



Das

6

Fahrrad-Magazin



### Fahrradtechnik II

AUSLEGUNG DER  
KETTENSCHALTUNG

BELEUCHTUNG

WARTUNG VON  
SEILZÜGEN

PRAXISTESTS

SCHLÖSSER

VERKEHR

6 DM

# KETTLER ALU-RAD

## TOWN & COUNTRY

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



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

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

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

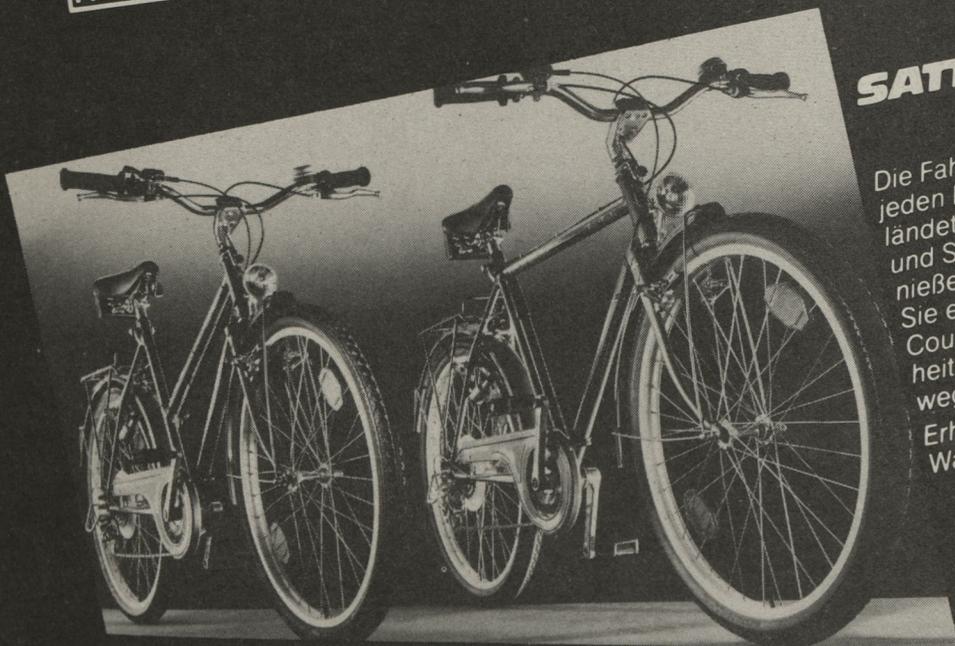
### SATTELN SIE UM AUF ALUMINIUM!

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

Erhältlich im Fahrradfachhandel und Warenhäusern.



Heinz Kettler  
 Metallwarenfabrik  
 GmbH & Co.  
 4763 Ense-Parsit



IMPRESSUM

Herausgeber: Herbert F. Bode  
 Redaktion: Dr. Herbert F. Bode  
 (verantw.)  
 Manfred Otto  
 Anschrift: Am Broicher Weg 2  
 4053 Jüchen  
 Tel. 02181-43448  
 Verlag: ProVelo-Buch- und  
 Zeitschriftenverlag  
 Am Broicher Weg 2  
 4053 Jüchen  
 Druck: Eigendruck

PRO VELO erscheint viermal jähr-  
 lich: im März, Juni, September  
 und Dezember.

Einzelpreis: DM 6 (incl. MWSt,  
 zuzügl. Porto)

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

© 1986 by Herbert F. Bode

ISSN 0177-7661

ISBN 3-925209-07-7

Bisher erschienen:

PRO VELO 1: Erfahrungen mit  
 Fahrrädern I (1984)

PRO VELO 2: Fahrrad für Frauen  
 (... Männer) (1984)

PRO VELO 3: Theorie und Praxis  
 rund ums Fahrrad  
 (1985)

PRO VELO 4: Erfahrungen mit  
 Fahrrädern II  
 (1985)

PRO VELO 5: Fahrradtechnik I  
 (1986)

PRO VELO EXTRA : Fahrradfor-  
 schung in Deutsch-  
 land (1985)

In Vorbereitung:

PRO VELO 7 (Dezember 1986)

INHALT

TECHNIK

Licht einfach an- und ausschal-  
 ten, wie beim Auto .....2  
 Langsam radfahren. Zur Ausle-  
 gung von Kettenschaltungen .....9  
 Wartung und Verlegung von Seil-  
 zügen .....21  
 Vom Fahrrad zum energiesparen-  
 den Leichtfahrzeug .....27

TEST

Schnelle Reise auch im  
 Rollstuhl .....29  
 Veloschlösser für Anspruchs-  
 volle .....30  
 Stiftung Warentest prüft .....31

VERKEHR

Die PRO VELO-Short Story .....8  
 Forschungsdienst Fahrrad .....32  
 PRO VELO-Dokumentation .....34

Leserbrief .....41  
 PRO VELO-Preisrätsel .....42  
 PRO VELO im ABO .....43  
 INHALT PRO VELO 4 und 5 .....44

Liebe Leserin, lieber Leser,

von dieser Ausgabe an erscheint  
 PRO VELO viermal jährlich. Jedes  
 Heft wird ein Schwerpunkt-Thema  
 enthalten. Die Redaktion disku-  
 tiert derzeit die Konzeption,  
 nach der PRO VELO weiterentwik-  
 kelt wird. Wenn Sie dazu Vor-  
 schläge haben, schreiben Sie uns.  
 Und wenn Sie sich selbst mit  
 einem Thema aktiv beschäftigen  
 und darüber einen Bericht schrei-  
 ben wollen, setzen Sie sich bitte  
 mit uns in Verbindung.

Viele neue Erkenntnisse, vor  
 allem aber viel Spaß beim Lesen  
 von PRO VELO und beim Fahrradfah-  
 ren wünscht Ihnen

die PRO VELO-Redaktion

## Licht einfach ein- und ausschalten, wie beim Auto

### Sehen und gesehen werden

Zwei Stunden nach Ende eines Vortrags über Fahrradbeleuchtung an der Ulmer Volkshochschule ereignete sich der folgende typische Unfall.

#### **Fußgänger und Radler bei Zusammenstoß verletzt**

Schwere Verletzungen haben ein 22jähriger Radfahrer und ein gleichaltriger Fußgänger bei einem Zusammenstoß im Mähringer Weg erlitten, der sich am vergangenen Freitag gegen 23.50 Uhr ereignete. Der Radler war nach Angaben der Ulmer Polizei ohne Licht stadteinwärts gefahren und hatte den auf der Straße gehenden Fußgänger vermutlich zu spät erkannt.

Südwest-  
Presse Ulm;

30. Juni  
1986

Zum Unfallhintergrund ist übrigens interessant zu wissen, daß drei Fußgänger hintereinander dem Radfahrer entgegengelaufen waren und keiner den Radfahrer rechtzeitig gesehen hatte. Er hatte an sich eine vorschriftsmäßige Beleuchtung an seiner Rennmaschine, wollte aber das dortige Gefälle - vom Dynamo ungeschmälert - auskosten.

### Normalbeleuchtungsquelle Akku

Dieser Unfall wäre vermeidbar gewesen:

- einen Radfahrer mit einer hellen Akkubeleuchtung hätten vermutlich nicht alle Fußgänger übersehen,
- der Radfahrer hätte die Fußgänger erkennen können und
- hätte das an der Unfallstelle reizvolle Gefälle voll im Schuß ausfahren können, ohne daß es ihm der Generator zerbrems hätte.

### Generator als Notstromaggregat

Auf den Bildern 1 bis 3 ist meine eigene Ausstattung zu sehen. Natürlich habe auch ich noch einen Generator,

- um der Straßenverkehrszulassungsordnung (StZVO) zu genügen, falls mich die Polizei kontrollieren sollte,
- als Notbehelf, falls mein Akku leer sein sollte (er gibt etwa 1 Stunde schön helles Licht),
- für Bergabfahrten, wenn ich mit dem Lärm des Generators niemand wecke.

Eine Akkuanlage ist teuer. Man muß aber wissen, was man will. Falls man nachts viel unterwegs ist, führt am Akku wohl auf die Dauer nichts vorbei.

### Murphys Hauptgesetz läßt grüßen

If anything can go wrong - it will.  
Wenn etwas schief gehen kann, geht's.

Meine Akkuanlage betreibe ich seit etwa vier Jahren und sammelte damit Erfahrungen zu allen Jahreszeiten. In dieser Zeit feierten Murphys Gesetze Triumphe, wo immer es ging. Ich erkannte dabei, daß nur das nicht kaputt geht, was an der Anlage nicht dran ist. Eine elektrische Anlage darf keine einzige Schwachstelle haben; andernfalls ist unweigerlich mit Schwierigkeiten zu rechnen.

