von Kettenrad und Ritzel:

$$\tau_1 = 2 \cdot \pi / z_1$$

$$\tau_2 = 2 \cdot \pi / z_2$$

Eingesetzt:

$$\eta = 1 - \mu \pi \frac{d_B}{p} \left( \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right)$$

Beispiel:

Rennrad mit Übersetzung 52/15; Reibungskoeffizient 0,15; Teilung 12,7mm; Bolzendurchmesser 3,66mm

$$\eta = 1 - 0,15 \cdot \pi \cdot \frac{3,66 \text{ mm}}{12,7 \text{ mm}} \left( \frac{1}{52} + \frac{1}{15} \right) = 0,988$$

## WIRKUNGSGRAD VON ZWISCHENGETRIEBEN

Ein Antrieb mit Zwischengetriebe läßt sich in zwei einfache Kettentriebe aufteilen. Die beiden Einzelwirkungsgrade werden multipliziert.

Auch für die Lagerung der Umlenkrolle gilt: unter der Voraussetzung, daß Walzlager verwendet werden, ist der Verlust durch die Lagerreibung vernachlässigbar.

Beispiel:

Leitra mit Übersetzung 68/21 und 23/28; Reibungskoeffizient 0,15; Teilung 12,7mm; Bolzendurchmesser 3,66mm

$$\eta_1 = 1 - 0,15 \pi \cdot \frac{3,66 \text{ mm}}{12,7 \text{ mm}} \left( \frac{1}{68} + \frac{1}{21} \right) = 0,9915$$

$$\eta_2 = 1 - 0,15 \pi \cdot \frac{3,66 \text{ mm}}{12,7 \text{ mm}} \left( \frac{1}{23} + \frac{1}{28} \right) = 0,9892$$

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,9915 \cdot 0,9892 = 0,981$$

## WIRKUNGSGRAD VON UMLENKROLLEN

Prinzipiell läßt sich die gleiche Formel auch für Umlenkrollen anwenden, da die gleichen Verhältnisse herrschen (Knicken der Kettenglieder beim Auf- und Ablaufen der Kette).

Wie beim Zwischengetriebe werden zwei Teilsysteme betrachtet und die Wirkungsgrade multipliziert. Dabei ist es sinnvoll, zunächst den Wirkungsgrad des Kettentriebes ohne Umlenkung zu berechnen und die Umlenkrolle getrennt zu betrachten.

Hier gibt es nämlich eine Besonderheit: es kann es sein, daß der Umlenkwinkel  $j$  kleiner als der Knickwinkel  $t$  der Kettenglieder ist. Da die Kettenglieder dann auch nur um den Umlenkwinkel abgelenkt werden, muß dieser auch in die Formel eingesetzt werden.

Beispiel:

Kurzlieger mit Übersetzung 52/15; Umlenkrolle mit  $z=12$ ; Umlenkwinkel  $15^\circ$ ; Reibungskoeffizient 0,15; Teilung 12,7mm; Bolzendurchmesser 3,66mm

Kettentrieb ohne Umlenkung:

$$\eta_1 = 1 - 0,15 \cdot \pi \cdot \frac{3,66 \text{ mm}}{12,7 \text{ mm}} \left( \frac{1}{52} + \frac{1}{15} \right) = 0,988$$

Knickwinkel der Kettenglieder an der Umlenkrolle:

$$\tau = \frac{2 \cdot \pi}{z} = \frac{2 \cdot \pi}{12} = 0,524 = 30^\circ$$

$$\varphi = 15^\circ$$

$$\varphi < \tau \Rightarrow \varphi \text{ einsetzen}$$

$$\eta_2 = 1 - \mu \varphi \frac{d_B}{p} = 1 - 0,15 \cdot 0,262 \cdot \frac{3,66 \text{ mm}}{12,7 \text{ mm}} = 0,989$$

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,988 \cdot 0,989 = 0,977$$

## Zusammenfassung

Für normale Kettenantriebe liegt der Wirkungsgrad bei ca. 99%. Je größer die Kettenblätter sind, umso kleiner sind die Verluste.

Falls ein Zwischengetriebe oder eine Umlenkrolle zum Einsatz kommt sinkt der Wirkungsgrad auf ca. 98%.

Bei großen Umlenkwinkel macht es keinen Unterschied, ob eine Umlenkrolle oder ein Zwischengetriebe verwendet wird, ausschlaggebend sind nur die Zahnzahlen.

Bei kleinen Umlenkwinkel ist eine Umlenkrolle etwas günstiger, da die Kettenglieder weniger stark geknickt werden.

## Literaturangaben:

[1] "Maschinenelemente" von Niemann & Winter; Springer-Verlag 1986

[2] "Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau", Springer-Verlag 1987

[3] "Fahrradtechnik" von Winkler & Rauch; Bielefelder Verlagsanstalt

## Robert Schweier, Chemnitz

Der Aufsatz ist zuerst erschienen in InfoBull 74 (März/April '97)

# Wirkungsgrad Nabenschaltung kontra Kettenschaltung

Über den Wirkungsgrad der beiden prinzipiellen Fahrradtriebe Nabenschaltung und Kettenschaltung gibt es genauso viel Stammtischmeinungen wie über den Rollwiderstand von Reifen. Zum Beispiel heißt es, daß Kettenschaltungen bis 98,5% Wirkungsgrad haben. Und es heißt, daß der Wirkungsgrad von Nabenschaltungen bloß bei 85 % liegt.

Bei den Reifen hat man inzwischen herausgefunden, daß der Luftdruck und die Bauart den größten Einfluß haben und die Breite nicht so wichtig ist. Man weiß es durch Messungen.

Jetzt hat die holländische Fahrradzeitschrift „Fiets“ Messungen an drei Schaltsystemen durchführen lassen. Shimano LX, Sachs Elan (mit Rücktrittbremse) und Shimano Nexus 7. Bei zwei Leistungen (100 Watt und 200 Watt) wurde der Wirkungsgrad in allen sinnvollen Gängen gemessen.

Die Ergebnisse bestätigen zum Teil alte Vorstellungen: Der höchste Wirkungsgrad der Kettenschaltung liegt bei 98,7% (kleinster Gang und 100 Watt Leistung). Die Nabenschaltung ist sogar schlimmer als Pessimisten gedacht ha-

**M**ir liegt ein altes Diagramm über die Sachs Dreigang-Rücktrittnabe HS 3111 vor. Deren Wirkungsgrad beträgt z. B. im 2. Gang bei 50 Watt 93%, bei 100 W 95,7 und bei 400 W 98,2. Diese Werte beinhalten die Verluste des zugehörigen Kettentriebs 46 -19! Auch bei Rohloff (siehe Aufsatz „Speedhub 500/14“ 14-Gang-Nabenschaltung von Rohloff“ von Gerald Fink in ProVelo 53, Anm Red.) müßte klargestellt werden, ob es sich um den Wirkungsgrad der Nabe allein oder des kompletten Antriebs handelt (bei welchen Zähnezahlen?). Wie bei den Werten für die 3-Gang zu sehen ist, gab es schon seit vielen Jahren Wirkungsgrade sogar leicht über 98 % (G. Fink: ...bisher nicht für möglich gehalten).

Interessant finde ich in diesem Zusammenhang den Artikel „Wirkungsgrad von Nabenschaltung kontra Ketten-

schaltung“ im Infobull 81 (nebenstehend abgedruckt, Anm Red.). Die dort enthaltene Feststellung „Daß eine Nabenschaltung bezüglich Wirkungsgrad immer schlechter als eine Kettenschaltung ist, ist klar“ wird durch die Diagramme im selben Artikel widerlegt. Ein Antrieb mit der Shimano 7 Gangnabe hat in den beiden oberen Gängen eine besseren Wirkungsgrad als die Shimano LX Kettenschaltung.

Die Sachs 3 Gang (im Artikel nicht behandelt) ist sogar mit 92,6 und 95,8 noch besser. Die in modernen Kettenschaltungen verwendeten extrem kleinen Ritzel (11 Zähne) haben offensichtlich einen weit schlechteren Wirkungsgrad als auch ich bis jetzt angenommen habe.

(Leserbriefauszug von Werner Stiffel; s. a. Leserbriefrubrik in diesem Heft).

ben; Nur 74,9% Wirkungsgrad im Minimum (mittlerer Gang und 100 Watt Leistung).

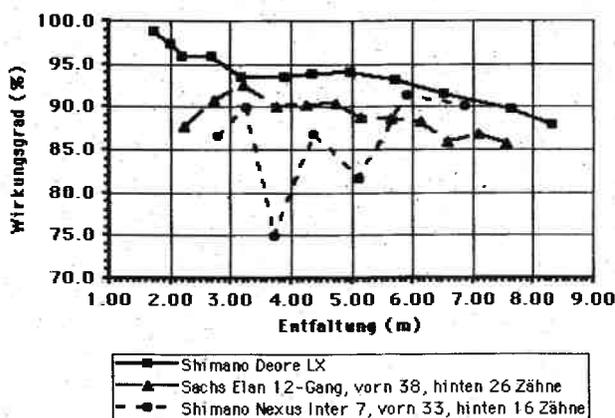
Leider ist die Kettenschaltung nur im kleinsten Gang so gut wie ihr Ruf. In den größten Gängen sinkt der Wirkungsgrad bis 87,9% (100 Watt) bzw. 91,7% (200 Watt). Der Grund dafür ist, daß die Kette in den großen Gängen über die kleinen Ritzel läuft. Dort muß sie um einen größeren Winkel abknicken, wenn sie auf das Ritzel läuft, und so entsteht mehr Reibung. In den mittleren Gängen liegt der Wirkungsgrad bei etwa 95%,

was ein guter Wert ist. (Anmerkung: Gänge, die man nicht schalten soll, weil die Kette sehr schrag läuft, wurden bei den Messungen nicht berücksichtigt).

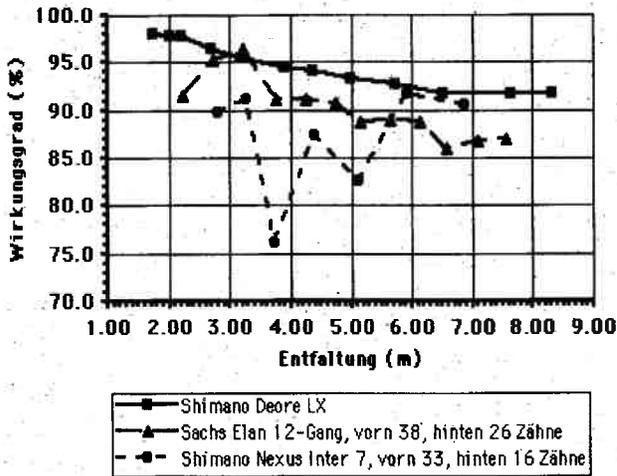
Zwischen den beiden Nabenschaltungen gibt es große Unterschiede. Beide liegen generell schlechter als die Kettenschaltung.

Die Sachs Elan 12-Gang Nabe zeigt ein Wirkungsgradmaximum von 96,5% im dritten Gang bei 200 Watt und ein Minimum von 85,7% im zwölften Gang bei 100 Watt. Ab dem sechsten Gang ist der Wirkungsgrad bei 100 Watt und bei 200 Watt praktisch gleich und liegt im mittleren Übersetzungsbereich bei rund 90%. In den kleinen Gängen ist der Wirkungsgrad bei 100 Watt schlechter, wahrscheinlich wegen Leerlaufverlusten (Verluste, die auch auftreten,

Wirkungsgrad von Schaltsystemen bei 100 Watt Leistung



**Wirkungsgrad von Schaltsystemen bei 200 Watt Leistung**



wenn keine Leistung übertragen wird, sondern die Nabe nur ohne Lasten bewegt wird). Der Wirkungsgrad versteht sich immer für Kette und Nabe zusammen.

Die Shimano Nexus liegt bei 100 Watt praktisch immer unter 90% Wirkungsgrad. Nur im 6. Gang erreicht sie 91,4% und im 7. Gang 90,1%. Damit ist sie in den großen Gängen zwar bis 3 Prozent-

punkte besser als die Sachs Elan, in den kleinen Gängen aber bis 15 Prozentpunkte schlechter, meistens um 5 Prozentpunkte. Bei 200 Watt ist das Bild ähnlich, nur daß das Wirkungsgradniveau etwas höher liegt. Auch hier ist der Wirkungsgrad immer der von Kette und Nabe zusammen.

Daß eine Nabenschaltung bezüglich Wirkungsgrad immer schlechter als eine Kettenschaltung ist, ist klar. Schließlich fallen die Verluste in der Kette immer an, und die der Nabe kommen dazu. Der Unterschied muß aber nicht so groß sein wie hier. Der Wirkungsgrad der

Rohloff 500/14 14-Gang-Nabe wird mit 96% bis 98% angegeben (unabhängige Messungen stehen aber noch aus). Damit dürfte sie im Gesamtwirkungsgrad immer bei etwas 95% liegen, also so gut wie die Sachs Elan in den besten Gängen. Im Vergleich mit einer Kettenschaltung würde sie bei manchen Übersetzungen besser, bei manchen schlechter abschneiden. Nach Angaben

von Sachs ist die Sachs Super 7 im Wirkungsgrad etwas besser als die Elan. Das zeigt, daß es nicht den Aufwand und die Kosten wie bei der Rohloff braucht, um einen guten Wirkungsgrad zu erzielen.

Welche Schaltung man fährt, ist einerseits Geschmacksache und andererseits eine Kostenfrage. Hier liegt der große Vorteil der Nabenschaltungen. Sie sind zwar oft in der Anschaffung etwas teurer, in den Betriebskosten können sie aber wesentlich tiefer liegen. Leider bietet derzeit kein Hersteller ein komplettes System aus Nabe und vollverkleideter Kette an. Bei einem solchen System hielte die Kette jahrelang, egal wieviel Streusalz auf den Straßen liegt oder Schlamm oder Sand (Autogetriebe halten ein Autoleben lang, Fahrradgetriebe einen Sommer). Anscheinend wechseln die Leute lieber öfter mal die Kette aus und kaufen dann ein neues Fahrrad, wenn die Kettenblätter verschlissen sind.