Das hängt vor allem damit zusammen, daß im völlig ungefederten System Fahrrad mit seiner kleinen Masse jeder Stoß bis in die letzte Ecke durchwirkt.

### Entscheidend ist die Verbindungstechnik

Ich träume davon, daß einmal an den Leuchten und am Generator die gleiche Ausstattung vorzufinden ist, wie sie an jedem Kraftfahrzeug längst selbstverständlich ist, nämlich solide Steckverbindungen. Dabei ist ein Kraftfahrzeug bekanntlich bestens gefedert, ferner fängt die erheblich größere Masse alle Stöße viel besser ab als das Rad.

Die Querschnitte der Stromwege am Kfz liegen meist bei 1 mm<sup>2</sup> oder darüber, obwohl nie Rupf- oder Zugbeanspruchungen auftreten können, wie beim Fahrrad.

Jeder Lampenwechsel am Kfz ist eine Bagatelle, beim Fahrrad dagegen ein Abenteuer.

### Was der Fahrrad-Fachhandel anbietet

Vor allem im Versandhandel findet man Akkubeleuchtungen angeboten, z. B. von Union und ESGE. Inclusive Ladegerät kommt man dabei auf etwa 160 DM. Die Werbung vergißt nicht, darauf hinzuweisen, daß die Akkus gleich vom Fahrrad-Generator wieder aufgeladen werden können. Ich bezweifle nicht, daß das möglich sein soll. Es ist mir aber völlig unbegreiflich, wozu das gut sein soll, da eine Akkuversorgung doch wohl den Sinn hat, sich vom Generator und dem dazugehörigen Gestampel unabhängig zu machen, es sei denn, die Steckdose fehlt, z. B. auf großer Tour durch Lappland.

Bild 1 Frontansicht der Fahrradbeleuchtung, wie sie im Text beschrieben ist: Akku-Box mit Scheinwerfer am Lenkervorbau montiert. Die Anlage kann mit dem rechten Zeigefinger ein- und ausgeschaltet oder als Lichthupe verwendet werden, ohne daß eine Hand vom Lenker genommen werden müßte. Man erkennt den Schalter und daneben eine Steckdose für das Ladegerät, eine Zusatzlampe oder ein Meßgerät.

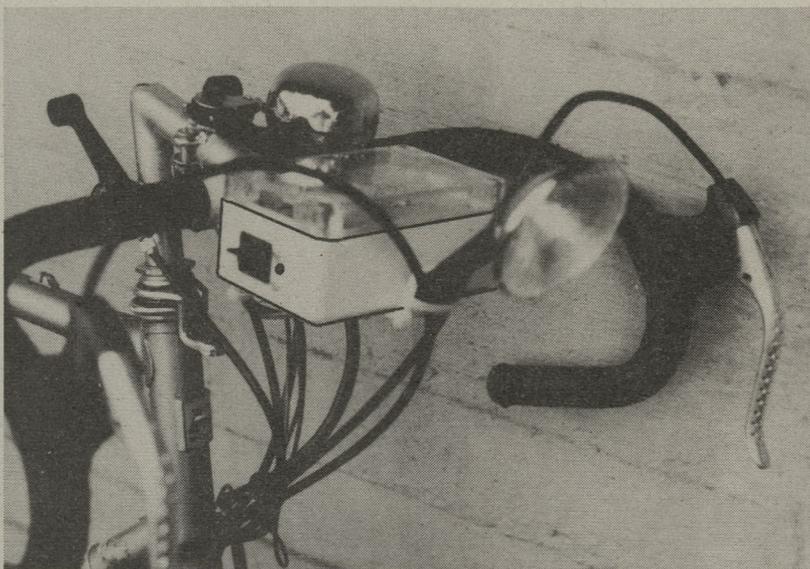


Bild 2 „Ulmer Licht“; Draufsicht auf die Akku-Box. Unter dem transparenten Deckel (rechts ist er „aufgebrochen“ abgebildet) erkennt man den Akku, rechts daneben den Schalter für Akku Ein und Aus (bzw. Generator Aus und Ein). Rechts unter dem Akku ist (mit einem Stück Tesamoll angeklebt) ein Lichtleiter befestigt. Er quittiert bei Dunkelheit mit hellem Leuchten den Betriebszustand: Rücklicht brennt. Dazu wird dem Akku keine Energie zusätzlich entnommen. Die Uhr rechts oben hat eine eigene Spannungsquelle (Knopfzelle).

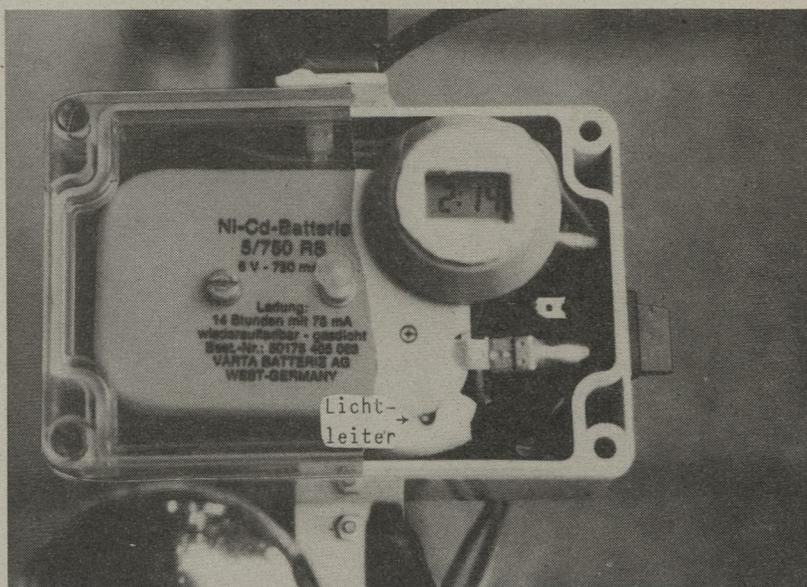
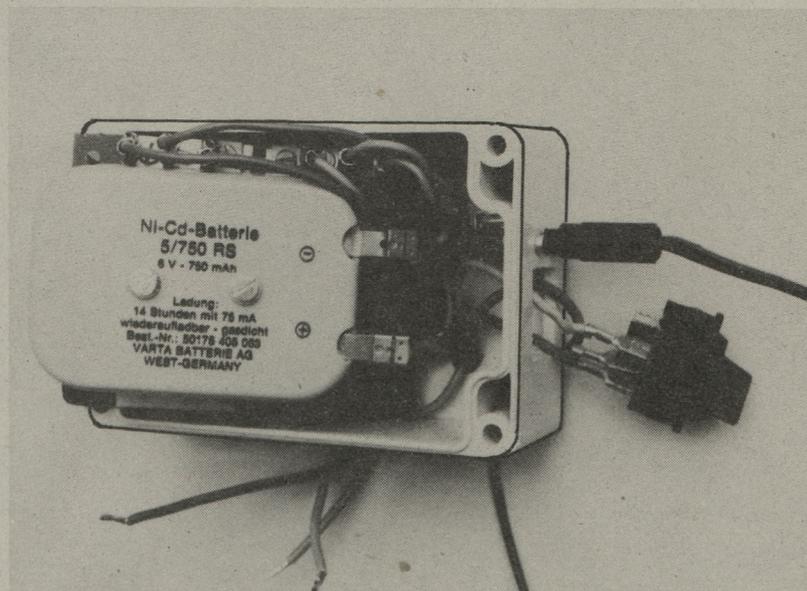


Bild 3 Die Akku-Box und ihre Einzelteile auf der Montageplatte vor dem Zusammenbau. Die drei kürzeren Leitungen unten führen zu einer Klemmleiste, wo die Box mit dem Rest der Installation verbunden ist. Die längere Leitung ist der Lichtleiter. Er mündet in die Rückleuchte (Bild 5). Rein elektrisch gesehen könnte der Schalter kleiner sein. Dieser grössere Typ ist aber ergonomisch geeigneter und mechanisch stabiler als ein sonst elektrisch ausreichender.



### Eine Akkuanlage zum Selbstbau

Ich verspreche mir von der umseitig abgebildeten Anlage folgende Vorteile:

- die Anlage sitzt am Lenker und somit voll im Blickfeld,
- der Schalter für die Beleuchtung kann mit dem rechten Zeigefinger betätigt werden, ohne daß eine Hand vom Lenker genommen werden müßte
- man kann so sogar lichthupen,
- in der Akkubox sitzt auch ein Lichtleiter und quittiert den Betriebszustand des Rücklichts,
- man hat auch Platz für eine Uhr.