**Christian Precht, CH Zürich; der Artikel ist zuerst erschienen in Info Bull 81.**

**Literatur:**

Een gewichtig schakelwonder, Fiets 8/1997, S. 52-55

**RANS – Screamer**  
Das Liegerad Tandem aus USA



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

**Neu:**  
<http://www.liegerad.com/pedalkraft>  
...einfach mal reinschaun.

**PEDALKRAFT**  
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

- **Horizont top**
- **Flux V 200**
- **Turnaround** 26 Zoll Faltrad
- **Bernds 3 X 7** Faltrad
- **Rohloff Speedhub 500/14** in 20 Zoll Laufrad
- **Luftige Liegerad-Sitzmatte**  
Neues Material: PA-Geflecht mit luft- und wasserdurchlässiger, hellgrauer Vlies-Decke (Sandwich-artig). Haltbarer und druckstabiler als bisher. mit Montage-Anleitung **DM 20,-**

**Konkurrenz für die Kettenschaltung:**

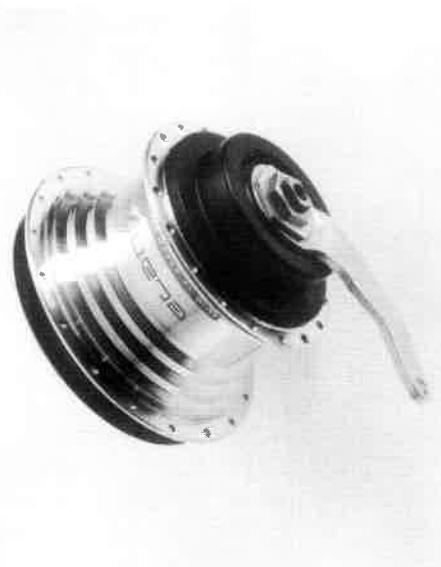
# ELAN-12-Gang-Nabenschaltung

Nein, in diesem Aufsatz soll nicht eine neue Schlacht im Glaubenskrieg zwischen Nabenschaltungsanhängern und Kettenschaltungsbefürwortern geschlagen werden. Der Autor hat eine ganz persönliche Einstellung zur Schaltungsfrage. Die Maxime heißt schlicht: Die Technik muß sich dem Menschen unterordnen und nicht umgekehrt.

Der Antrieb eines Fahrrades sollte so unauffällig wie nur möglich seinen Dienst verrichten: er sollte wartungsarm, flexibel in der Übersetzungsanpassung, groß im Wirkungsgrad und möglichst leicht bedienbar sein. Nicht alle diese Forderungen lassen sich gleich gut erfüllen, also muß man sie gewichten, um zu entscheiden, welche Forderung nur zum Teil erfüllt zu werden braucht und welche unbedingt erfüllt sein muß.

Der Autor sieht vor allem die leichte Bedienbarkeit als notwendig an, danach die Wartungsfreiheit, dann erst den Wirkungsgrad bzw. das Gewicht. Damit diese Kriterien in einem vernünftigen Kontext stehen, ist es unverzichtbar, diesen auch zu nennen. Da Spezialanwendungen paradoxerweise leichter zu erstellen, aber im Alltag seltener zu gebrauchen sind, soll hier über eine schwierig zu erfüllenden Universalanwendung verhandelt werden, nämlich über das Alltagsfahrrad.

Zu oft schon hat der Autor erleben müssen, wie durchaus gute Fahrräder mit Kettenschaltungen zu schlechten Fahrrädern wurden, weil entweder die Kettenschaltung eine zu große Hemmschwelle zur wirklich effektiven Bedienung darstellte oder aber durch mangelhafte Wartung nahezu unbrauchbar wurde. So wird nämlich das (vielleicht) geringere Gewicht der Kettenschaltung und der (vielleicht) größere Wirkungsgrad zu einer Nullgröße, wenn sich Menschen an einer Ampel oder einem



Berg im hohen Gang quälen, weil sie den Wechsel der vorderen Kettenblätter scheuen oder weil etwas nicht so funktioniert wie es soll.

Nun könnte als Gegenargument vorgebracht werden, daß die Leute, denen das oben Beschriebene widerfährt, ja auch selbst Schuld seien, weil sie sich eben mit der Materie beschäftigen müßten und natürlich auch für die Wartung zuständig sind. Das kann man so sehen, nur ändert das am Alltag leider gar nichts und kehrt die oben genannte Maxime auch um. Warum sollte sich jemand mit der Technik des Schaltens beschäftigen und sich merken, welchen Kombinationen von Schalterstellungen (rechts und links) welcher Gang zuzuordnen ist, nur weil der- oder diejenige gut Fahrrad fahren will?

Nutzer von Nabenschaltungen kennen diese Probleme nicht. Nabenschaltungen lassen sich sogar mit einem gekapselten Zahnriemen antreiben, was die Wartung noch einmal erheblich reduzieren dürfte, doch auch mit Kettenantrieb halt sich der Wartungsaufwand in Grenzen, vorausgesetzt, es wurde die

"richtige" Nabenschaltung gewählt – "Richtig" heißt hier, daß es eben auch schlechte Nabenschaltungen gab und sogar noch gibt. Die Sachs-Elan-12-Gangnabe scheint eine gute Schaltung zu sein und fast alle oben angeführten Ansprüche zu erfüllen. Deshalb soll diese Schaltungsnabe im folgenden ausführlich betrachtet werden. Selbst das Attribut "preiswert" trifft auf die Elan zu, wenn man einerseits die technischen Leistungen, andererseits die preisliche Relation zur Rohloff 14-Gang-Nabe sieht.

**3, 4, 5, 7, 12, 14 – Wie viele Gänge dürfen (müssen) es denn sein?**

Die gute alte Dreigang-Nabe ist zwar wartungsarm und bedienerfreundlich, erfüllt aber die Ansprüche an bequemes Fahren mit flexibler Gangwahl nun doch nicht mehr. Dennoch sind unzählige solcher Naben in Betrieb, es gibt bzw. gab sie von Sachs, Sturmey Archer und von Shimano. Shimano baut auch heute noch die modern konstruierte 4-Gang-Nabe. Die 5-Gang-Naben gab es von Sachs und Sturmey Archer, beide Produkte waren unzuverlässig und schlecht einstellbar, auch war die Bedienung eher hakelig und unbefriedigend. 7 Gänge gibt es von allen drei Firmen, 12 Gänge nur von Sachs und 14 Gänge nur von Rohloff.

Die Anzahl der notwendigen Gänge ist nicht so leicht zu nennen, da es für den Alltag mehr auf die Spreizung der gesamten Nabe, also den Unterschied zwischen kleinstem und größtem Gang ankommt. Wirklich kleine Gänge benötigt man auch in Städten durchaus öfter mal, um die tückischen Steigungen an Rampen parallel zu Treppen, Auffahrten zu Fußgängerbrücken und ähnliche Hindernisse meistern zu können. Dies muß mit Beladung und sogar mit Anhängern gelingen können. Größere Gänge

## Erfahrungen mit der ELAN-12-Gang-Nabe

Die besagte Nabenschaltung wird immerhin in insgesamt fünf Exemplaren im Bekanntenkreis des Autors eingesetzt und erfreut die Benutzer bisher durch unauffällige Pflichterfüllung. Die an sie gestellten Ansprüche sind allerdings auch nicht allzu groß und etwas mehr als ein halbes Jahr Erfahrung sagt noch nichts über die wirkliche Alltags-tauglichkeit auf Dauer aus. Noch sind alle Teile neu und dadurch sozusagen "gut gewartet", erst nach einigen Jahren wird man ernsthafte Bewertungen anstellen können, doch einige Aussagen sind auch schon heute möglich.

Auf der Positivseite ist vor allem die leichte Bedienung und gute Gangabstufung zu verbuchen. Auch der Rücktritt erfüllt bei den Personen, die ihn benutzen, die Anforderungen einer solchen Bremse, obwohl sich über das schwergängige Rückwärtsschieben beklagt wird. Die Friktionsfeder ist so stramm, daß man denkt, es sei etwas kaputt.

Als gut wird im allgemeinen auch der Radausbau beurteilt (wichtig für das Reifenflicken und -ersetzen). Die große Achse ist leichter in die Ausfallenden zu bekommen als man denkt, und die Befestigung durch die Schrauben erspart jegliche an der Achse verbleibenden Scheiben oder Muttern. Allerdings ist der "Klickstick", also der Plastikkasten für die Trennstelle des Bowdenzuges ein Kritikpunkt. Er ist nur schlecht zu öffnen und das durch einen Gummibalg geschützte Gelenk hakt auch gern mal aus, wenn man den ganzen Kasten durch die Kette fädeln muß. Eine etwas offe-

ner Verlegung des Zuges hätte wahrscheinlich weniger Nach- als Vorteile.

Durch den Bericht (siehe oben) im Internet wurde auch der an der Entwicklung maßgeblich Beteiligte der Firma Sachs auf den Autor aufmerksam (Sachs Bicycle Components Herr Meier-Burkamp Schweinfurt Fon: 09721-98-2457) und stellte technische Unterlagen zur Verfügung und spendierte auch zwei Sätze Originalteile für den Ausbau des Rücktritts. Dieser Service ist also vorbildlich zu nennen und ein Bekannter berichtete über einen Defekt seines Elan 12-Gang-Exemplares (Bruch einer Sperrklinkenaufnahme), der von der Firma Sachs ausgesprochen kulant reguliert wurde. Da der Autor keinen Ersatzteilbedarf hatte, kann über deren Beschaffung im Einzelfall (noch) nichts ausgesagt werden.

Nur wenn man die Nabe öffnet, stellt man weitere Kleinigkeiten fest: Eindeutig gespart wurde an der Schmierung. Immerhin war eine Federklemme im Innern des Getriebes schon mit Flugrost überzogen und auch die Gleitlager nur spärlich mit Fett versehen. Die Dichtheit der Lager läßt dem Augenschein nach auch zu wünschen übrig, doch kann man sich hier andererseits nicht sicher sein, ob ein Mehr an Aufwand nicht in Wirklichkeit ein "Über-Design" wäre, das mehr kostet, als es für die Lebensdauer einbringt. Schließlich ist die Nabe keine Mountain-Bike-Unterwasser-Nabe!

Wenn an der Bedienung noch etwas zu verbessern wäre, dann eventuell der Drehgriff, dessen großer Ring auch eklig sein dürfte, was den Vorteil hätte, daß die Schaltstellung ertastbar wäre. Das wäre aber auch schon alles.

Die Hauptkritik des Autors ist eine

ganz andere: Das Produkt „Sachs Elan“ ist viel zu schlecht vermarktet und die nach Erfahrung des Autors erzkonservativen Fahrrad-fachhändler sind viel zu wenig und zu schlecht informiert. Sie wollen die Nabe nicht verkaufen und wissen das mit so guten Argumenten wie "so viel Gänge braucht man nicht" und "viel zu schwer", "zu kompliziert", "zu teuer" zu begründen. Das ist sehr schade, da dieses Verhalten eben auch den Autor zu "Real-Kauf" trieb, um so eine Nabe zu erwerben. Damit ist auch der nächste Kritik-punkt angeschnitten: die Nabe ist im Einzelverkauf viel zu teuer. Wer schon das Einspeichen eines neuen Rades auf sich nehmen muß, wird durch den Preis von jenseits der 500,- DM endgültig abgeschreckt (ein ähnliches Problem wie beim Nabendynamo) oder es erhöht wenigstens die Hemmschwelle für das Nachrüsten stark. Schließlich wird das Imageproblem immer drängen-der, wenn eine Vielzahl der für Fahrradthemen meinungsbildenden Menschen mit Kettenschaltungen fährt und deren (Schein)Vorzüge preist.

Ach so, bevor dem Autor Verschweigen eines Nachteils vorge-worfen wird: Klar, daß die Nabe recht schwer ist und auch klar, daß man dies beim Tragen des Rades merkt, weil eben das ganze Gewicht im Hinterrad konzentriert ist. Beim Fahren merkt man dies aber bei einem Rad mit einem Gesamtgewicht von ca. 17,5 kg nicht und hat dafür eine Schaltung, die funktioniert.

**Stefan Brix, Wolfenbüttel**

**Tabelle 1: Getriebe - Übersetzung**  
Gesamtübersetzung Nabe: 343%

Gang	Getriebe- übersetzung	Gesamt- übersetzung (1)
1	1:0,69 = 1,45	1,01
2	1:0,85 = 1,18	1,24
3	1:1 = 1	1,46
4	1:1,18 = 0,85	1,72
5	1:1,33 = 0,75	1,95
6	1:1,49 = 0,62	2,18
7	1:1,61 = 0,62	2,36
8	1:1,75 = 0,57	2,56
9	1:1,92 = 0,52	2,81
10	1:2,08 = 0,48	3,04
11	1:2,22 = 0,45	3,25
12	1:2,38 = 0,42	3,48

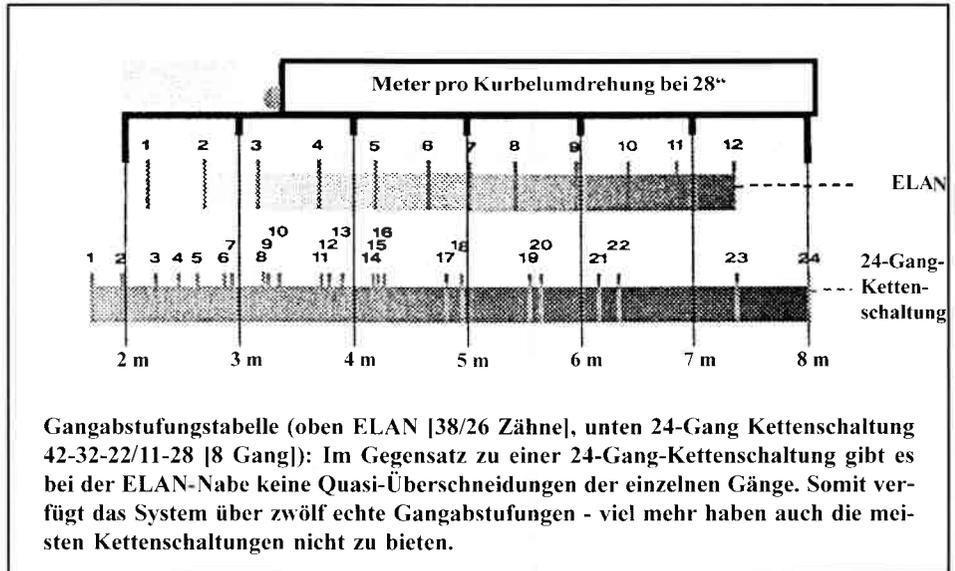
(1): Übersetzung Nabe mit Kettentrieb (Kettenblatt Z=38, Zahnkranz an Nabe Z=26) 1 Pedalumdrehung entspricht der angeführten Hinterrad-Drehung

**Tabelle 2: Gangentwicklung (2)**

Gang	26"	28"
	47-599	37-622
1	2,07 m	2,21 m
2	2,54 m	2,72 m
3	2,99 m	3,20 m
4	3,53 m	3,20 m
5	4,00 m	4,27 m
6	4,47 m	4,77 m
7	4,84 m	5,17 m
8	5,25 m	5,61 m
9	5,76 m	6,15 m
10	6,23 m	6,66 m
11	6,66 m	7,12 m
12	7,13 m	7,62 m

(2) Gangentwicklung/Entfaltung (m) bei 1 Pedalumdrehung und der Gesamtübersetzung aus Tabelle 1

werden bei Alltagsfahrten seltener benötigt, da das Rad nur selten mit hoher Geschwindigkeit über lange Strecken bewegt wird und die Endgeschwindigkeit auch nur ein eher unwichtiges Kriterium darstellt. Wichtiger ist es dagegen, daß bei Fahrten an schwachen, aber langgezogenen Steigungen oder



"gegen den Wind" ein möglichst passender Gang zur Verfügung steht.