Die Einzelteile dieser Anlage sind in der Materialliste aufgeführt. Dort ist auch eine sichere Bezugsquelle angegeben. Man braucht sich kaum Hoffnung zu machen, die dortigen Artikel anderswo zu erhalten. Es handelt sich nämlich um Massenartikel, die, wenn überhaupt, sonst nur in größten Stückzahlen oder mit Versandkostenzuschlägen von 25 DM an geliefert werden.

Die Akkuanlage erschien mir mit den angegebenen Bauteilen gut funktionsfähig. Mit anderen Komponenten funktioniert sie sicherlich auch. Ich habe allerdings viel Entwicklungsarbeit und Mittel investiert, bis sie so vorgestellt werden konnte.

### Überall Stecker und Klemmen

Wie man aus den Abbildungen erkennt, sind alle Verbindungen mit Steckern und Klemmen hergestellt, wie im Kfz-Bereich auch üblich, außer bei der Ladebuchse. Dort sind Lötverbindungen vorgesehen, weil ich keine andere geeignete Buchse kenne.

An einer Lüsterklemmenleiste kann die Box elektrisch vom Fahrrad abgetrennt werden.

Besonders heikel ist der Anschluß des Akkus. Solange ich mit Einzelakkus gearbeitet hatte, die in einem Plastik-Batterie-kasten untergebracht waren, gab es immer wieder Kontaktschwierigkeiten. Der in den Bildern abgebildete Akku hat solide Steck-Anschlüsse und ist in einer Batterie komplettiert. Seine Kapazität reicht gut für 60 bis 70 Minuten hellen Lichtes: 750 mAh.

### Die Schaltung der Anlage

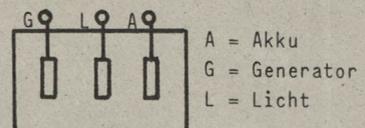
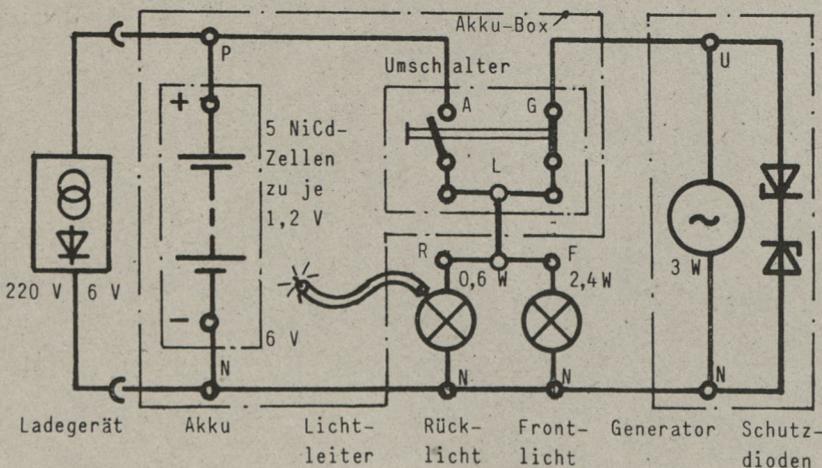
Bild 4 zeigt das Schaltbild. Die Schutzdioden rechts sind für den Akkubetrieb überflüssig. Man benötigt sie nur in Verbindung mit dem Generator, wenn man schnelle Bergabfahrten vorhat. Dann sollte man den Union-Generator nehmen, der Dioden eingebaut hat. Andernfalls besteht die Gefahr von mehr als 7 V, die für die Lampen gefährlich werden.

### Befestigung der Anlage am Lenkervorbau

Aus Bild 9 geht eine mögliche Befestigung der Anlage am Lenkervorbau hervor. Man macht sich am besten zuerst ein maßstäbliches Modell aus Pappe und klärt, wie lang die einzelnen Halterabschnitte sein müssen. Dabei ist die Frage wichtig, ob man das Rad auch auf den Kopf stellen können will, z. B. bei Reparaturen. Bei meiner Anlage kann ich das, ohne daß der Scheinwerfer oder die Box beschädigt wird.

Wichtig ist auch der Abstand zum Lenker. Man sollte auf jeden Fall die Hände an der selben Stelle halten können, wie auch sonst.

Die Anfertigung der Halterung setzt Kenntnisse im Umgang mit Bohrmaschine, Stahlsäge und Feile voraus.



Belegung und Bedeutung der Umschalter-Kontakte (bzw. -Stecker)

Bild 4 Bordnetz einer Fahrradbeleuchtung, umschaltbar von 6 V auf 6 V<sub>N</sub>, gezeichnet für Generatorbetrieb: 6 V<sub>N</sub>.

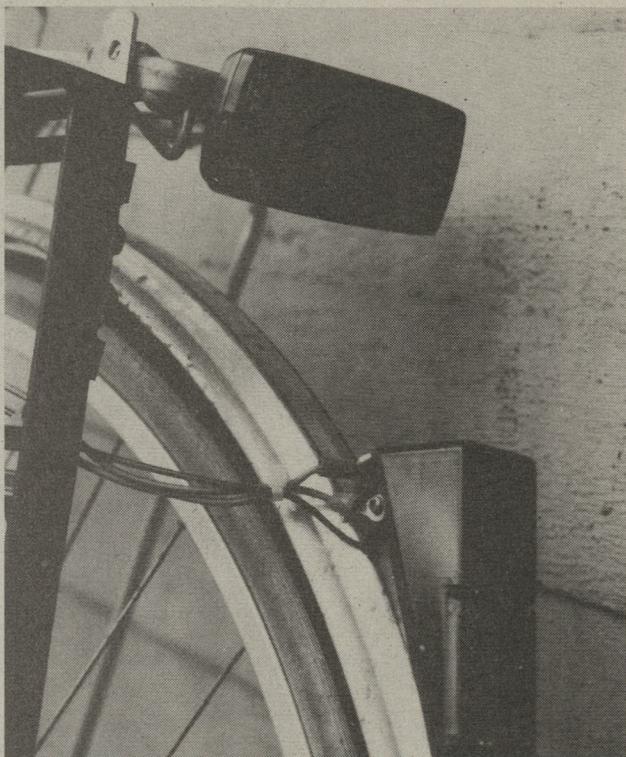


Bild 5 Die Rückleuchte (ULO Art. Nr. 237) mit den drei Leitungen. Mitte: Original-Anschluß für solide Ösenverschraubung. Oben: vom Verfasser nachgerüstete Schraubklemme für die Rückleitung. Der unterste „Draht“ ist der Lichtleiter: ein Glasfaserkabel.

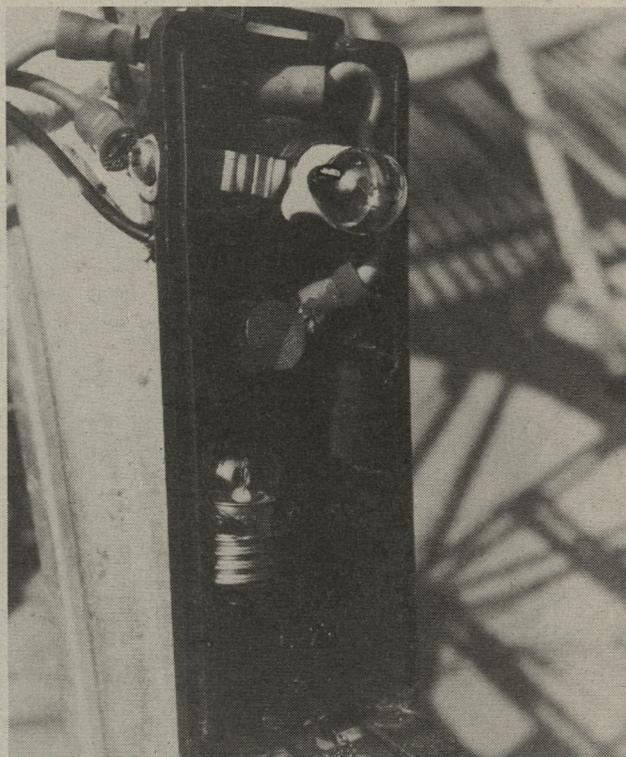


Bild 6 Blick in die geöffnete Rückleuchte. Man erkennt die nachgerüstete Rückleitung und den Lichtleiter: neben die obere Glühlampe geklebt. Die untere Glühlampe ist eine Reservelampe.