So fällt die Entscheidung auf eine Ganganzahl von mindestens 7. Zur Zeit ist die von Shimano gelieferte 7-Gang-Nabe diejenige mit den besten Schalteigenschaften und der unempfindlichsten Anlenkung, da diese innerhalb des Rahmens liegt. Auch Sachs und Rohloff verfolgen bei Ihren 12- bzw. 14-Gang-Naben dieses Konzept, was das Fahrrad relativ sicher vor Beschädigungen beim Umfallen macht.

**Wie bedient man Nabenschaltungen?**

Gerade bei der Bedienung spielen die Nabenschaltungen einen wichtigen Vorteil aus. Alle Schaltungen kommen mit nur einem Bedienelement aus, das alle Gänge hintereinander liegend zur Verfügung stellt. Mal ist es ein Hebel, mal ein Drehgriff, mal ein Stufenschalter. Bei vernünftiger Montage lassen sich alle Konzepte gut betätigen, obwohl der Autor dem Drehgriff und dem Stufenschalter (hier kann man bei einem Bedienvorgang keine Gänge überspringen) den Vorzug gibt, aber das mag eine Frage des Geschmacks sein. Wichtig für die Bedienung ist die Einstellung der Schaltung. Zwar sollte das Einstellen die Ausnahme sein, doch wenn es nötig wird, muß es leicht zu machen sein. Die Maßstäbe werden hier klar durch die Shimano 7-Gang und Sachs

12-Gang gesetzt. Beide haben keine ausladenden Anbauteile mehr und eine wirklich vor Fehlbedienung sichere Einstellmarkierung. Die Negativbeispiele in dieser Kategorie liefern übrigens herstellerunabhängig die 5-Gang-Naben, die eigentlich alle bestenfalls Prototypenqualität haben.

Allen heutigen Schaltungen ist gemein, daß man sie im Stand betätigen kann und damit auch bei unvorhergesehenen Stopps im kleinen Gang anfahren kann. Außerdem verzeihen die Schaltungen auch den Schaltvorgang unter (leichter) Last.

**Haben nicht alle Nabenschaltungen Rücktritt?**

Der Autor steht dem Rücktritt ablehnend gegenüber. Wieder gilt die Maxime der Bedienbarkeit. Doch was hört man für Pseudoargumente für die Rücktrittsbremse: Rücktritt sei „schneller zu betätigen“, „zuverlässiger“, „besser zu dosieren“; Handbremshebel „muß man suchen“; die Vorderradbremse „ist gefährlich und führt häufig(!) zu Überschlägen des Rades samt Fahrer“. Eine kurze Grundsatzdiskussion ist nötig.

Was ist eine Rücktrittsbremse? - Eine Rücktrittsbremse ist eine durch das Antriebssystem fußbetätigte Trommelbremse des Hinterrades. Sie wirkt, wenn rückwärts getreten wird. Damit sind so-

wohl die Vor- als auch die Nachteile aufgezählt: Eine Rücktrittsbremse ist zuverlässig (wie eine Trommelbremse) und wartungsarm, sie bremst ausschließlich das Hinterrad, ist nicht mit Ketten-schaltungen (oder -spannern) kombinierbar (auch wenn dies gemacht wurde), wird mit Beinen und Füßen betätigt und schränkt die Bewegungsfreiheit des Kurbeltriebes in rückwärtiger Richtung ein.

Für eine ablehnende Haltung gegenüber dieser Art, eine Bremse zu betätigen, sprechen besonders die beiden letzten Argumente. Außerdem ist eine Hinterradbremse an einem Fahrrad konventioneller Bauart (also nicht Liegerad oder Tandem) nur eine Hilfsbremse, da das Hinterrad beim Bremsen entlastet wird und sehr zum Blockieren neigt. Der Autor hält den „Rücktritt“ aber schlicht für unpraktisch: Beim Anfahren kann man die Pedale nicht in eine vernünftige Position drehen und beim Aufsteigen kann man nicht einfach die Kurbel auf dem kürzesten Wege nach unten drehen, um den Fuß daraufzustellen. Außerdem ist zu bezweifeln, daß das Rückwärtsdrehen des Kurbeltriebes zum Bremsen intuitiv oder gar schnell sei. Insbesondere letzteres scheint allein durch die Masse der Beine hinreichend widerlegbar. Es ist schon komisch, daß sonst immer betont wird, wie fingerfertig Menschen seien und es gerade bei Fahrradbremsen anders sein sollte. Die Dosierbarkeit von Rücktrittsbremsen ist durch die Reibpaarung Metall-Metall eher schlecht und hängt stark von der Schmierung der gesamten Nabe ab. Sie ist mit der von gewöhnlichen Trommelbremsen nicht zu vergleichen. Nur ein Argument für die Bedienung einer Rücktrittsbremse soll gelten gelassen werden: Auch wenn beide Hände beschäftigt sind, ist das Fahrrad noch bremsbar. Diese Situation stellt sich aber nicht im Fahrbetrieb, sondern z. B. beim Halt an einem Berg, wenn man die Füße nicht von den Pedalen nehmen möchte. Allerdings sind beim beschriebenen Verhalten die Kurbeln für die Wiederanfahrt in so ungünstiger Position, daß dies insgesamt nicht empfehlenswert erscheint. - Dennoch könnte man aus dieser Überlegung herausmal über eine Feststellbremse für Fahr-

räder nachdenken (vielleicht nützlich bei Anhängerbetrieb).

Zurück zur Ausgangsfrage: Leider haben fast alle Nabenschaltungen, die man die Deutschland kauft, einen Rücktritt. An anderer Stelle beschreibt der Autor, wie man diesen ausbaut, aber einfacher wäre es natürlich, gleich eine Nabe ohne Rücktritt zu kaufen. Praktisch ist dies aber nicht einfacher, weil die Lieferbarkeit eingeschränkt zu sein scheint oder der Fachhandel auch unwillig ist, bestimmte Produkte zu verkaufen und die Kunden zum Versandhändler drängt. Angeblich sind alle genannten Naben auch ohne Rücktritt zu haben.

### Die Nabenschaltung als Bauteil für weitere Integration von Funktionen

Daß der Autor den Rücktritt ablehnt, hat allein praktische Gründe in der Bedienung desselben und bedeutet nicht, daß man nicht die Funktion "Bremsen" in die Nabe integrieren sollte. Tatsächlich ist dies gerade eine Forderung, die aus dem Anspruch "alltagstauglich" resultiert. Leider bieten die Integration aber nur die 3-Gang von Sachs, die 5-Gang von Sturmey Archer (beide weniger empfehlenswert) in Form einer Trommelbremse sowie die 4- und 7-Gang von Shimano in Form einer Rollenbremse (vom Autor weder benutzt noch gesehen).

Grundsätzlich wäre es möglich, außer einer (handbetätigten!) Bremse auch noch weitere Funktionen in der Nabe des Hinterrades unterzubringen. Vorstellbar ist die Integration eines Dynamos (stehende und drehende Teile sind reichlich vorhanden, ein großer Durchmesser für gut nutzbare Umfangsgeschwindigkeit ebenfalls). Vielleicht ist damit auch eine Gewichtsreduktion (in summa) möglich.

Folgender Bericht stellt die Demontage und Funktionsanalyse einer Sachs 12-Gang-Nabenschaltung dar. Er wurde kurz nach der Markteinführung des Produkts geschrieben und auch im Internet veröffentlicht ([http://www.brix.de/verkehr/fahrrad/elan\\_12\\_gang.html](http://www.brix.de/verkehr/fahrrad/elan_12_gang.html)). Er wird ergänzt durch einen Anhang, der eine Fortschreibung im Sinne eines Erfahrungsberichtes darstellt.

### Bauen wir mal eine frisch gekaufte Sachs Elan 12-Gang Nabenschaltung auseinander!

Wir sind nabenschaltungsbegeistert, zugegeben. Diese Art Schaltungen sind einfach und klar zu bedienen, haben kein „Kettengeklöter“ nötig, ließen sich prinzipiell mit Zahnriemen antreiben und sind wartungsarm, also sehr alltags-tauglich. - Der Klassiker der Nabenschaltungen ist die Sachs 3-Gang-Nabe, die (zumindest in älteren Versionen) unverwüstlich ist und deren Funktionalität überzeugt. Allerdings ist der Übersetzungsbereich und die Gangabstufung nicht gerade zum 3-fach Kettenblatt und 7-fach Ritzel einer Ketten-schaltung konkurrenzfähig.

Die Generation der 5-Gang Nabenschaltungen bestand eigentlich nur aus Prototypen, die nebenbei auch verkauft wurden. Ihre Ansteuerung mit zwei Bowdenzügen ist am ehesten als Verbrechen am (Rad fahrenden) Volk zu bezeichnen. Das gilt auch noch für die „Verbesserung“ von Sachs, die in Form einer ausladenden „Klickbox“ verkauft wird. Dieses Prinzip wurde auch für die 7-Gang-Nabe aus gleichem Hause verwendet. Einzig Shimano hatte schon immer eine recht glücklich Konstrukteurshand bei den Ansteuerungen, bereits die (ansonsten ziemlich schlechte) 3-Gang-Nabe hatte einen stabilen Hebel (linksseitig!) und die 7-Gang-Nabe zeigte erstmals einen innerhalb des Rahmen liegenden Bowdenzug, der seine Stellung auf einer Seilrolle ins Innere der Nabe überträgt. So scheint die Sachs Elan 12-Gang Nabenschaltung endlich eine vielversprechende Zusammenkunft aller gewünschten Eigenschaften zu sein: Eine ausreichende Anzahl gut abgestufter Gänge, eine sehr gute Bedienbarkeit und mindestens eine äußerliche Robustheit der Anlenkung. Lediglich das Vorhandensein eines Rücktritts und das recht hohe Gewicht sind als Nachteile anzuführen. Natürlich wären da noch der Wirkungsgrad als wichtiges Kriterium zu nennen, aber dessen Messung bleibt uns vorläufig verschlossen und subjektive Eindrücke geben alles mögliche wieder, aber eben keine vergleichbaren Ergebnisse.

## Der grundsätzliche Aufbau und die Ausstattung

Die Nabe hat ein schönes Alugehäuse, eine blecherne Drehmomentstütze für den Rücktritt und rechtsseitig eine gut 30 cm lange Plastikboxe „Klick-Stick“ genannt. Von dort führt ein vollummantelter Bowdenzug zum Drehgriffschalter am rechten Handgriff des Lenkers. Dieser betätigt die Schaltung mit immerhin 320° Drehwinkel. Das Schalten funktioniert im Stand und bedingt unter Trittlast, sicher aber nicht unter Vollast. Man fühlt ein leichtes Vibrieren im Antrieb besonders bei den niedrigen Gängen und der Wechsel von 3 auf 4, 6 auf 7 und 9 auf 10 fühlt sich ein wenig hakelig an, während die anderen Gangwechsel fast unmerklich stattfinden. Eine weitere sehr eigenartige Eigenschaft ist, daß sich das Rad rückwärts nur gegen einen deutlichen Widerstand schieben läßt. - Klar, daß rückwärts das Getriebe mitgedreht werden muß, aber so schwer kann das eigentlich nicht gehen, daher lag die Vermutung nahe, daß diese Eigenschaft von der Konstruktion der Rücktrittbremse erzeugt wird.

Der Plastikkasten enthält keine anspruchsvolle Technik, er beherbergt lediglich eine Trennstelle im Bowdenzug jenseits des Gegenlagers am vorderen Ende des Kastens. Der Kasten ist an den Rahmen geklippt und verbleibt beim Ausbau des Rades an der Nabe, so daß die Schnittstelle für den Benutzer einfach gehalten ist, wenn er das Rad ausbauen muß. Doch wie so oft ist gut gemeint das Gegenteil von gut. Der Kasten ist aus Billig-Plastik mit Snap-In-Verschluss, der extrem hakelig ist und die Neigung hat, abzubrechen. Die Trennbarkeit des Zuges ist dann aber immerhin brauchbar.

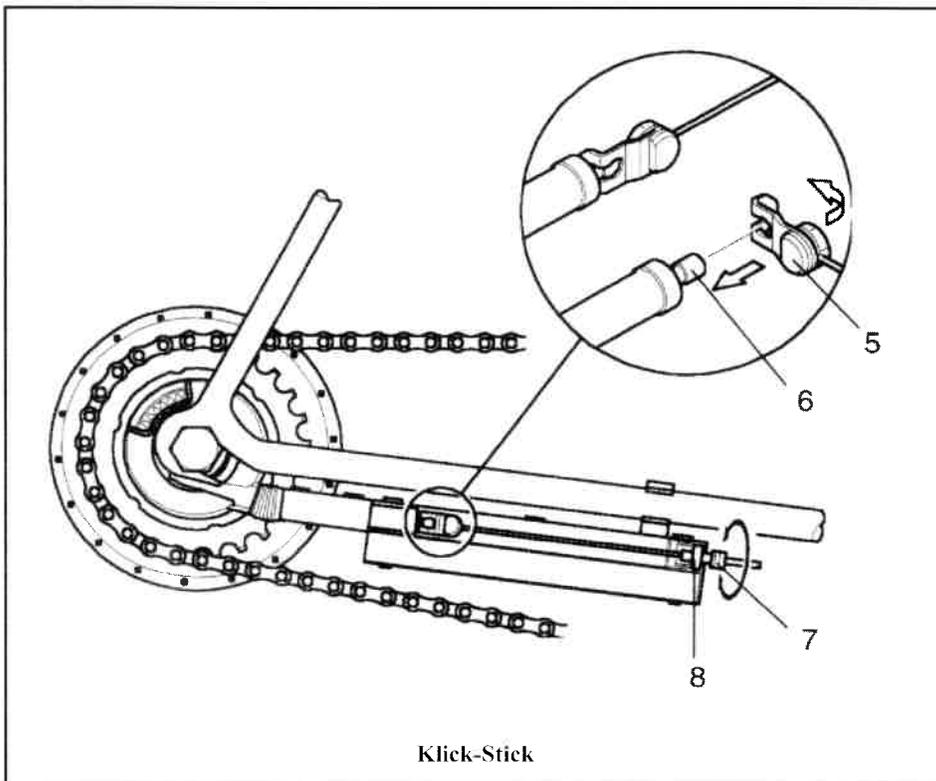
Die Nabe nimmt Abschied von der klassischen Befestigung mit Mutter auf einer durchgehenden Achse. Diese ragt nicht mehr aus den Ausfallenden des Rahmens heraus, ist sehr dick (>15 mm) und an den Enden abgeflacht, so daß die Gegendrehmomente, die durch die Übersetzung entstehen, gut in das Ausfallende eingeleitet werden. Die Befestigung der Achse geschieht mit Schrauben (also nicht mit Muttern!), die in die hohle Achse eingeschraubt werden. Die Drehmomentstütze für die Rücktrittbremse ist solide mit einer

Schraube M6 und selbstsichernder Mutter ausgeführt, die durch eine konventionelle Blechschele geschraubt ist. Der Radausbau ist insgesamt unproblematisch, wenn auch der Plastikkasten ein ziemlich sperriges Teil darstellt, das durch die Kette gefadelt werden will.

So, da liegt sie nun, die Nabe und will auseinandergenommen werden. 6 Augen, 3 Gehirne, ein paar Blätter Papier und farbige Stifte sollten für die Analyse eigentlich reichen. Wir hatten reichlich Werkzeug zur Verfügung, man braucht aber genaugenommen nur folgendes: ein Steck- und eine Maul- oder Ringschlüssel SW10, einen beliebigen Schlüssel SW15, einen Steckschlüssel SW22, einen Maul- oder Ringschlüssel SW30, eine Seeger-Ring-Zange mittelgroß, einen Torx T-20. Außerdem einen mittleren Schraubendreher (als Hebel), eine Spitzzange (gegen Wurstfinger) und einen kleinen Magneten.

## Ans Eingemachte ...

Zunächst öffneten wir den einzigen in der Anleitung dokumentierten Zugang zur Nabe, den Deckel über dem Bowdenzug. - Eine schlechte Entscheidung. Weniger deshalb, weil sie uns nicht weiterbrachte, vielmehr weil sie zeigte, daß der einzige Teil der Schaltung, der noch vom Benutzer bedienbar sein kann, mächtig benutzerunfreundlich gestaltet ist. Der an der Schaltung im Plastikkasten verbleibende Teil des Bowdenzuges ist vom Lagerschild verdeckt gut eineinhalb mal um eine Kunststoffrolle geschlungen und nur durch Öffnungen im Lagerschild sehr eingeschränkt zugänglich. Zwar muß man den Zug wohl nicht besonders oft tauschen, da er sehr geschützt liegt, doch ist das Prozedere sicher nicht am eingebauten Rad und nur sehr schwierig am ausgebauten Rad zu vollziehen. Nun gut, ansonsten sieht alles ordentlich und ausreichend solide aus, wenn auch das Lager besser gedichtet sein könnte. Also wenden wir uns der anderen Seite zu, die allein deshalb einen besseren Zugang verspricht, weil sie die kleinere ist. Vorher demontieren wir noch den Zahnkranz (26 Zähne) der mit der klassischen Befestigung per Nasen und Sprengring montiert ist. Da der Innendurchmesser aber erheblich



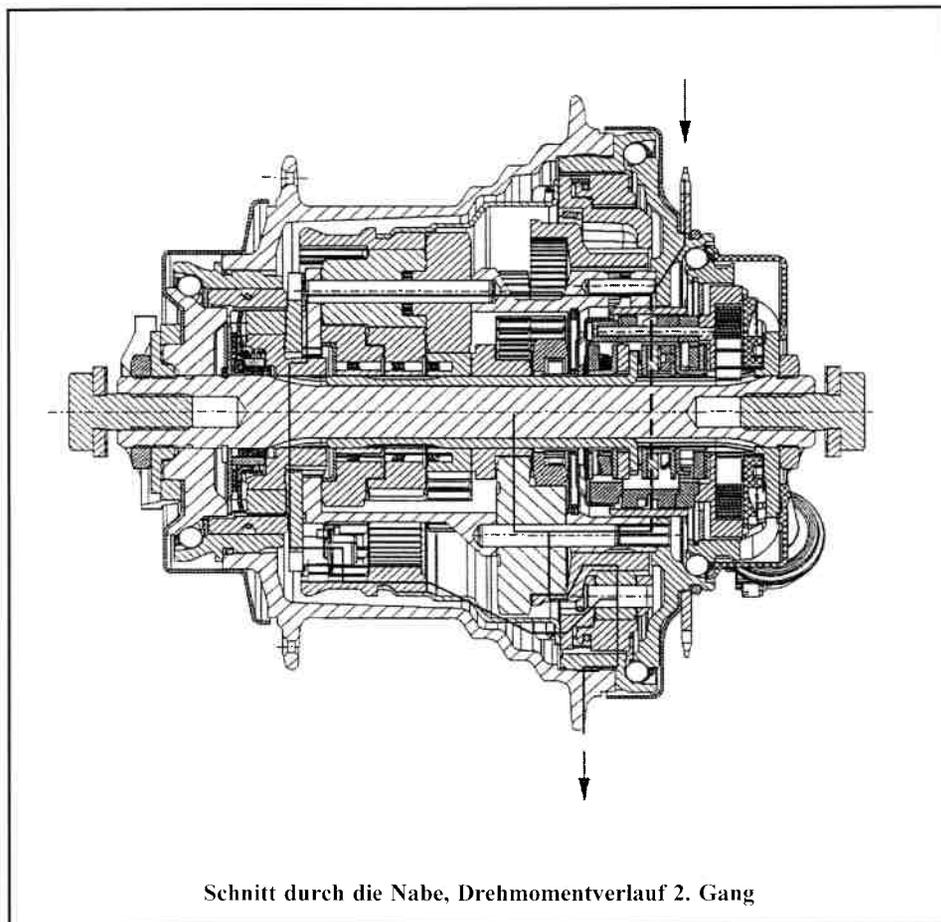
größer ist, passen keine anderen Zahnkränze der alten Naben. Auf dieser Seite der Nabe befinden sich zwei Kugellager, von denen das kleinere eher mäßig gedichtet, das größere durch einen Blechring einigermaßen geschützt ist. Von hier sah die Gesamtkonstruktion also sehr konventionell aus.

Also das Rad umgedreht und wieder an den flachen Enden der Achse in den Schraubstock gespannt. Eine Mutter SW22 extrem mieser Qualität (so weich, daß sie von der gehärteten Achse "verspannt" wird) abgeschraubt, die Haltemutter SW30 darunter ließ sich leicht von Hand entfernen, dann kann der Teil mit Lagerkonus/Bremsmantelhalter, Bremsdrehmomentstütze und Abdeckblech abgenommen werden. Soweit sieht alles konventionell aus. Der Bremsmantel kann sofort herausgehoben werden und man erkennt den Bremsmechanismus, der allerdings erst auf den dritten Blick zu verstehen ist, obwohl er sehr leicht verständlich aussieht. Der Bremsmantel wird von Rollen gespreizt, die auf einen Berg auflaufen. Jetzt kann das Rad von der Nabe abgehoben werden und das Innenleben der Nabe steht im Schraubstock eingespannt vor uns.

Zunächst zum Gehäuse, das am Rad verblieben ist: In das Aluminiumgehäuse sind nur zwei Stahlteile eingepreßt, an jeder Seite eines. Das linke Teil enthält Lager und Bremsmantel, der rechte das riesige äußere Lager und einen einzigen Ring für Antriebsperrklinken. Das alles sieht sehr ordentlich gearbeitet aus, kein Vergleich zu den lieblos überdrehten Stahlgehäusen der 5- und 3-Gang-Naben.

Vom Getriebe sieht man zunächst noch fast gar nichts. Eine dreieckige Platte mit Sperrklinken außen und dem Bremsmechanismus innen, offenbar gehalten von einem Seeger-Ring. Umgeben ist alles von einem Blechmantel mit Stahleinsatz im oberen (linken) Drittel. In diesem Stahleinsatz befindet sich ein Ring zum Eingriff von Sperrklinken und ein Innenzahnkranz, so daß der gesamte Mantel ein Planetenaußenrad darstellt.

Weiter geht es mit der Abnahme des Seeger-Ringes, der federbelastet ist. Ihm folgen einige Scheiben undurchsichtiger Funktion. Immer noch verwei-



Schnitt durch die Nabe, Drehmomentverlauf 2. Gang

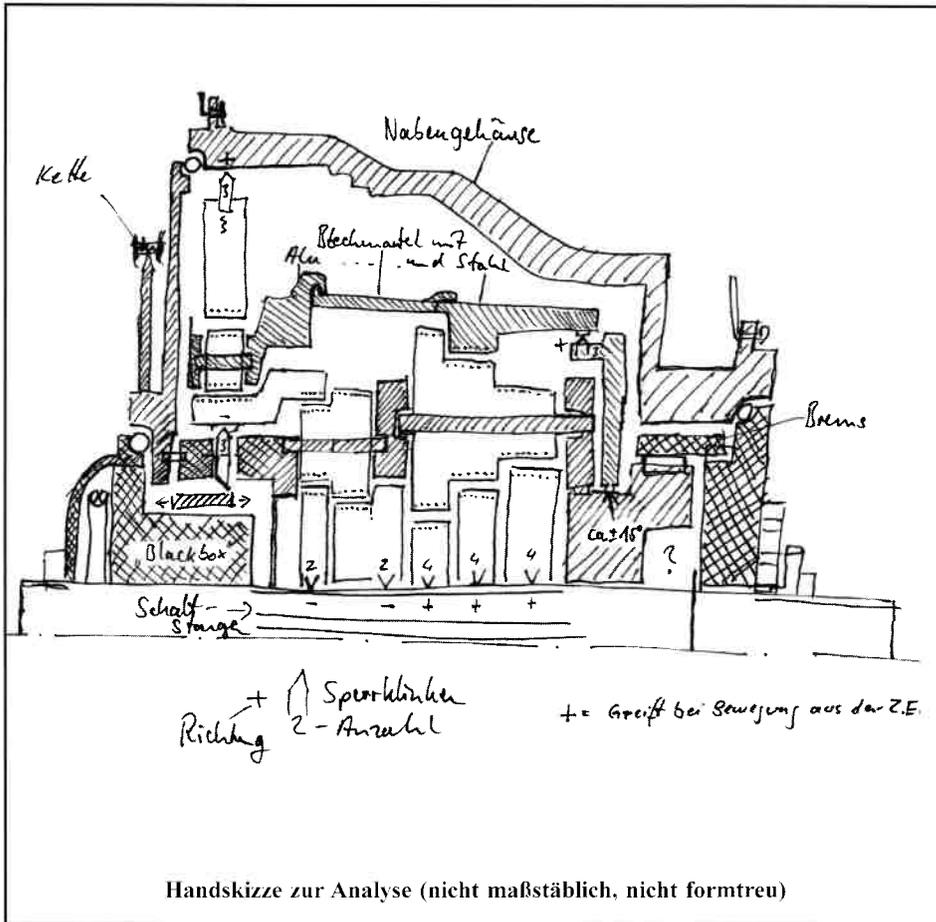
gert sich das dreieckige Teil der Demontage, erst sorgfältiges Wegputzen des Schmiermittels führt eine sehr stramme, im Querschnitt quadratische Spiralfeder zu Tage. Wohl die berühmte Schlingbremse zur Aktivierung des Rücktritts. Sie kann mit einem Schraubendreher und einer Spitzzange entfernt werden. - Endlich geht es weiter und das dreieckige Teil kann ausgebaut werden. Es ist formschlüssig aber um ca.  $\pm 15^\circ$  drehbar mit dem darunterliegenden Käfig der Planetenräder eines Getriebes verbunden. Ebenfalls eine sehr eigenartige Konstruktion, die der Bremse dienen muß.

Der große Blechmantel kann abgenommen werden, wenn man einen Sprengring an seinem Fuß entfernt, dann liegt ein riesiges Getriebegehäuse offen. Es sind auf Anhieb vier Planetensätze zu erkennen, später stellt sich heraus, daß es insgesamt sechs Planetengetriebe sind. Davon befinden sich die Sonnenräder von fünf dieser Sätze direkt auf der Achse, das sechste Getrie-

be ist von sehr großem Durchmesser und quasi freifliegend um die anderen gelagert.