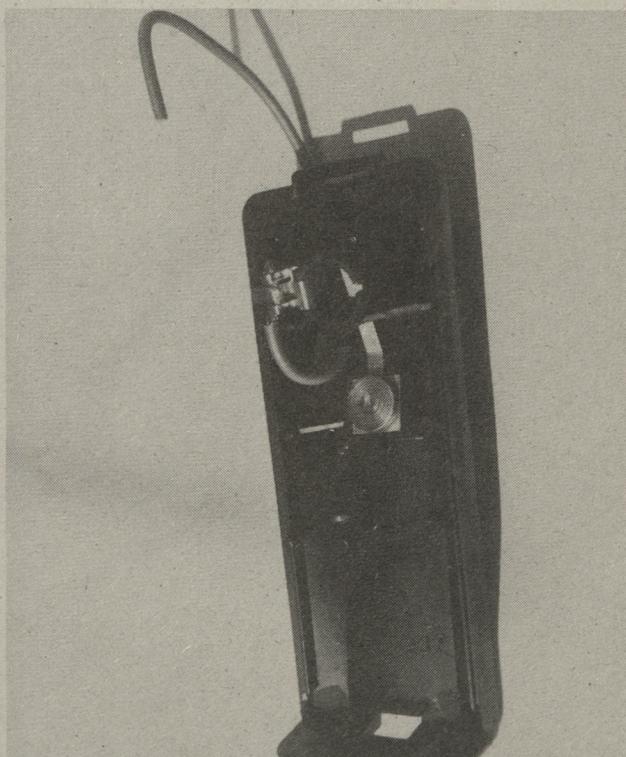


Bild 7 Die gleiche Leuchte wie vorher, jedoch im Originalzustand. Man sieht den von hinten eingeführten Anschluß in einem soliden Clipverschluß eingeführt. Das unwürdige Gefummel zwischen Lampensockel und Leuchtenfassung ist damit beendet. Es fehlt nur noch ein Bajonettsockel statt des Schraubsockels.

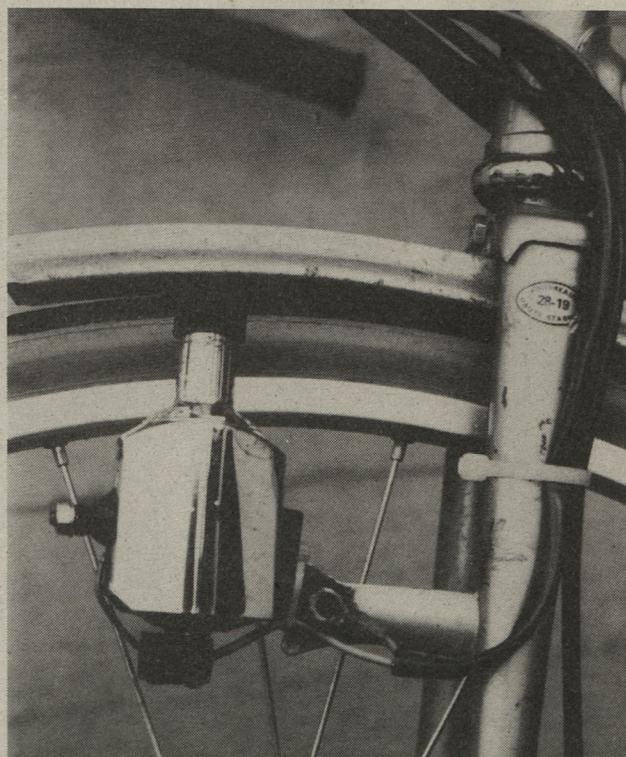


Bild 8 Der Generator und seine Anschlüsse. Er war ursprünglich mit einem Scheinwerfer integriert. Er taugte ohnehin nicht viel und links neben dem Rad ist er wohl auch deplaziert. Nach Demontage des Scheinwerfers hat man eine zwar zu schwache aber gut zugängliche Leitung, an der man eine Lüsterklemme anschließen kann. Rechts daneben die Rückleitung.

### Bearbeitung der Akkubox

Bild 10 zeigt den Schalterausschnitt und die Bohrungen für die Ladebuchse und die Bohrung für die Leitungseinführung.

Die Box läßt sich sehr gut bearbeiten. Die große Schalterausparung bereitet man am besten vor, indem man an der vorgesehenen Stelle weiße Aufkleber anbringt, alles gut einzeichnet und den Rahmen der Ausparung mit etwa 3 mm-Bohrer bohrt. Mit einer Laubsäge kann man dann grob vorsägen und mit einer Feile vorsichtig das endgültige Maß anpeilen. Der Schalter muß stramm sitzen.

Die Montageplatte für die Aufnahme des Akkus und der Steckkontakte gehört zur Box. Die Platte wird gebohrt, wie skizziert. Dann werden die Steckkontakte und der Akku montiert.

### Die Anschlüsse

Wer keine Crimpzange hat, kann die Steckerhülsen zunächst an die 0,75 mm<sup>2</sup>-Leitungen anlöten und die „Ohren“ der Hülse mit einer Telefonzange um die Isolation der Leitung drücken. Es darf begreiflicherweise keine einzige Schwachstelle geben, sonst gibt es Dauerärger!

Die Anschlüsse sollen zwar kurz sein, damit es nachher gut aussieht. Sie müssen aber auch so lang sein, daß man gegebenenfalls alles wieder gut auseinander nehmen kann. Die Hülsen müssen sich leicht auf die Stecker aufschieben lassen können: notfalls die Hülsen etwas aufweiten und ölen.

Die Hülsen müssen zum Schluß außen an den Enden (z. B. mit farbigem Tesaband) gut isoliert werden, sonst gibt es bei der anschließenden Montage dauernd Kurzschlüsse und womöglich Akkutotalschaden!

### Der Zusammenbau

Die Montageplatte wird in die Box eingesetzt und verschraubt. Benutzen Sie dazu einen isolierten Schraubenzieher! Zum Schluß wird der Schalter eingesetzt. Hierzu werden am besten die Anschlußleitungen schon aufgeschoben, noch ehe der Schalter festgesteckt ist. Vorsicht wieder mit Kurzschluß am Akku!

Die Leitungen nach draußen werden im Durchführungsloch straff gezogen.

Wer die Rücklichtkontrolle will, kann den Lichtleiter durch die Durchführung schieben und an geeigneter Stelle in der Box festkleben, z. B. mit Tesamoll. Vorsicht mit den Glasfaseradern in Fingerkuppen oder gar Augen! Geeignet ist eine solche Stelle, auf die man während der Fahrt ohne Schwierigkeiten draufschauen kann.

Die Uhr wird zuletzt auf den Akku geklebt, und zwar so, daß sie durch den glasklaren Deckel der Box etwas festgedrückt wird. Dazu empfiehlt sich eine weiche Zwischenlage, z. B. Antirutschmatte oder dergleichen Material.

Sobald jetzt noch die Verbindung zur „Auswelt“ hergestellt ist: Generator und Leuchten, also die Anschlüsse an den Lüsterklemmen festgeschraubt sind, kann ausprobiert werden, ob alles klappt: Akku- und Generatorbetrieb, und ob der Scheinwerfer und die Rückleuchte funktioniert.

### Die Akkuladung

Ihr neuer Akku ist noch nicht voll geladen. Sollte das Licht noch nicht funktionieren, so kann es also an der noch fehlenden Akkuladung liegen. Aus Bild 3 sehen Sie, daß der vorgesehene Akku 14 Stunden mit 75 mA geladen werden soll, bei erster Ladung besser 16 h. Möglich ist auch statt 14 h mit 75 mA z. B. 7 h mit 150 mA etc., dann aber zeitlich exakt begrenzt, sonst gibt es Schäden. Dauernd 75 mA schaden nichts, auch als Erhaltungsladung nicht.

Man kann sich aus diesen Angaben auch ein Bild machen, wie wenig sinnvoll es erscheinen mag, einer Akkuanlage zuliebe tagsüber dauernd den Generator mitstrampeln zu sollen.

### Selbstentladung

Jeder Akku entlädt sich auch ohne Belastung, wegen Feuchtigkeits- etc. Einflüssen im eingebauten Zustand noch zusätzlich. Man kann von etwa 40 % Kapazitätsverlust pro Monat ausgehen, bezogen auf 20 °C Umgebungstemperatur. Bei -20 °C sind es nur 10 %. Bei Kälte nimmt aber die Kapazität und die zulässige Entladung (d. h.: Fahrzeit!) erheblich ab. Sehr gute Auskunft gibt hierzu die Varta-Druckschrift: Gasdichte Ni-Cd-Akkumulatoren, Lieferprogramm und technische Daten, H 40 120 12.84 8.