Sehr deutlich sieht man jetzt das Getriebe, versteht es zunächst aber überhaupt nicht. Daher ist unbedingt notwendig, den Schaltgriff wieder anzuschließen, damit sich das Getriebe schalten läßt, um die einzelnen Stufen zu analysieren. Doch selbst dann bleibt es undurchsichtig. Da wir vor einiger Zeit schon die Shimano 7-Gang-Nabe zerlegt hatten, lag die Vermutung nahe, daß es hier ebenso wie dort mit dem Prinzip der auf der Achse mal festgelegten und mal frei drehenden Sonnenrädern zu einem Schaltvorgang kommt.

Wir entfernen die Planetenräder der obersten (linken) Stufen. Dazu muß jeweils die Stahlfeder entfernt und die Achse mit einem Magneten herausgezogen werden. Die Zahnräder hängen zusammen (sind aber einzeln gefertigt und können zerlegt werden) und können nur in einer Richtung wieder ein-



Handskizze zur Analyse (nicht maßstäblich, nicht formtreu)

gebaut werden(!), nämlich wenn die Strichmarkierungen tangential zum Gehäuse stehen. Die drei Sonnenräder sind nun so zugänglich, daß man ihre Beweglichkeit testen kann. Zunächst nahmen wir aber das komplette Getriebe von der Achse ab, so daß man den Schaltmechanismus sehen kann.

Wirklich sehr schön gemacht! - Rund um die Achse gibt es darin eingelassene Stäbe, die drehbar gelagert sind, so daß sie eine Zahnücke in der Achse verschließen oder freigeben können, in denen die Sperrklinken der Sonnenräder einrasten können. So werden die Sonnenräder festgelegt (wenn eine Lücke entsteht und die Klinke einrastet) oder freigegeben (wenn die Lücke verschlossen ist und die Klinke darüber gleiten). Insgesamt acht dieser Schaltstangen gibt es. Sie betätigen fünf Sonnenräder von denen drei Räder je vier Sperrklinken haben und in Vorwärtsrichtung blockiert werden und zwei Räder nur zwei Sperrklinken haben und in Rückwärtsrichtung blockiert werden.

Es scheint so, daß je zwei Schaltstangen zusammenhängend sind, was bedeutete, daß je zwei Sperrklinken tragen würden. Daß von zwei mal vier Stangen fünf Räder betätigt werden, sollte kein Widerspruch sein, da eine Überholung einer Stufe ja nicht ausgeschlossen wird.

Außerdem gibt es auf dem Blechteil (für uns die Blackbox), in dem die gesamte Betätigung der Schaltstangen erzeugt wird (und das wir nicht zerlegt wird und wiederum Sperrklinken betätigt, die ein Sonnenrad (das sechste) festlegen oder freigeben.

Dies kann man aber erst verstehen, wenn man auch die letzte Stufe des Getriebes zerlegt hat. Diese ist um das zentrale Gehäuse des Planetengetriebe herumgebaut und kann nur zerlegt werden, wenn man drei Torx-Schrauben entfernt und die Antriebsseite trennt. Dann erkennt man deutlich, daß der Antreiber direkt auf das zentrale Getriebegehäuse wirkt und der Mantel des Getriebes ein Teil des Abtriebes

sein muß. Dieser Mantel wirkt auf den Planetenring (also die Planetenräder) des sechsten Getriebes, dessen innenverzählter Außenring schließlich die Sperrklinken trägt, die die Kraft auf das Nabengehäuse und damit das Rad übertragen. Das Sonnenrad dieses Getriebes kann auf dreierlei Weise festgelegt werden: starr mit der Achse gekuppelt und über zwei verschiedenen Planetensätze (also verschieden „schnell“) mit der Achse gekuppelt.

Wir haben drei Stufen im großen, sechsten Planetengetriebe, das immer über seinen Planetenring den Antrieb erfährt. Es stützt sein Sonnenrad direkt oder über jeweils eine von zwei Planetengetrieben an der Achse ab. Wie wird nun der Blechmantel angetrieben? - Inzwischen bin ich versucht zu sagen „ganz einfach“ ... Der Blechmantel wird durch vier mögliche Stufen angetrieben: drei Stufen ergeben sich aus den drei Planetengetrieben, deren Sonnenrad festgelegt werden oder nicht. Von hier geht der Kraftfluß immer über das mittlere Planetenrad auf den Blechmantel, eine weitere Stufe ist der direkte Antrieb des Mantels über die Sperrklinken des dreieckigen Teils mit dem Bremsmechanismus. Das war es auch schon. Jede dieser vier Stufen wird jeweils einmal mit einer der drei Stufen der großen Getriebekombination in Reihe geschaltet, ergibt also  $3 \times 4 = 12$  Gänge!

### Mutmaßungen über den Wirkungsgrad...

... wollte ich ja nicht anstellen, aber wenigstens sagen, bei welchem Gang die wenigstens Zahnräder beschäftigt sind. In den Gängen 1 bis 3 wird der Getriebemantel direkt angetrieben und im Gang 3 steht auch das Sonnenrad der großen Getriebekombination. Gang 3 ist vermutlich also der effektivste. In den Gängen 6, 9 und 12 ist genau eine Planetenstufe mehr im Eingriff (je eine des „kleinen“ Getriebes). In Gang 1 und 2 sind auch genau eine Planetenstufe mehr beteiligt, nämlich je eine der inneren der „großen Kombination“. Die Gänge 4 und 5, 7 und 8 sowie 10 und 11 brauchen je drei Planetenstufen, die aber nicht(!), wie man jetzt vorschnell

## Rücktrittausbau leicht gemacht für die Typen Sachs 3-Gang,

An anderer Stelle habe ich zu den Gründen, wieso ich Nabenschaltungen ohne Rücktritt bevorzuge, bereits fast alles gesagt, dennoch wiederhole ich hier die wichtigsten Argumente gegen einen Rücktritt: Rücktrittsbremsen sind unpraktisch, weil sie die Drehbarkeit des Kurbeltriebs auch in Rückwärtsrichtung einschränken und so keine Möglichkeit gegeben ist, die Pedale in eine günstige Position zu drehen. Die Bremse ist im allgemeinen schlecht dosierbar und als Notbremse nur schlecht bedienbar, weil eine bestimmte Pedalstellung zum einigermaßen kontrollierten Bremsen notwendig ist. Das Hinterrad wird ohnehin schnell überbremst und kann nur Hilfsbremsdienste verrichten, daher ist die Betätigung mit den Beinen schlicht überdimensioniert.

Der Rücktritt hat auch Vorteile: er ist zuverlässig und insgesamt sehr bauteilearm, es ist also wenig „Gedöns“ am Rad und dennoch hat es eine Bremse.

### Was ist beim Rücktrittausbau zu beachten?

Klar, daß eine weitere Bremse an das Fahrrad muß, damit die berechtigte Forderung nach zwei voneinander unabhängigen Bremsen erfüllt bleibt, doch auch bei der eigentlichen Handlung des Ausbaus ist einiges Grundsätzliches zu beachten. So braucht man vernünftiges Werkzeug, mindestens einen stabil aufgebauten Schraubstock und vernünftige Schlüssel, also Maul-, Ring- und Steckschlüssel sowie Hakenschlüssel (für die alten Sachs-Naben). Einige Hilfsmittel wie gutes Lagerfett und einige saubere Lappen sind ebenfalls obligatorisch, da jede Nabe, die man öffnet, wenigstens kontrolliert, ein wenig

gereinigt und neu geschmiert werden sollte.

Kaum noch nötig zu erwähnen, daß ich für keinen der hier gegebenen Tipps irgendeine Haftung oder sonstige Verantwortung übernehme! - Alles ist nach bestem Wissen und Gewissen erdacht und ausprobiert, aber jeder, der sich zu einem Umbau entschließt, trägt für seine Arbeit die alleinige Verantwortung, von der ich mich hier nun zum zweiten Mal deutlich freispreche! - Dennoch bitte ich um Beachtung der Literaturempfehlung! - Es lohnt sich.

### Sachs 3-Gang „H 3111 S“

Die Achsmuttern und alle Scheiben entfernen, das Schaltkettchen drin lassen und die Nabe mit der Kettenritzelseite in den Schraubstock einspannen (die Achse ist gehärtet, der tun die Schraubstockbacken überhaupt nichts, solange dieser nicht mit aller Gewalt „angeknallt“ wird). Dann die Hakenschlüssel nehmen und die beiden Muttern abschrauben. Hat man noch den Originalzustand einer nicht zu neuen Nabe, dann reicht ein einziger Schlüssel für den Erfolg, weil die Muttern mit einer verdrehsicheren Scheibe voneinander getrennt sind.

Nun wird die Drehmomentstütze samt dranhängendem Konus entfernt, dann wird der Bremsmantel aus der Nabe genommen und das Rad vorsichtig mit einer Drehbewegung abgehoben. Vorsicht mit den Kugellagern! - Jetzt das Nabengehäuse innen säubern und die Kugellagerrinnen, Konen und Kugellagerringe kontrollieren, nötigenfalls ersetzen, ganz bestimmt aber neu schmieren. Auch das Planetengetriebe wird neu geschmiert. Nur die Sperrklinken und ihre Bahnen dürfen nicht zu reichlich geschmiert werden!

Endlich wird die Friktionsfeder vom Bremskonus (der auch Sperrklinken des Antriebs trägt!) entfernt und die Distanz-

hülse auf den Bremskonus aufgesetzt. Der Ring wird sehr genau sitzen und muß eventuell leicht festgeklopft werden. Dazu sollte der Bremskonus unbedingt von der Schnecke abgenommen werden (drehen). Nun das Lager schmieren und den Konus (mit Deckel und der evtl. nicht abgesägten Drehmomentstütze) wieder aufsetzen und die „Luft“ kontrollieren! - Wenn man eine sehr neue Nabe hat, die man von außen an den zwei Ringen aus Dellen im Gehäuse erkennt, dann ist diese Nabe schmaler und braucht auch den schmaleren Distanzring. Eventuell muß der jeweilige Distanzring nachgeschliffen werden. Es darf nicht klemmen! Jetzt die beiden Muttern und die dazwischenliegende Scheibe montieren. Lager noch nicht einstellen. - Die Gelegenheit ist günstig, also das Rad umgedreht einspannen, den kleinen Festkonus der Kettenseite herausschrauben und auch das kleine Lager kontrollieren und nachschmieren. Dann den Festkonus wieder fest anziehen und Rad wieder umgedreht einspannen. Jetzt das Lager einstellen, nicht zu fest, das Rad muß leicht und spielfrei drehen. Bedenken, daß das Anziehen der Kontermutter die Lagerluft erheblich verringert!

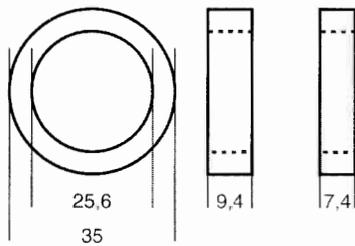
Das war's. Wer es schön machen will, der sagt noch die Drehmomentstütze ab (vor dem Zusammenbau!), ein Abdrücken der Stütze ist mir bisher nicht gelungen. Wenn die Drehmomentstütze dranbleibt, dann sollte man sie aber auch unbedingt wieder mit der Schelle festschrauben. Es ist selbstverständlich, daß die erste Probefahrt vorsichtig stattfindet und die Schaltung dabei neu eingestellt wird.

### Die Sachs 12-Gang „Elan“

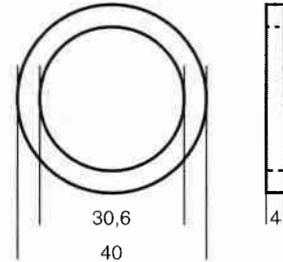
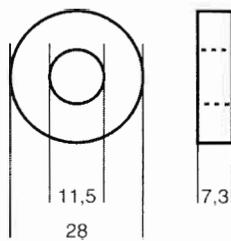
Wer sich an diese nicht preiswerte Komponente wagt, der sollte dreimal überlegen, ob er sich die Manipulation wirklich zutraut. Schließlich soll die Nabe

## Sachs 12-Gang „Elan“ und (bedingt) Shimano 7-Gang

Sachs 3-Gang („H 3111 S“)



Sachs 12-Gang („Elan“)



### Bemaßung der anzufertigenden Distanzscheiben

nicht nur zerlegt und manipuliert werden, sie soll anschließend auch wieder funktionieren!!

Also „Klick-Stick“ öffnen (popelige Snap-In-Verschlüsse) und den Bowdenzug trennen, dann das Rad ausbauen (Klick-Stick bleibt dran), die Achsschrauben ganz herausdrehen und die Achse mit dem abgeflachten Teil auf der Seite des Klick-Sticks in den Schraubstock spannen (die Achse ist gehärtet, der tun die Schraubstockbacken überhaupt nichts, solange dieser nicht mit aller Gewalt „angeknallt“ wird). Mit einem 22er Steckschlüssel und einem 32er Ring- oder Maulschlüssel wird die Nabe geöffnet und der Konus samt Kugelring abgenommen und der Bremsmantel entfernt. Jetzt kann das Rad abgenommen werden, was die folgende Arbeit wesentlich erleichtert. Dann den Seegerring abnehmen (Spezialzange dringend empfohlen!). Darunter gibt es eine große Scheibe, zwei schwarze verzahnte Blechscheiben und eine Feder großen Durchmessers; all dies wird ausgebaut und nicht mehr benötigt. Nun können die acht Rollen entfernt werden. Jetzt wird im Innern des inneren Mitnehmers ein kleiner Ring ausgebaut, das geht nur, wenn

man die eng an der Achse liegende Spiralfeder in Richtung gegen die Federwindung von der Achse „schraubt“ (also drehend schiebt). Auch diese Feder und der kleine Ring werden nicht mehr gebraucht.

Es kann jetzt Lager und Getriebe nachgeschmiert werden. Außerdem muß noch der Drehmomenthebel vom Konus abgedrückt werden. Hierzu spannt man den Hebel in den Schraubstock, steckt ein passendes Rohr durch den Konus und hebtel daran. So sollte sich der Konus mit seinem Vielzahn relativ leicht vom Hebel trennen lassen. Nicht zu stark hebeln, so daß die Blechabdeckung nicht verbogen wird.