## Ohne Reservelampe geht es nicht

Mit der beschriebenen Anlage beherrschen Sie jede Fahrsituation und jede Jahreszeit „souverän“. Meines Wissens lautet die übliche Verfügbarkeit von Halogenfahrradlampen auf etwa 100 Betriebsstunden. Eine Reservelampe sollte also stets zur Hand sein.

Bei der Schwierigkeit des Lampenwechsels wundert mich, daß noch kein Anbieter auf die Idee gekommen ist, einen Scheinwerfer so anzubieten, wie es z. B. bei Tageslichtschreibern längst Standard ist:

Sobald eine Lampe durchgebrannt ist, kann man mit einer kleinen Handbewegung eine Reservelampe bereit haben.

Wie ein solcher Scheinwerfer dann aussieht, wäre mir persönlich gleichgültig. Wenn ich bedenke, daß Pedale für über 300 DM angeboten werden, nehme ich an, daß ein solcher Scheinwerfer auch noch bezahlbar sein müßte und gekauft würde. Ich wäre allerdings schon sehr zufrieden, wenn die Qualität der bisher angebotenen Scheinwerfer zufriedenstellender wäre.

## Die PRO VELO - Short Story

### EINE WAHRE GESCHICHTE VOM RADWEG

Neulich hat er in einer Kneipe jemanden kennengelernt, Dieter sagt, auf den paßt die Bezeichnung „Seele von Mensch“. Und diese Seele von Mensch habe ihm eine Geschichte vom Kohlmarkt erzählt, als der noch nicht Radweg war; die Geschichte sei ihm glaubhaft vorgetragen worden und er halte sie nicht für erfunden.

Die Seele sei also am Vormittag nach einer durchzechten Nacht und höchstens einer Mütze voll Schlaf durch die Innenstadt gefahren, um unterwegs ein halbes Hähnchen mit Kartoffelsalat zu erwerben. Der Heimweg über den Kohlmarkt sei, obwohl am kürzesten, im Nachhinein doch eher unvorteilhaft gewesen. Dort habe ihn ein junger Polizist, noch lauter frische Paragraphen im Kopf, auf das Radfahrverbot in der Fußgängerzone sowie

## Ausblick

Über die vorgeschlagene Ausstattung einer Akkubeleuchtung hinaus sind weiteren Möglichkeiten Tür und Tor geöffnet, seinem Rad eine persönliche Note zu verleihen, z. B.

- über die Steckdose noch eine Zusatzlampe (etwa als Suchlampe oder bei Reparaturen geeignet) oder ein Radio oder dgl.,
- Elektroniken zur Entladebegrenzung und dgl.,
- ein „Zündschloß“ gegen unbefugte Inbetriebnahme,
- eine Vergrößerung der Reichweite, also ein größerer Akku, allerdings nur auf der Basis von erheblich mehr Gewicht und Geld.

Bei aller technischer Perfektion ertappe ich mich allerdings auch bei der Idee, mir eine Karbidlampe zu montieren. Ob sie wohl erlaubt wäre?

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Horst Krämer, Goerdelerweg 16, 7900 Ulm-Böfingen, Telefon: 0731-266606.

auf ein Verwarnungsgeld in Höhe von DM 5 hingewiesen. Der Mensch habe dann womöglich, man bedenke Hunger und Restalkohol, etwas mürrisch reagiert, Junge nun machs mal halblang ich will nach Hause mein Hähnchen wird kalt, so daß dem eifrigen Polizisten lauter neue Paragraphen eingefallen sein müssen.

Das Ergebnis der Gerichtsverhandlung waren verhältnismäßige DM 400 ersatzweise 14 Tage Haft, wobei der Richter sehr günstige Teilzahlungskonditionen einzuräumen bereit war. Er sei damals jedoch arbeitslos gewesen und 400 Eier blieben 400 Eier, so daß er es vorgezogen habe, sich zwei Wochen verköstigen zu lassen. Der Mensch sei dabei um etliche Lebenserfahrungen reicher geworden und habe die Sache, so Dieter, offenbar ohne bleibenden Schaden an Leib oder Seele überstanden.

© 1986

Lotar Kraemer

Wilmerdingstraße 2

3300 Braunschweig

# LANGSAM RADFAHREN

## Zur Auslegung von Kettenschaltungen

von Manfred U. Otto (\*)

2. Teil

"Man bedenke wohl, daß die Höhe der richtigen Übersetzung nur allein von der Leistungsfähigkeit des Radfahrers abhängt (...). Um nun gegebenenfalls sowohl für ebene Gegenden, wie für bergige und für Gegenwind gerüstet zu sein, hat man schon seit längerer Zeit den Versuch gemacht, die Antriebsvorrichtung derartig zu konstruieren, dass man je nach Bedürfnis während desfahrens die Höhe der Übersetzung verändern kann.

Das Ideal einer solchen Änderung wäre ja das, dass man je nach den Wegeverhältnissen und je nach Stärke des Gegenwindes in jedem Augenblicke die gerade richtige Höhe der Übersetzung einschalten könnte (...). Das Ideal ist bis jetzt nicht zu erreichen gewesen." (1), S. 152 f)

Wie aus diesem Schiefferdecker-Zitat hervorgeht, war das Problem der richtigen Schaltungsanpassung je nach Leistungsvermögen, Steigung und Gegenwind bereits zur Jahrhundertwende klar erkannt. Zu dieser Zeit existierten bereits Tabellen, die - wenn auch noch recht fehlerhaft - den Zusammenhang zwischen Entfaltung und maximaler Steigungsfähigkeit herstellten. Es kamen auch die ersten Zweigang-Naben auf, die jedoch, wie auch alle späteren Nabenschaltungen, in ihrer Gesamtübersetzung relativ beschränkt blieben.

Die technische Lösung dieses Problems in Form der Kettenschaltung kam im Vergleich zur stürmischen Entwicklung des Fahrrads im ausgehenden 19. Jahrhundert erst sehr spät, nämlich zu Beginn der 30er Jahre aus Italien. In größerem Umfang wurde dieses letzte wichtige Element des heutigen Fahrrads sogar erst nach dem Zweiten Weltkrieg hergestellt - zu einer Zeit, als die massive Automobili-sierung unserer Gesellschaft einsetzte.

Die Vermutung liegt nahe, daß es auch diese gesellschaftliche Entwicklung war, die dazu beitrug, daß das zur Jahrhundertwende deutlich erkannte Problem, dessen Lösung nun

vorlag, in der Folgezeit schlicht "verges-sen" wurde. Zwar wurden Kettenschaltungen im Bereich des Freizeit- und Leistungssports, wo sie auch heute nicht wegzudenken sind, äußerst erfolgreich eingesetzt; für den Alltagsfahrer standen aber lediglich mehr oder weniger sinnvolle Kopien dieser Schaltungen zur Auswahl, die in der Regel nicht seinem Leistungsvermögen entsprachen.

Nachdem in der letzten Ausgabe Grundbegriffe dargestellt wurden, sollen nun einige Empfehlungen für Kettenschaltungen gegeben werden. Um nicht den zahllosen Tips für die richtigen Zähnezahlen lediglich weitere hinzuzufügen, müssen zuvor noch einige physikalisch-technische Zusammenhänge erläutert werden.

### 4. FAHRLEISTUNGEN BEIM RADFAHREN

Bekanntlich ist auch beim Fahrradgetriebe die Ausgangsleistung  $P_R$ , die an der Hinterradnabe zur Verfügung steht, wegen der mechanischen Verluste geringer als die Eingangsleistung  $P_E$ , die der Fahrer aufbringt. Die mechanischen Verluste werden üblicherweise durch den mechanischen Wirkungsgrad  $\eta$  erfaßt.

$$\eta \cdot P_E = P_R$$

[14]

$\eta$  ist stets kleiner als 1; ein verlustfreier Antrieb wäre durch  $\eta = 1$  charakterisiert.

Im folgenden wird nur die wirklich auf die Straße gebrachte Antriebsleistung  $P_R$  betrachtet. Die Leistung  $P_E$ , die der Fahrer erbringen muß, ist also immer um den Faktor  $1/\eta$  größer (7).