Endlich wird der Distanzring in den Mitnehmer gedrückt, die Scheibe und der Seegerring wieder montiert. Das muß ohne Spannung mit ein ganz wenig Luft möglich sein (wenn nicht, Distanzhülse nachschleifen!). Jetzt kann das Rad wieder aufgesteckt werden, dann wird der Konus samt Lager montiert. Nun die Blechabdeckung und die neue Scheibe auflegen, die die Abdeckung nun an Stelle der Drehmomentstütze halten wird. Zum Schluß das Lager wieder einstellen, nicht zu fest, das Rad muß leicht und

spielfrei drehen. Bedenken, daß das Anziehen der Kontermutter die Lagerluft erheblich verringert!

Damit ist man den Rücktritt los und erhält als positiven Nebeneffekt, daß das Rückwärtsschieben des Rades nun wieder so leicht geht, wie man das von einem Fahrrad erwartet.

### Die Shimano 7-Gang Nabe

Die Shimano-Nabe ist in Sachen Bremse ziemlich kompliziert aufgebaut, da deren Funktion durch eine große Friktionsbremse mitten in der Nabe sichergestellt wird. Andererseits braucht man keine Distanzhülsen, um eine Distanz von ausgebauten Teilen zu überbrücken. Selbst wenn man die Friktionsfeder in der Nabe beläßt, ist der Rücktritt bereits mit dem Ausbau des Bremsmantels deaktiviert (die Rollen können in der Nabe verbleiben). Allerdings läßt sich das Rad immer noch nur mit erheblicher Kraft rückwärts schieben. Soll dieser Effekt abgestellt werden müssen die Federn ausgebaut werden.

**Stefan Brix, Wolfenbüttel**

denken könnte, in Reihe geschaltet sind. - Es liegen grundsätzlich nur zwei Stufen in Reihe, aber das Sonnenrad der zweiten Stufe wird nochmals über einen Planetensatz unterschiedlich „schnell abgestützt“.

### Worte zum allgemeinen Eindruck

Über die Haltbarkeit nachzudenken lohnt sich wohl kaum, da dies erst die Erfahrung zeigen muß. Ideal wäre es, die Nabe im Tandem einzubauen und dort zu malträtieren. Das dürfte Schwachstellen schonungslos ans Licht bringen. Insgesamt scheint der Aufbau aber sehr solide, wenn auch die Lagerung der großen Getriebekombination etwas dürrig erscheint, aber wahrscheinlich wissen Maschinenbauer dies besser einzuschätzen. Immerhin sind sechs Planetenräder in drei Paaren im großen Ring untergebracht, was den Rundlauf erheblich verbessern dürfte. Die Zähne haben mindestens die eineinhalbfache Breite derjenigen in den klassischen 3-Gang-Naben, und die Verriegelung der Sonnenräder ist insgesamt überzeugend ausgeführt: Die Sperrklinken sind breit und die Achse hat einen sehr großen Durchmesser, was die Kräfte in Grenzen halten dürfte.

Eindeutig ein Wermutstropfen sind die Lagerungen, besonders das riesige Lager auf der rechten Seite zwischen Antrieber und Nabengehäuse. Es ist zwar akzeptabel geschützt, dürfte aber reichlich Reibung erzeugen, wenn man nicht tritt und ausrollt.

Weitere Kritik bietet das Gewicht der Nabe. Hier könnte einiges gespart wer-

### Literaturempfehlung:

**Wer an Nabenschaltungen interessiert ist oder als Anfänger rasche Erfolge bei Reparaturen erzielen will, dem sei dringend die Lektüre der sehr guten Hefte „Einfälle statt Abfälle“ von Christian Kutzt empfohlen (Verlag Christian Kutzt, Dammstraße 44 Hof, 24103 Kiel). Besonders sei der Band „Gangschaltungen“ (Fahrrad-Heft 6, ISBN 3-924038-16-3) und/oder der Doppelband „Rad kaputt & Gangschaltungen“ (Fahrrad-Heft 7) erwähnt, der wie kein anderes Buch klare Praxistips gibt und den Aufbau einer Nabenschaltung und alles, was es beim Zerlegen und Zusammensetzen zu beachten gilt, in wunderbar verständlicher Weise darstellt. Wer diese Hefte gelesen hat, wünscht sich mehr derartig aufschlußreiche Zeichnungen von den technischen Dingen des Alltags!**

den, wenn man Erleichterungsbohrungen anbrächte. Natürlich ist schlicht das Weglassen des Rücktritts ein erheblicher Gewinn, der zwar durch eine Hydraulikbremse leicht überkompensiert würde, dafür aber deren Vorteile mit sich bringt. Der Bremsbelag und der geradezu gigantische Bremsbelaghalter samt Drehmomentstütze könnten durch ein viel leichteres Lagerschild ersetzt werden.

### Da war doch noch was überflüssig ...

... ach ja, der Rücktritt hat die Analyse natürlich nicht überlebt. - Nicht, daß etwas kaputtgegangen wäre, aber bekanntlich bin ich ja nicht gerade ein Freund dieser Bremse und daher bestrebt, sie loszuwerden. Der Bremsbelag, die Tonnenkörper, die Scheiben und die Federn liegen in einer kleinen Schachtel und sind durch ein paar einfache Scheiben ersetzt, die Drehmomentstütze ist so abgesagt, daß nur noch der Ring übrigblieb, der die Blechabdeckung hält. Der Umbau ist sehr einfach möglich und problemlos, obwohl natürlich der vernünftige Weg wäre, gleich eine Nabe ohne Rücktritt zu kaufen. Wenn diese einigermaßen geschickt gefertigt wäre, ließe sich das Gewicht einer Hydraulikbremse sicher leicht herausholen.

### Fazit

Insgesamt überzeugt die Konstruktion der Sachs Elan 12-Gang Nabenschaltung. Sie ist eine Konkurrenz für die Kettenschaltungen, auch wenn sie noch schwerer und mit einem etwas schlechteren Wirkungsgrad behaftet ist. 12 linear schaltbare Gänge, die Wartungsfreiheit und der äußerlich einfache Aufbau erhöhen die Alltagstauglichkeit erheblich. Die Langzeitstabilität muß die Zukunft ergeben, und andere Kettenritzel sind sicher auch wünschenswert.

Nun warten wir auf die Rohloff 14-Gang-Nabenschaltung ...

**Stefan Brix, Wolfenbüttel**

---

## Fehlt Ihnen eine PRO VELO ?

**Nachbestellungen sind kein Problem.**

**Ein Verzeichnis der lieferbaren Hefte finden Sie am Heftende!**

---

## Praxistest:

# RANS Liegeradtandem SCREAMER

Die amerikanische Firma „Rans“ aus dem Bundesstaat Kansas fing 1974 mit der Produktion von dreirädrigen Strandseglern an. Inzwischen werden neben einer großen Palette an Flugzeugbau-sätzen auch 8 verschiedene Liegeräder produziert, darunter vier Kurzliegertypen, 3 Langlieger und ein Liegeradtandem, der SCREAMER.

## SCREAMER

Das 250 cm lange Tandem mit einem Radstand von 188 cm ist aus CrMo-Stahl ordentlich WIG-geschweißt. Der Rahmen besitzt eine Unmenge an Anlotteilen, so auch für eine Arai-Trommelbremse, für eine 3x7-Konfiguration, sowie Kabelführungen für Hydraulikbremsen. Leider sind Anlotteile für Gepäckträger und Schutzbleche bis auf das hintere Ausfallende nicht vorhanden.

Die Rahmenbeschichtung ist in der getesteten Version sehr spröde, an den Kontaktstellen zwischen Sitzschiene und Rahmen kommt es zu Farbabplatzungen. Für das Modelljahr 99 hat Rans eine Pulverbeschichtung angekündigt.

Das Rahmengewicht incl. der Umlenkrollen liegt bei ca. 6 kg, sodaß sich je nach Ausstattung ein Gesamtgewicht von ca. 22 kg ergibt.

## Antrieb

Das Testrad war komplett mit Edco-Komponenten gelagert, hinten eine 48-Loch Tandemnabe. Der vordere Antriebsstrang (mit konstanter Übersetzung) wird mit einem einstellbaren Kettenspanner in Form gehalten, da das vordere Tretlager nicht verstellbar ist. Im hinteren Antriebsstrang ist die Kettenschaltung integriert, Sachs bzw. SRAM D.I.R.T-Technologie. Die Umlenkrollen (modifizierte Inlinerollen) laufen sehr leichtgängig und geräuscharm. Der komplette Antriebsstrang überzeugt beeindruckend durch seinen ge-



Liegeradtandem Screamer

räuscharmen Lauf, der subjektiv auch sehr effizient erscheint. Bei soviel Komfort scheinen die schwergängigen Drehgriffschalter (Power Grip Extreme) nicht ganz ins Konzept zu passen, sowie auch die Zahnkranzkassette (13-34) die dadurch unangenehm auffiel, da sie ein „Loch“ zwischen 17 und 20 Zähnen hat.

## Bremsen

Bezüglich Bremsanlage war am Testrad die Magura HS 22 und eine Hinterradtrommelbremse von Arai montiert. Die Trommelbremse wird mit einem Lenkerendschalter durch den Stoker (hinten) bedient. Durch diesen unkonventionellen Bremshebel kann die Trommelbremse auch als Feststellbremse wirken. Die Bremskraft erscheint ausreichend, es wurden jedoch keine Paßabfahrten durchgeführt.

## Sitz

Der montierte Sitz findet in dieser Bauweise an allen Rädern von Rans seine Anwendung. Im Wesentlichen besteht er aus einer mit Schaumstoff gepolsterten (5 cm) GfK-Schale und einer klassisch bespannten Lehne, wobei Kabelbinder die Spanngurte ersetzen. Das Ganze wird mit einem Sitzgestell zusammengehalten, das aus einem Stahl/Aluminium Materialmix besteht (geschraubt, genietet, geschweißt).

Die Sitzergonomie ist hervorragend und wird durch die Schnellverstellung von Lehnenneigung und Sitzposition zum Tretlager unterstützt. Lediglich die gerasterte Lehnenverstellung des Stokers (Sitz hinten), die leider auch nicht mit einem Handgriff (zwei Bolzen) bedienbar ist, fällt etwas aus dem Rahmen. Optisch wirkt der schwarze Sitz sehr massiv, auf der Waage ergeben sich

aber dennoch nur ca. 1,9 kg. Unangenehm bei Regen ist die fehlende schnelle Abnehmbarkeit des saugfähigen Sitzpolsters (Wasserbett). Sitzhöhen: Captain: ca. 64 cm Stoker: ca. 59 cm

#### Lenker

Der Obenlenker aus Aluminium ist in der Neigung und in der Höhe verstellbar. Die Neigungseinstellung erfolgt indem der Schnellspanner geöffnet, der Lenker nach vorne geklappt und die Rundkopfschraube mit Innensechskant verdreht wird. Der Überstand der Schraube definiert die Neigung. Diese Rundkopfschraube liegt dann mit ihrem Kopf wie eine Kugel auf der Aluminiumbasis auf und knarrt heftig. Das Einlegen einer Kunststoffplatte war notwendig, um dieses Knarren zu stoppen. Die Lenkerhöhe läßt sich nur ca. 4 cm verstellen, hier hätte das entsprechende Aluminiumrohr länger ausfallen dürfen um einen größeren Verstellbereich zu haben.

Für den Stoker wurden zwei Haltegriffe an das Sitzgestell angeschweißt, die einen starren Untenlenker wiedergeben.

#### Federung

Am 406-Vorderrad wurde eine Kangaroo-Federgabel verbaut und das starre 559-Hinterrad mit einem 2.1" breiten Reifen (Ritchey) ausgestattet. Auf Straßen und Feldwegen ist diese Konfiguration sehr angenehm, rauhe Schotterstraßen wurden nicht gefahren.



RANS SCREAMER: Lenkerverstellung

#### Gepäcktransport

Eine abnehmbare Tasche im Aktentaschenformat, die am hinteren Sitz befestigt werden kann ist etwas wenig an Transportvolumen. Da Rans selber noch keinen Gepäckträger im Programm hat, wurde kurzerhand ein Doppellowrider für vier Taschen entwickelt. Damit sollte genügend Transportvolumen zur Verfügung stehen.

#### Rahmenröße/Fahrergröße:

Captain (vorne): ca. 168 bis 195 cm  
Stoker (hinten): ca. 155 bis 183 cm.  
Hierbei handelt es sich um Angaben des Händlers. Bei Fahrern mit relativ langen Beinen könnte sich die Captaingröße von 195 cm als zu gering herausstellen. Daneben ist auch eine XL-Rahmenversion lieferbar, sowie Sitze mit längerer Rückenlehne.

#### Fazit

Ein Liegerad tandem das sehr viel Spaß macht, einen ausgezeichneten Antrieb besitzt und bezüglich Komfort vieles zu bieten hat (Verstellmöglichkeiten von Sitz und Lenker). Nur die Rahmenbeschichtung, das Lenkerknarren und das Sitzpolster hinterlassen einen negativen Eindruck. Das Rad läßt sich ohne Probleme hinten mit verschiedenen Personen fahren, auch ohne Stokerbesetzung ist es fahrtechnisch einfach zu handhaben.

#### Preis + Bezugsquelle

Das Testrad schlug mit seiner Ausstattung mit 8600,- zu Buche. Je nach Ausstattung kann dies jedoch variieren. Die Firma Pedalkraft aus Ditzingen importiert das Rahmenkit und baut ihn nach Kundenwunsch auf (Tel. 07156-8369).

Harald Meckelburg, Stuttgart

**Nicht vergessen:**

**Bei Umzug neue Adresse an PRO VELO !**

**3. Schienen-HPV-Weltmeisterschaft Laupen 1998:****Weltrekordmarke für Draisinen über 60 km/h!**

Die gute Nachricht zuerst: das Schweizer Team von Romeo Gridelli aus Thayngen konnte seinen letztjährigen Rekord von 58,62 km/h entscheidend verbessern. Der Champion war wieder Hansueli Russenberger, diesmal mit 63,55 km/h, aber auch Oliver Sigg überbot und Peter Bretscher kam nahe an die 60 km/h-Marke auf dem Gefährt. Das Schweizer Wochenmagazin „FACT“ berichtete über das Ereignis in einem vierseitigen Aufmacher.