Wenn ein Fahrrad gegen seine Fahrwiderstände fortbewegt wird, benötigt es dafür eine gewisse Leistung, die Fahrleistung  $P_F$ . Damit die Leistungsbilanz ausgeglichen ist, muß  $P_F$  in jedem Moment mit der Antriebsleistung  $P_R$  im Gleichgewicht sein.

7 Da hier nur Kettenschaltungen betrachtet werden, kann für alle Auslegungsbeispiele der gleiche Wirkungsgrad angenommen werden. Allerdings ist der Wirkungsgrad in dem hier betrachteten niedrigen Leistungsbereich nicht konstant. Bei gut gewarteten Kettentrieben erhält man eine gute Näherung für die tatsächlich aufgewandte Antriebsleistung  $P_E$ , wenn man zur Ausgangsleistung  $P_R$  pauschal 5 W hinzufügt (vgl. Meßergebnisse in <2>).

\* wiss. Mitarbeiter am Lehr- und Forschungsgebiet Maschinenelemente, Prof. Dr.-Ing. v.d. Osten-Sacken, RWTH Aachen

$$P_F = P_H$$

[15]

Die Fahrleistung wird bekanntlich durch vier Komponenten bestimmt:

- Leistung zur Überwindung des Luftwiderstandes  $P_L$
- Leistung zur Überwindung der Rollreibung  $P_R$
- Leistung zur Überwindung der Hangabtriebskraft  $P_S$  (Steigungsleistung)
- Beschleunigungsleistung  $P_B$  (8)

$$P_F = P_L + P_R + P_S + P_B$$

[16]

Für eine übersichtliche, aber dennoch ausreichend genaue Darstellung ist es sinnvoll, stationäre Betriebsbedingungen zugrunde zu legen, d.h. von Beschleunigungen abzusehen (9).

$$P_B = 0$$

[17]

8 Im Unterschied zu den ersten beiden Anteilen, die vollständig verloren gehen, können  $P_S$  und  $P_B$  grundsätzlich wiedergewonnen werden. Sie gehen beim Bergabrollen bzw. beim Ausrollen mit negativen Vorzeichen in die Leistungsbilanz ein. Daß es energetisch betrachtet dennoch günstiger ist, eine Fahrstrecke ohne Geschwindigkeitsänderungen zu durchfahren, liegt daran, daß bei jeder Abweichung von einer mittleren Geschwindigkeit zusätzliche Energie durch den Luftwiderstand dissipiert wird, also unwiederbringlich verlorengeht.

9 Aus folgenden Gründen werden keine Beschleunigungen betrachtet:

1. Die differentiellen Beschleunigungen, die aus dem mehr oder weniger schwelenden Drehmoment an der Tretlagerwelle resultieren, wirken wegen der geringen Geschwindigkeitsdifferenzen als nahezu verlustfreie Leistungspuffer, so daß hier konstante Drehmomente zugrunde gelegt werden können.

2. Die Beschleunigungsleistungen bei Beginn und Ende einer Fahrt sowie bei Geschwindigkeitsänderungen können wegen ihres geringen Anteils i.d.R. ebenfalls vernachlässigt werden solange nur geringe Bremsleistungen aufgebracht werden. Das ist im verkehrsarmen Fahrbetrieb der Fall.

3. Treten allerdings verkehrsbedingte Beschleunigungen auf, müssen je nach Häufigkeit der Bremsungen (z.B. bei Ampelstops) u.U. deutliche Mehrleistungen erbracht werden.

Betrachten wir nun die drei relevanten Anteile genauer: Die erforderlichen Leistungen können beim Rollwiderstand und bei einer Steigung näherungsweise durch lineare Funktionen der Geschwindigkeit beschrieben werden. (10)

$$P_R(v) = m * g * c_R * v$$

[18]

$$P_S(v) = m * g * s * v$$

[19]

Dabei bedeuten

$m$ : Gesamtmasse Fahrer/Fahrzeug/Nutzlast (im folgenden mit  $m = 100$  kg angenommen)

$g$ : Gravitationskonstante  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>

$c_R$ : Rollreibungskoeffizient (vereinfacht als Konstante angenommen)

$v$ : Geschwindigkeit

$s$ : Steigung als Näherung für  $\sin\alpha$  ( $\alpha$ : Steigungswinkel)

Beim Leistungsbedarf durch den Luftwiderstand geht die Geschwindigkeit in der dritten Potenz ein. Mit ausreichender Genauigkeit gilt - Windstille vorausgesetzt -

$$P_L(v) = \frac{1}{2} \rho_L * c_w * A * v^3$$

[20]

$\rho_L$ : Luftdichte ( $\sim$ const);  $\rho_L = 1,3$  kg/m<sup>3</sup>

$c_w$ : Luftwiderstandsbeiwert

$A$ : Stirnfläche

Daß sich die Leistung zur Überwindung des Luftwiderstandes bei Verdoppelung der Fahrtgeschwindigkeit verachtacht, erklärt die überragende Bedeutung des Luftwiderstandes bei höheren Geschwindigkeiten ebenso wie seine relative Bedeutungslosigkeit bei sehr langsamer Fahrt.

#### Fahrleistungen in der Ebene

Die Fahrtgeschwindigkeit stellt sich so ein, daß unter den Bedingungen des verwendeten Rades die individuelle Antriebsleistung die Gleichung [15] erfüllt. Dies führt zu unterschiedlichen Fahrtgeschwindigkeiten je nach Antriebsleistung und Fahrtbedingungen. Sind keine Steigungen vorhanden ( $P_S = 0$ ), so kann

10 Bei den  $c_R$ -Werten muß allerdings eine wichtige Einschränkung beachtet werden: Sie gelten nur für sehr gute, feste Laufflächen wie z.B. Asphaltstrecken. Auf Kopfsteinpflaster oder auf unbefestigten Wegen herrschen völlig andere Bedingungen.

man aus dem Leistungsdiagramm (Bild 5) für drei idealtypische Fahrtbedingungen die zu den jeweiligen Antriebsleistungen gehörigen Fahrtgeschwindigkeiten ablesen. (11)

Fahrtbedingung ① (Stadtrad):

- aufrechte Sitzposition
- weite Kleidung
- Niederdruckbereifung

Fahrtbedingung ② (Wanderrad):

- gebückte Sitzposition
- leichte Sommerbekleidung
- mittlere Bereifung

Fahrtbedingung ③ (Straßensportrad):

- flache Sitzposition
- Sportkleidung
- Hochdruckbereifung

**Beispiele**

Um hier und im folgenden anschauliche Beispiele vor Augen zu haben, wurden die Leistungen so ausgewählt, daß man sich darunter - grob pauschliert - folgende Radfahrertypen vorstellen kann, die unter ihrer Dauerleistungsgrenze fahren, also subjektiv keine Ermüdung empfinden (12):

11 Die Fahrtbedingungen orientieren sich an Fahrradkategorien, wie sie für die zukünftige Fahrradnorm DIN 79100 T1 geplant sind. Nach den Ergebnissen verschiedener Fahrwiderstandsmessungen (s. insbes. <3>, <4>) erschien es plausibel, hier folgende Werte zugrunde zu legen:

Fahrtbed. ①:  $c_w \cdot A = 0,6 \text{ m}^2$ ,  $c_R = 0,006$

Fahrtbed. ②:  $c_w \cdot A = 0,45 \text{ m}^2$ ,  $c_R = 0,004$

Fahrtbed. ③:  $c_w \cdot A = 0,35 \text{ m}^2$ ,  $c_R = 0,003$

Unter außergewöhnlichen Bedingungen können natürlich günstigere Werte als unter ③, bzw. ungünstigere als unter ① erreicht werden.

12 Die Abschätzung der Dauerleistungsgrenzen basiert auf arbeitsphysiologischen Angaben in <5>. Die individuelle Dauerleistungsgrenze ist natürlich keine konstante Größe. Sie ist vor allem vom Trainingszustand und vom Lebensalter abhängig. Darüberhinaus ist sie nur ein grober Anhaltspunkt für die Antriebsleistung  $P_E$ , die subjektiv noch als angenehm empfunden wird. Wer z.B. regelmäßig größere Strecken mit dem Rad fährt, wird schon festgestellt haben, daß er im Winter dazu neigt, schneller zu fahren als im Sommer.

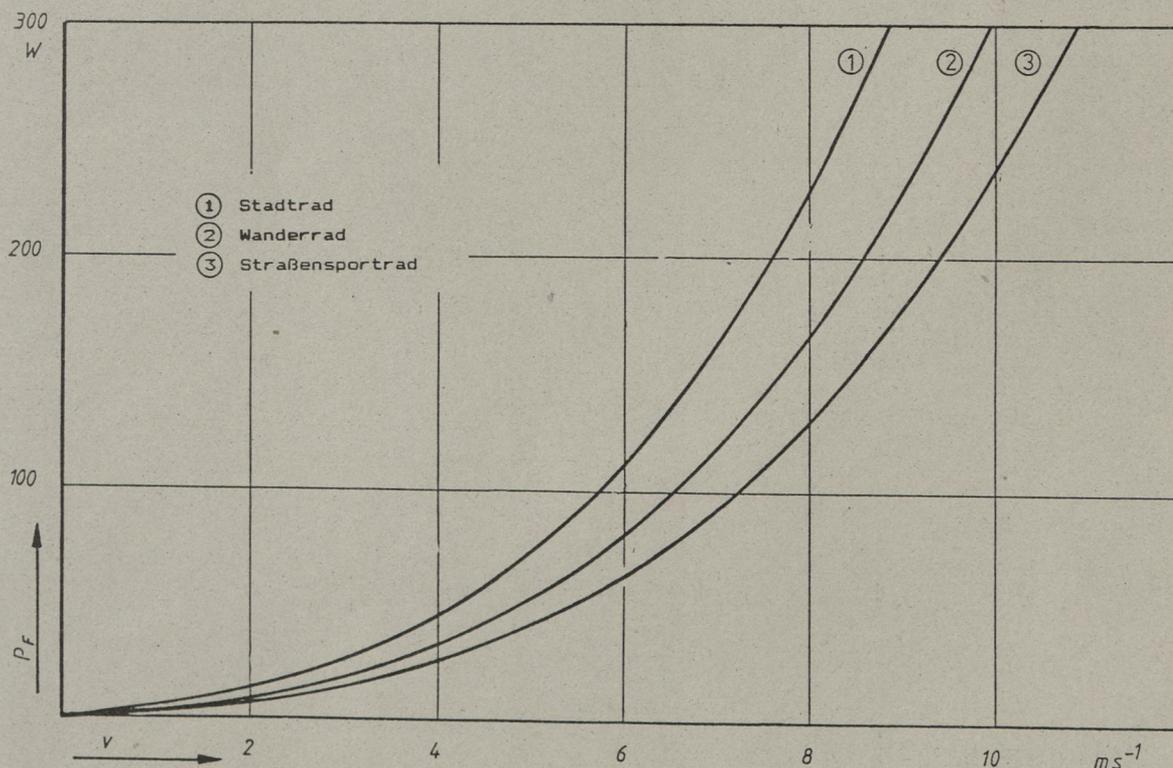


Bild 5: Typische Fahrleistungen in der Ebene

Typ (X) ( $P_R = 50$  W, Fahrtbed. (1)): untrainiert, etwas älter / auf einem Stadtrad

Typ (Y) ( $P_R = 100$  W, Fahrtbed. (2)): untrainiert, jung / auf einem Wanderrad

Typ (Z) ( $P_R = 150$  W, Fahrtbed. (3)): aktiv Sport treibend / auf einem Straßensportrad

Vergleicht man nun unsere drei typischen Radfahrer, so bekommt man einen Eindruck von den Auswirkungen unterschiedlicher Antriebsleistungen und Fahrtbedingungen auf die erzielten Geschwindigkeiten.

Typ	(X)	(Y)	(Z)
Geschwindigkeit (km/h)	15	23	31
Andere Kombinationen mag jede(r) Leser/in selbst untersuchen.			

**Fahrleistungen bei Steigungen**

In der Praxis treten leider die Idealbedingungen der Windstille und der ebenen Strecke äußerst selten auf. Vor allem in der norddeutschen Tiefebene - insbesondere in den Küstenregionen - hat es der Radfahrer im Jahresmittel mit erheblichen Windgeschwindigkeiten zu tun. Weiter im Süden der Bundesrepublik scheint dagegen die Topographie einer breiteren Nutzung des Fahrrades erheblich entgegenzustehen.

Während der Einfluß von Gegenwind leicht abzuschätzen ist (13), erscheint es für eine

13 Wenn die Fahrleistungen bei Gegenwind abgeschätzt werden sollen, kann man in Bild 5 ohne allzugroßen Fehler die Geschwindigkeit des Gegenwindes  $v_L$  ( $v_L$  negativ) zur Fahrtgeschwindigkeit  $v$  addieren. Genau genommen müßte dazu  $P_R - P_L$  mit

$$P_L = \frac{1}{2} \rho_L \cdot c_w \cdot A \cdot (v - v_L)^3$$

gegen  $P_R$  aufgetragen werden. Zur Veranschaulichung:

Windstärke (Beaufort)	Windgeschwindigkeit $v$ (m/s)
2	1,6 bis 3,3
3	3,4 bis 5,4
4	5,5 bis 7,9

Nicht beachtet werden hier die aerodynamischen Auswirkungen nicht-frontaler Anströmungen.

Beurteilung der Steigungseinflüsse hilfreich, eine andere Darstellung der Fahrleistungen zu wählen. In den Bildern 6 bis 9 sind die Leistungsüberschüsse  $P$  dargestellt, die je nach Antriebsleistung und Fahrtbedingung zum Bewältigen von Steigungen zur Verfügung stehen:

$$P = P_R - (P_L + P_R) \quad [21]$$

Für die folgenden Beispiele wurden erneut typische Dauerleistungen ausgewählt:

$P_R = 50$  W (Bild 6)

$P_R = 100$  W (Bild 7)

$P_R = 150$  W (Bild 8)

Für Vergleiche mit einer sportlichen Fahrweise, die - mehr oder weniger kurzfristig - an Steigungen Antriebsleistungen oberhalb der Dauerleistungsgrenze beinhaltet, ist zusätzlich

$P_R = 300$  W (Bild 9)

dargestellt. Diese Leistung liegt im Bereich des sogen. Wiegetritts.

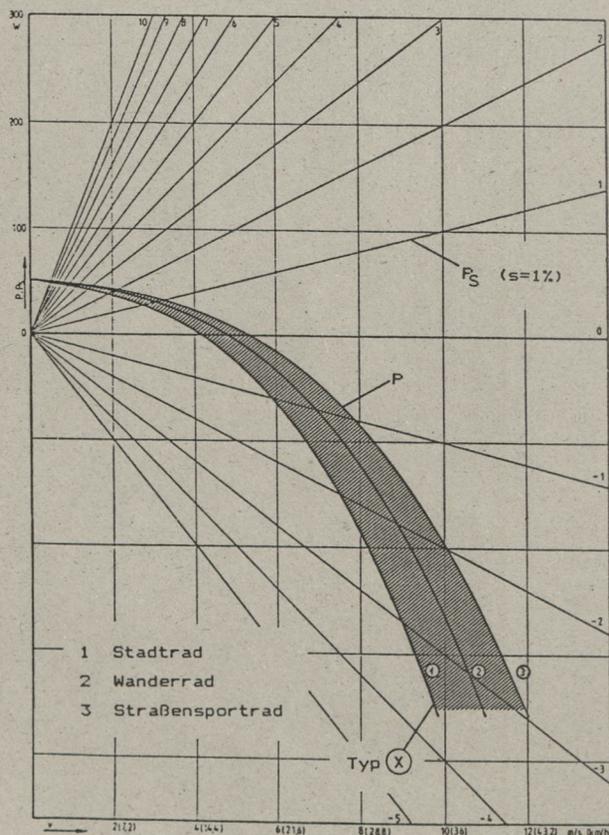


Bild 6: Leistungsüberschüsse  $P$  und Steigungsleistungen  $P_S$  bei einer Antriebsleistung von 50 Watt

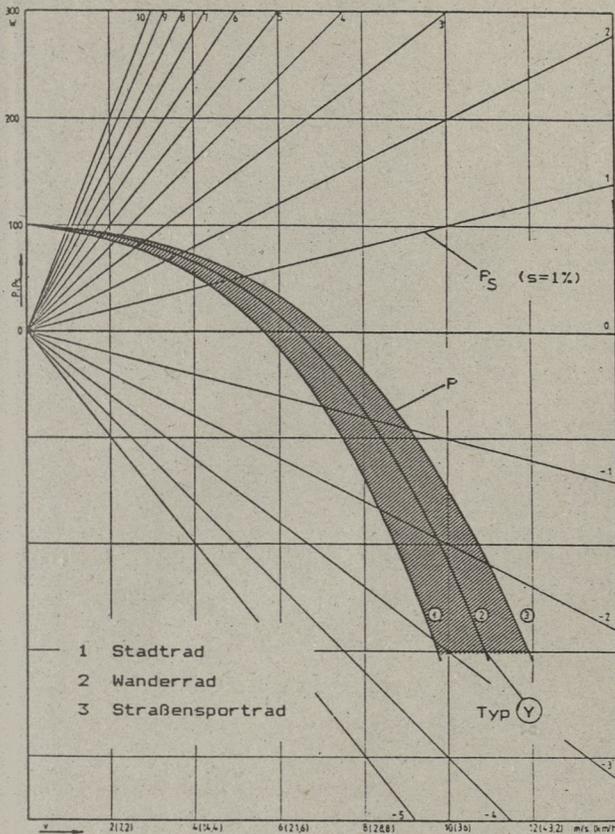


Bild 7: Leistungsüberschüsse P und Steigungsleistungen  $P_S$  bei einer Antriebsleistung von 100 Watt