Die schlechte Nachricht: Anbau-Lösungen für Railbike-Touristen gingen diesmal nicht an den Start, und der langsamst-wachsende Mobilitätsspaß der Welt scheint mangels internationaler Beteiligung zu einem inner-schweizer Phänomen zu gedeihen. Dennoch: Hut ab! Die Schweizer waren schon immer Tourismus-Pioniere.

Das Siegerfahrzeug des HPV- und Solarpioniers Gridelli ist ein asymmetrisches Vierrad - Fahrerkabine über der linken Schiene, vollverkleidet mit Sperrholz. Gegenüber letztem Jahr wurde die Hochdruckbereifung aufgegeben. Unter der Kabine rollen nun modifizierte Motorrad-Bremstrommeln, die Auslegerräder sind aus Kunststoff. Führung erfolgte durch vier horizontale Rollenlager, die gegen die Innenkante der Schienen laufen. Das heranbrausende Fahrzeug wird deshalb von einem hohen Sington begleitet. (Bild 1)

Das zweitschnellste Fahrzeug war ein Liegerad mit Auslegerrolle und eiförmiger Frontverkleidung von Robert Stolz aus Zürich. Die luftbereiften 500er Räder wurden durch je ein Paar V-förmig gestellter Gummirollen auf der Schiene geführt, woraus sich außenseits der Schienen Probleme an den holzbeplankten Schienenübergängen ergaben. Dennoch: 48,50 km/h

Peter Rodewald aus Deutschland war neu dabei mit einer Allewedder-Kabine

**Bild 1:**  
Draisine  
„Gridelli“



**Bild 2:**  
Draisine  
Rodewald auf  
„Allewedder“



(von fleovobike), die mittig auf zwei Achsen mit vier Stahlflansch-Rädern ruhte. Mit 80 Kilogramm bot es das richtige Eisenbahnerlebnis mit dem zugehörigen Sound: 42,95 km/h. (Bild 2)

Simon Schaer (Schweiz) überraschte mit einer Dreiradkonstruktion a la Liegerad mit Ausleger, jedoch mit drei 700er luftbereiften Rädern. Eine Besonderheit: Schienenbremse mit Dauermagnet, so

wirksam, daß man nur bei Kriechgeschwindigkeit bremsen durfte. Als der Pilot einmal zu früh bremste, blieb das Railbike im Gegensatz zum Piloten wie angewurzelt stehen.

1999 findet die 4. Schienen-HPV-Weltmeisterschaft am Wochenende 28./29. August in Laupen statt (d.h. nach der HPV-WM in Interlaken).

**H.E. Lessing, Mannheim**

# Anwendung des Produktsicherheitsgesetzes auf Fahrräder, Fahrradteile und Zubehör

## A. Fahrräder

Das am 1.8.1997 in Kraft getretene Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) ist grundsätzlich auf alle Erzeugnisse anzuwenden, die zur privaten Nutzung durch den Verbraucher bestimmt sind und die gewerbsmäßig in den Verkehr gebracht werden (§ 2, Abs. 1 ProdSG), also zunächst auch auf Fahrräder. Das Gesetz soll bewirken, daß Hersteller und Händler dem Verbraucher nur sichere Produkte zur privaten Nutzung überlassen, soweit dies nicht schon durch andere Rechtsvorschriften geregelt wird (§ 1 Gerätesicherheitsgesetz (GSG), von dem bisher schon bestimmte Fahrradtypen erfaßt werden. § 2 Abs. 3 Nr. 2 g) ProdSG besagt, daß für Produkte, die dem GSG unterliegen, nicht alle Bestimmungen des ProdSG gelten, sondern nur diejenigen über Warnungen und Rückruf, Dem GSG unterliegen auch - bestimmte - Fahrräder.

Zur besseren Übersicht empfiehlt sich eine Einteilung aller Fahrräder in drei Gruppen:

1. Straßenfahrräder nach DIN 79 100
2. Fahrräder als Sportgeräte nach § 2 Abs. 2 Nr. 4 GSG: Rennräder, Mountainbikes ohne StVZO-Ausstattung, BMX-Räder (DIN 79 105)
3. Kinderfahrräder zum spielerischen Umherfahren im Vorschulalter als Spielzeug gem. § 2 Abs. 2 Nr. 4 GSG bzw. DIN 79 110

Das GSG erfaßt alle Räder der Gruppen 2 und 3. Die Folge ist, daß auf die Fahrräder nur die Bestimmungen des ProdSG über Warnungen und den Rückruf Anwendung finden.

Für die Straßenfahrräder der Gruppe 1 gilt das ProdSG ohne Einschränkung.

Hersteller und Händler von Straßen-

fahrrädern haben das gesamte ProdSG zu beachten, nicht aber das GSG. Damit ist die Regelungslücke ausgefüllt, die darin bestand, daß für die nach herrschender Meinung aus dem Geltungsbereich des GSG ausgenommenen Straßenfahrräder (1) keine verbindlichen Sicherheitsanforderungen bestanden.

## B. Fahrradteile und -zubör

Das GSG erfaßt nicht nur komplette Fahrräder, sondern auch Fahrradteile und -zubehör (§ 1 Abs. 2 Nr. 1: „Fahrzeugteile und Fahrzeugzubehöartikel“). Ausgenommen sind sie aus seinem Geltungsbereich nur, „soweit sie verkehrsrechtlichen Vorschriften unterliegen“. Diese Produkte lassen sich ebenfalls in Gruppen einteilen:

1. Fahrradteile und Zubehörartikel, die verkehrsrechtlichen Vorschriften unterliegen
2. Sonstige Fahrradteile und Zubehörartikel

Für einige Fahrradteile, insbesondere die lichttechnischen Einrichtungen, enthält die Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) Zulassungsvorschriften. Sie fallen aufgrund des Geltungsvorbehalts des § 1 Abs. 2 GSG nicht unter das GSG. Die sie betreffenden Sicherheitsanforderungen sind in Vorschriften des Verkehrsrechts (StVZO und Fahrzeugteilverordnung) normiert.

Fraglich ist, zu welcher Gruppe die nicht zulassungspflichtigen Fahrradteile gehören, z.B. Bremsen von Straßenfahrrädern (Teile von Sportgeräten und Spielzeug fallen ohnehin nicht unter „verkehrsrechtliche Vorschriften“). § 65 Abs. 1 StVZO bestimmt: „Fahrräder müssen zwei voneinander unabhängige Bremsen haben.“ Abs. 2 enthält je-

doch nur eine völlig unzureichende Anforderung: „Als ausreichende Bremse gilt jede am Fahrzeug fest angebrachte Einrichtung, welche die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu vermindern ... vermag.“

Soweit ersichtlich, haben das Kraftfahrt-Bundesamt oder örtliche Straßenverkehrsbehörden sich zu keiner Zeit mit Fahrradbremsen beschäftigt. Dieser Aufgabe haben sich - wenn überhaupt - die für die Überwachung nach dem GSG zuständigen Gewerbeaufsichtsämter angenommen, was dafür spricht, daß Fahrradbremsen unter das GSG fallen und zu den sonstigen Fahrradteilen der Gruppe 2 gehören.

Ebenso sind solche Fahrradteile einzuordnen, an die in der StVZO keine besonderen Anforderungen gestellt werden. Die allgemeine Beschaffenheitsvorschrift des § 30 StVZO (Abs. 1: „Fahrzeuge müssen so gebaut und ausgerüstet sein, daß 1. ihr verkehrsbüblicher Betrieb niemanden schädigt ... 2. die Insassen insbesondere bei Unfällen vor Verletzungen möglichst geschützt sind ...“ gilt zwar nicht nur für Kraftfahrzeuge, sondern auch für Fahrräder. Schon das Wort „Insasse“ zeigt jedoch, daß der Gesetzgeber beim Erlaß dieser Vorschrift nicht an Radfahrer gedacht hat.

§ 30 StVZO kann aufgrund seiner Unbestimmtheit die vorbeugende Schutzwirkung des GSG mit seinem Verweis auf die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ (§ 3 Abs. 1 GSG) nicht ersetzen. Solche Regeln enthält z.B. die DIN 79 121 (Gepäckträger für Fahrräder), die im Verzeichnis A der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum GSG enthalten ist.

1992 wurde die Geltungsausnahme des § 1 Abs. 2 GSG („gilt nicht für Fahrzeuge, soweit sie verkehrsrechtlichen Vorschriften unterliegen“, um Fahrzeugteile und -zubehör ergänzt, „um auch insoweit dem Verkehrsrecht, durch das

bisher schon entsprechende internationale und EG-rechtliche Anforderungen umgesetzt wurde, Vorrang zu geben" (Bundestagsdrucksache 12/2693). Internationale oder EU-Vorschriften gibt es für Kraftfahrzeuge, aber nicht für Fahrräder. Auch hier wurden die verkehrsrechtlichen Regelungslücken bei Fahrrädern und Teilen offensichtlich vom Gesetzgeber übersehen.

Alle Teile, für die das Straßenverkehrsrecht keine besonderen Bau- und Zulassungsvorschriften enthält, unterliegen deshalb dem GSG. Das gilt sowohl für Fahrradteile als auch für das Fahrradzubehör. Als Beispiel mögen Fahrradkindersitze dienen. Die DIN 79 120 (Kindersitze für Fahrräder) ist ebenfalls im Verzeichnis A enthalten, was zeigt, daß das zuständige Bundesministerium für Arbeit und Soziales dies Zubehör dem Bereich des GSG zuordnet.

#### Ergebnis:

Hersteller und Händler von Fahrradteilen der Gruppe 1 (insbesondere Fahrradbeleuchtung) haben das gesamte ProdSG zu beachten. Das GSG gilt für diese zulassungspflichtigen Teile nicht.

Hersteller und Händler von sonstigen Fahrradteilen und Zubehör (Gruppe 2) haben die Anforderungen des GSG zu erfüllen und die Vorschriften des ProdSG über Warnungen und den Rückruf zu befolgen.

**Roland Huhn, Gelsenkirchen**

# Veloladen

## Liegeräder



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

#### Anmerkungen:

(1) vgl.:

- Huhn, Gilt das Gerätesicherheitsgesetz auch für Fahrräder, PRO VELO 4, S. 43
- Kullmann, Probleme der Produzentenhaftung unter besonderer Berücksichtigung des Straßenverkehrs, ebenda, S. 51

#### 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**

**Verkaufte Biria „Easy Boarding“,**  
Testrad, fast neu, für 350,- DM; Tel.  
05141/86110

**Suche Rahmenbausatz** für Radius  
Dino / Peer Gynt Größe XL bzw.  
Kemper Filibus Rahmenhöhe 65 cm  
bis 700,- DM. Tel. 07433/5838

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.: PRO VELO 53; Fahrradbremzen;  
S. 4 ff**

Sicherheitsrelevante Komponenten, die von Wartung und richtiger Einstellung abhängig sind, kann man bei Kinderädern vergessen. Das gilt insbesondere für die Bremsen. Offensichtlich fühlt sich in den vielen Fällen kein Elternteil für die regelmäßige Inspektion zuständig. Außerdem sind nur wenige in der Lage, eine „Acht“ zu beheben - ein häufig vorkommender Defekt bei Kinderädern. Wirksam hohe Übersetzungen bei Felgenbremsen setzen aber einen geringen Seitenschlag voraus.

Folgerung: das Kriterium „Wartungsfreiheit“ muß bei Kinderradbremzen an erster Stelle gesetzt werden. Und dafür kommt bei derzeitigem Stand der Technik nur eine Nabenbremse in Frage. Die negativen Eigenschaften von Nabenbremsen sind bei Kinderrädern nicht gültig:

- Bremsmomente und Gegenmoment auf die (kürzere) Gabel fallen wesentlich geringer aus als bei Fahrrädern für Erwachsene
- Die Wärmeabfuhr wird durch geringere Bremsleistung erleichtert.

Ich bin als Kind häufig im Sauerland berghoch und -runter gefahren, manchmal kilometerlang, alles nur mit Rücktritt, und habe nie Probleme gehabt. Ein anderer wichtiger Sicherheitsvorteil ist die geringe Abhängigkeit der Bremsleistung von Nässe.

**Ralf Stein-Cadenbach, Dahlenburg**

**Betr.: PRO VELO 53; diverse Beiträge**

### Fahrradbremzen

Ein Hinweis darauf, daß bei flacher werdendem Seildreieck der Mittelzugbremse auch der Weg am Bremshebel größer wird, wäre vielleicht hilfreich gewesen. Dem Felgenverschleiß, der vor allem auf feuchten, asphaltierten aber von landwirtschaftlichen Fahrzeugen benutzten Wegen sozusagen sogar akustisch registrierbar ist, vermindere ich, indem ich meist 4 Bremsbeläge dabei habe. Wenn ich gerade Lust habe, wechsle ich diese anläßlich einer Rast in wenigen Minuten. Die ausgebauten Beläge werden aber nicht weggeworfen, sondern zu Hause mit spitzem Messer und Stahlbürste von eingearbeiteten Aluspänen, Steinchen usw. befreit und nach ca. 500 km wieder eingebaut.

### Bremstechnik

Als Rollerbrakes hat man m. W. früher eine spezielle Cantibremse bezeichnet, an deren verlängerten Hebeln 2 Rollchen angebracht waren. Diese wurden mit einem Dreieck gespreizt. Rollenbremsen dagegen - die Herr Wobben vermutlich meint - sind Trommelbremsen, deren Backen über zwischengeschaltete Rollen nach außen gedrückt werden.

### Speedhub

Ein sehr informativer Artikel. Zur Angabe von Wirkungsgraden gehört aber die Angabe der übertragenen Leistung. Mir liegt ein altes Diagramm über die Sachs Dreigang-Rücktrittnabe HS 3111 vor. Deren Wirkungsgrad beträgt z. B. im 2. Gang bei 50 Watt 93%, bei 100 W

95,7 und bei 400 W 98,2. Diese Werte beinhalten die Verluste des zugehörigen Kettentriebs 46 -19! Auch bei Rohloff mußte klargestellt werden, ob es sich um den Wirkungsgrad der Nabe allein oder des kompletten Antriebs handelt (bei welchen Zahnzahlen?). Wie bei den Werten für die 3-Gang zu sehen ist, gab es schon seit vielen Jahren Wirkungsgrade sogar leicht über 98 % (G. Fink: ...bisher nicht für möglich gehalten). Wie ich früher schon mal anregte, gehört zu so einem Artikel m. E. ein „Kasten“ in dem der technisch Interessierte alle technischen Daten übersichtlich zusammengestellt findet.

Interessant finde ich in diesem Zusammenhang den Artikel „Wirkungsgrad von Nabenschaltung kontra Kettenschaltung“ im Infobull 81. Die dort enthaltene Feststellung „Daß eine Nabenschaltung bezüglich Wirkungsgrad immer schlechter als eine Kettenschaltung ist, ist klar“ wird durch die Diagramme im selben Artikel widerlegt. Ein Antrieb mit der Shimano 7 Gangnabe hat in den beiden oberen Gängen eine besseren Wirkungsgrad als die Shimano LX Kettenschaltung.

Die Sachs 3 Gang (im Artikel nicht behandelt) ist sogar mit 92,6 und 95,8 noch besser.

Die in modernen Kettenschaltungen verwendeten extrem kleinen Ritzel (11 Zähne) haben offensichtlich einen weit schlechteren Wirkungsgrad als auch ich bis jetzt angenommen habe.

### Leserbrief Suppanz

Der gute Herr Suppanz hat wirklich einen beachtlichen Mut, sich so ziemlich mit allen Leuten anzulegen, mit z. T. wie-

der nicht nachzuvollziehenden Argumenten. Mit meinen 64 Jahren traue ich mir z. B. jederzeit zu, nicht nur 19 kg sondern mit Gepäck auch mal 30 kg wieder aufzustellen, finde aber beim häufigen Auf- und Absteigen in der Stadt 26 cm Durchstiegshöhe sehr angenehm.

**Werner Stiffel, Karlsruhe**

**Betr.: PRO VELO 53; Bremstechnik als Kompromiß zwischen technisch Machbarem und finanziell Machbarem; S. 11 ff**

Im Produkthaftungsgesetz ist nicht etwa vom „Stand von Wissenschaft und Forschung“ die Rede, sondern von „Wissenschaft und Technik“. Dieses Begriffspaar ergibt auch einen Sinn, was bei Wissenschaft und Forschung nicht der Fall ist, weil beide Begriffe in diesem Zusammenhang weitgehend bedeutungsgleich sind.

Dr. Wobben irrt, wenn er DIN und StVZO in einem Atemzug als „gesetzliche Anforderungen“ bezeichnet. Die DIN 79 100 betrifft über das Gerätesicherheitsgesetz nur einen kleinen Teil aller Fahrräder. Die StVZO enthält für Fahrradbremsen eine einzige Vorschrift, § 65 Abs. 1 Satz 2: „Fahrräder müssen zwei voneinander unabhängige Bremsen haben.“ § 65 Abs. 2: „Als ausreichende Bremse gilt jede am Fahrzeug fest angebrachte Einrichtung, welche die Geschwindigkeit des Fahrzeugs zu vermindern und das Fahrzeug festzustellen vermag.“

Eine Vorrichtung, welche die Voraussetzungen des § 65 Abs. 2 StVZO nicht erfüllt und trotzdem noch den Namen „Bremse“ verdient, kann man sich wohl kaum vorstellen. Ernsthafte Kriterien für die Bremsleistung enthält diese Vorschrift jedenfalls nicht.

**Roland Huhn, Gelsenkirchen**

**Betr.: PRO VELO 53; Kettenloses Hybrid-Fahrrad; S. 21ff**

Die Ausführungen im o.g. Aufsatz zur Durchschnittsgeschwindigkeit bei unterschiedlicher Bergauf- und Bergunterfahrgeschwindigkeit haben mich zu weitgehenden Betrachtungen veranlaßt. So überlegte ich mir, wie sich die

Durchschnittsgeschwindigkeit allein aus den zwei unterschiedlichen Teilgeschwindigkeiten errechnen läßt:

(Voraussetzung  $s_1 = s_2$ ):

$$v_{\emptyset} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{2s_{\text{Teil}}}{\frac{s_1}{v_1} + \frac{s_2}{v_2}} = \frac{2s_{\text{Teil}}}{\frac{s_1 v_2 + s_2 v_1}{v_1 v_2}} = \frac{2s_{\text{Teil}} * v_1 * v_2}{s_1 v_2 + s_2 v_1} = \frac{2s_{\text{Teil}} * v_1 * v_2}{s_{\text{Teil}}(v_2 + v_1)} = \frac{2v_1 * v_2}{v_1 + v_2}$$

Wenn man nun die Bergunterfahrgeschwindigkeit  $v_2$  als ein  $x$ -faches der Berrauffahrgeschwindigkeit ansetzt, ergibt sich eine weiter vereinfachte Berechnungsmethode:

$$v_{\emptyset} = \frac{2v_1 * v_2}{v_1 + v_2} = \frac{2v_1 * x * v_1}{v_1 + x * v_1} = \frac{2v_1^2 * x}{v_1(1+x)} = \frac{2x}{1+x} * v_1$$

Beim Einsetzen verschiedener Beispielerwerte erkennt man die Richtigkeit der Berechnungsformel:

- (1)  $v_1 = 10 \text{ km/h}; v_2 = 30 \text{ km/h} \Rightarrow x = 3 \Rightarrow v_i = 15 \text{ km/h}$
- (2)  $v_1 = v_2 \Rightarrow x = 1 \Rightarrow v_i = v_1$
- (3)  $v_1 = 10 \text{ km/h}; v_2 = 40 \text{ km/h} \Rightarrow x = 4 \Rightarrow v_{\emptyset} = 16 \text{ km/h}$
- (4)  $v_1 = 20 \text{ km/h}; v_2 = 30 \text{ km/h} \Rightarrow x = 1,5 \Rightarrow v_{\emptyset} = 24 \text{ km/h}$

Der Vergleich von Beispiel (1) mit Beispiel (3) bzw. (4) zeigt, daß die Steigerung der Geschwindigkeit  $v_2$  um 10 km/

h die Durchschnittsgeschwindigkeit nur um 1 km/h hebt, während die Steigerung der Geschwindigkeit  $v_1$  um 10 km/h die Durchschnittsgeschwindigkeit gleich um 44 km/h größer werden läßt.

Außerdem kann man das auch in dem angeführten Aufsatz verblüffende Extrembeispiel in allgemeiner Form erhalten:

Fährt man mit einer Geschwindigkeit  $v_1$  einen Berg hinauf, erreicht man als Durchschnittsgeschwindigkeit bei noch so großer Bergunterfahrgeschwindigkeit  $v_2$  niemals ganz die doppelte Bergauffahrgeschwindigkeit.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x}{1+x} * v_1 = 2 v_1$$

**Achim Flurer, Neunkirchen**

**Liebe Leserin, lieber Leser,**

wenn Sie hier Ihren Leserbrief vermischen, den Sie uns per eMail geschickt haben, dann ist das keine Absicht, sondern ein Versehen: Durch einen Bedienungsfehler sind eine ganze Reihe von eMails gelöscht worden. Wir bitten Sie, uns Ihre Post, soweit Sie sie hier nicht abgedruckt sehen, noch einmal zukommen zu lassen.

**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@t-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. 313

**Yuichi Mohri, Atusushi Nakano**  
 Personenwege in Japanischen Stadtgebieten; Vortragsmanuskript zum Deutsch-Japanischen Symposium „Modal Split of Passenger Transport in Urban and Regional Areas“ am 16.12.1997 in Berlin; Hg. Japanese-German Center Berlin

## Steigende Zweiradnutzung in Japan - Fußverkehr und ÖPNV sind rückläufig

In den drei großen Ballungsräumen Tokyo, Osaka und Nagoya sind beachtliche 18% aller zurückgelegten Wege Zweiradfahrten. Während die Anteile von Zweirad- und Pkw-Verkehr in den japanischen Stadtregionen in den vergangenen Jahrzehnten deutlich zugenommen haben, wird immer weniger zu Fuß gegangen, und auch der öffentliche Verkehr nimmt ab.

## Nr. 314

**Heinz Klewe, Stefanie Böhm, Matthias Heckhausen;** Die Bedeutung des Fahrrades für City-Logistik-Konzepte. Konstruktiv-Skeptisches zum Fahrrad als Transportmittel. ILS-Monatsbericht 4/1997

## Welche Rolle kann das Fahrrad im Güterverkehr spielen?

Die Möglichkeiten für den Transport von Realgütern mit dem Fahrrad werden in Deutschland bei weitem unterschätzt, obwohl der Radverkehr in bestimmten Fällen eindeutige Vorteile gegenüber anderen Verkehrsarten bietet. Diese Situation ist mit gezielten Fördermaßnahmen in Bezug auf Nachfrage nach entsprechenden Transportleistungen und geeigneter Fahrradtechnik zu verbessern.

## Nr. 315

**Thomas Wöhrstein;** Mountainbike und Umwelt - Ökologische Auswirkungen und Nutzungskonflikte; Saarbrücken 1998, ISBN 3-930714-36-1

## Mountainbiker verzichten weitgehend auf einen PKW bei der Anfahrt zur Tour

In der Summe seiner auf die Umwelt einwirkenden Faktoren stellt das Mountainbiking eine vergleichsweise umweltfreundliche Freizeitbeschäftigung dar. Das Radfahren an sich ist umweltfreundlich, Mountainbiker verzichten weitgehend auf einen PKW bei der Anfahrt zum Tourenbeginn und verbleiben auf den vorhandenen Wegen der Kulturlandschaft. Ökologische Probleme entstehen daher selten und sie wären überdies vermeidbar, denn sie entstehen durch ein Fehlverhalten eines kleinen Teils der Mountainbiker. Unter den entstandenen Problemen durch Mountainbiking hat der ökologische Konflikt nur eine untergeordnete Bedeutung, entscheidend ist der soziale Konflikt zwischen Etablierten und einer jungen Naturnutzergruppe.

## Nr. 316

**Rainer Schneewolf;** Bewertung von Fahrradabstellhilfen und Grundsätzen zur Planung; Kapitel 5.3.3.1 im Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung; 20. Ergänzungslieferung, 3/98, S. 1-31

## Nur Anlehnbügel sind als Fahrradstellhilfe wirklich empfehlenswert

Von den drei Grundtypen von Fahrradstellhilfen ist der Anlehnbügel der bei weitem tauglichste. Das Fahrrad steht sicher, auch wenn es nach Art, Größe oder Zubehör nicht Standard ist, es wird durch

das Abstellen nur minimal und an der Stelle belastet, die der Radfahrer bestimmt und es läßt sich sehr gut anschließen. Die Bedienbarkeit ist für den Radfahrer beim Anlehnbügel die einfachste. Zudem benötigt ein Stellplatz mit Anlehnbügel deutlich weniger Platz als ein solcher mit Vorderrad- oder Gabelhalter.

## Nr. 317

**Dankmar Alrutz u.a.;** Sicherheit des Radverkehrs auf Erschließungsstraßen; Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen Heft V 37: Sicherheit des Radverkehrs auf Erschließungsstraßen, Bremerhaven 1998, 156 S.; 36,50 DM

## Scharf rechts fahren ist gefährlich

Radfahren auf Erschließungsstraßen ist deutlich sicherer als das Fahren auf Hauptverkehrsstraßen. Für den einzelnen Radfahrer verringert sich die Gefahr eines Unfalls etwa um die Hälfte. Die geringe Wahrscheinlichkeit kritischer oder behindernder Interaktionen macht das Radfahren auf Erschließungsstraßen auch angenehmer. Unter Sicherheitsaspekten ist dabei Mischverkehr auf der Fahrbahn in Verbindung mit Tempo-30-Konzepten und Rechts-vor-links-Regelungen zu favorisieren. Radwege können sogar ein zusätzliches Risiko darstellen.

## Nr. 318

**Forschungsgesellschaft f. Straßen- und Verkehrswesen;** Hinweise zur Beschilderung von Radverkehrsanlagen nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung; Ausgabe März 1998; Köln 1998; 68 S.; 39,00 DM

## Mit einfachen Arbeitsschritten zu mehr Verkehrssicherheit

Die Hinweise sind eine Art Entscheidungsschlüssel für Radwege nach § 2 Abs. 4 StVO und der zugehörigen Verwaltungsvorschrift. Die diesbezüglichen Neuerungen werden im Gesamtzusammenhang dargestellt und eine Verklammerung zur ERA 95 hergestellt. Dabei werden viele interessante Detailfragen beantwortet. Ziel der Hinweise ist es, eine weitgehend einheitliche Auslegung und Anwendung der neuen Bestimmungen zu fördern.

**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 beiliegendem 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**

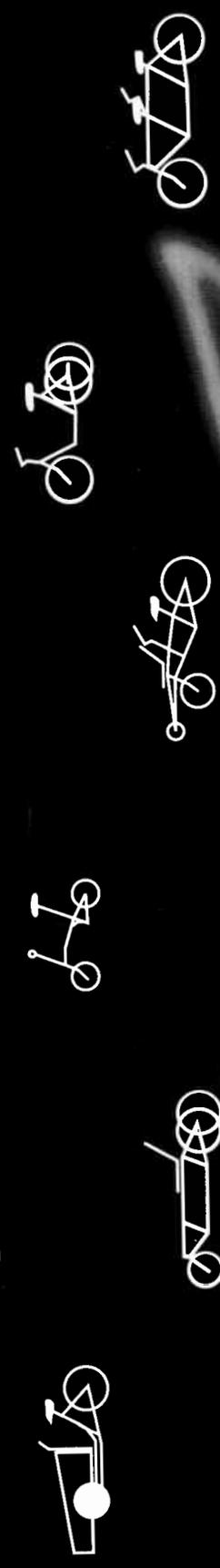
(Die mit einem \* versehenen Hefte sind vergriffen. Die Aufsätze sind aber über den Kopierservice lieferbar)

- 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 Spezialrä

Leihgabe von:  
Andreas Pooch  
Römerstr. 44  
53840 Troisdorf



# RÄDERWERK



RÄDER  
WERK

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