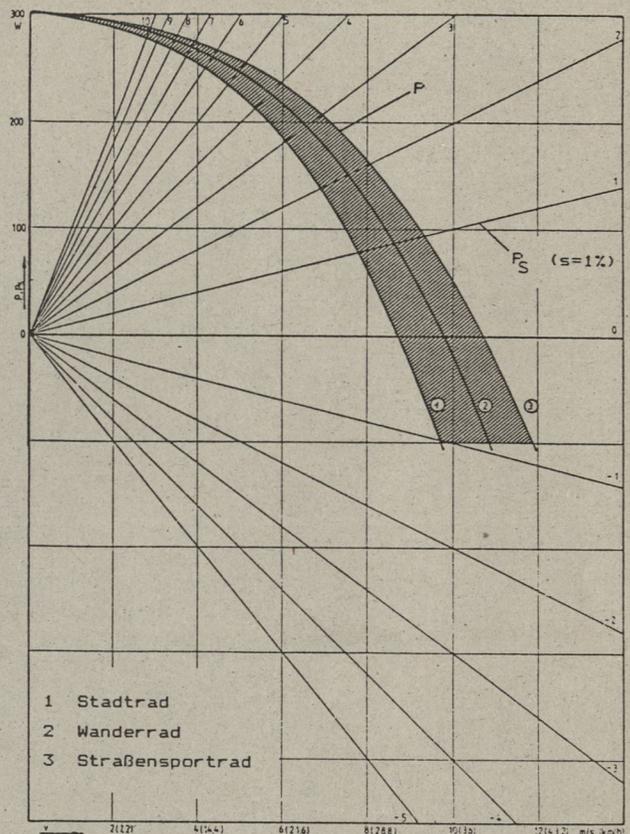


Bild 9: Leistungsüberschüsse P und Steigungsleistungen  $P_S$  bei einer Antriebsleistung von 300 Watt

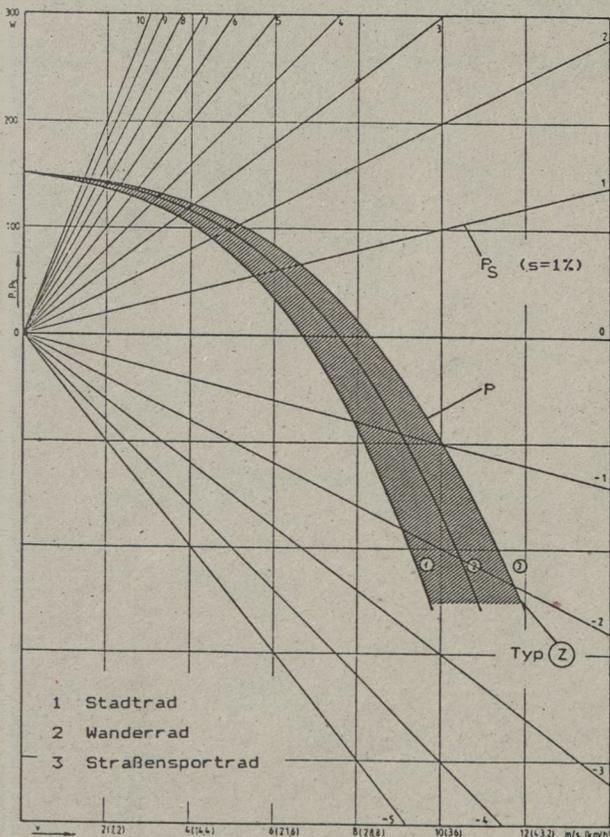


Bild 8: Leistungsüberschüsse P und Steigungsleistungen  $P_S$  bei einer Antriebsleistung von 150 Watt

Die Geradenschar durch den Nullpunkt stellt die erforderliche Steigungsleistung  $P_S$  für verschiedene Steigungen (in %) dar. (14) Bei dieser Darstellungsart kann nun für jede Antriebsleistung und Fahrtbedingung der Zusammenhang zwischen Fahrtgeschwindigkeit und Steigungsvermögen abgelesen werden. Dabei zeigen sich interessante Zusammenhänge, von denen einige hier kurz dargestellt werden sollen.

**Beispiele**

1 Bereits bei einer Steigung von 2 % reduzieren sich die Fahrtgeschwindigkeiten gegenüber der Ebene

- bei Typ X von 15 auf 7 km/h
- bei Typ Y von 23 auf 13 km/h
- bei Typ Z von 31 auf 19 km/h

An einer solchen Steigung - die sich der Wahrnehmung eines Autofahrers entzieht, weil ihm durch eine winzige Fußbewegung das Leistungsvermögen von ca. 1000 Radfahrern zur Verfügung steht - ist also

14 Als Faustregel für die Steigungsleistung gilt: 10 W pro % Steigung und pro m/s (bei  $m = 100 \text{ kg}$ )

ein älterer, untrainierter Mensch bei normaler Fahrradgeschwindigkeit bereits überfordert und wird nach kurzer Steigungsstrecke absteigen.

Bei 300 W Antriebsleistung und Fahrtbedingung (1) wird die Geschwindigkeit von 39 auf 29 km/h abgesenkt.

- 2 Aufschlußreicher als die erzielten Geschwindigkeiten ist das Steigungsvermögen: Vergleicht man die einzelnen Typen, so treten gravierende Unterschiede zutage.

Typ	Steigungsvermögen (%)	
	bei 4 m/s	bei 2 m/s
(X)	0,1	1,8
(Y)	1,6	4,5
(Z)	3,1	7,1

Bei höheren Leistungen (300 W, Fahrtbedingung (1)) würden bei diesen Geschwindigkeiten dagegen 6,8 bzw. 14,6 % Steigung bewältigt.

In dem hier zutage tretenden, individuell sehr unterschiedlichen Steigungsvermögen ist sicher bereits eine Ursache für viele heftige Diskussionen über "die" richtige Schaltungsauslegung zu erkennen. Dabei wird deutlich, daß die Verbesserung der Steigungsfähigkeit bei geringeren Antriebsleistungen relativ bedeutsamer als bei hohen Leistungen ist. Hier wird durch das Absenken der Geschwindigkeit ein Befahren von Steigungen z.T. überhaupt erst möglich.

- 3 Wie zu erwarten, zeigt sich weiter folgender Zusammenhang: Bei geringen Geschwindigkeiten ist die Steigungsfähigkeit in hohem Maße von der Antriebsleistung, kaum jedoch von den Fahrtbedingungen abhängig. Auch mögliche Gewichtseinsparungen im Bereich von einigen Kilogramm, deren Bedeutung meist überschätzt wird, die aber bei Steigungen immerhin noch eine geringe Bedeutung haben, würden die Steigungsfähigkeit nur unerheblich beeinflussen.

- 4 Bei Talfahrt dominiert selbstverständlich der Einfluß der Fahrtbedingungen: Bereits bei einem Gefälle von 3 % wird die Geschwindigkeit von Typ (X) durch Verbesserung der Fahrtbedingungen von (1) auf (3) in gleichem Maße erhöht, wie durch eine Steigerung der Leistung von 50 auf 300 W!

$P_R = 50 \text{ W}$ , Fahrtbed. (1)	$v = 32 \text{ km/h}$
$P_R = 50 \text{ W}$ , Fahrtbed. (3)	$v = 43 \text{ km/h}$
$P_R = 300 \text{ W}$ , Fahrtbed. (1)	$v = 43 \text{ km/h}$

5 ERGONOMISCHE STUFUNG

Geometrisch gestufte Fahrradgetriebe hatten den Vorteil, daß die Änderungen der Trittfrequenz beim Schaltvorgang im gesamten Entfaltungsintervall gleichmäßig klein gehalten wurden. ( $\Delta n = \text{const.}$ ) Variable Antriebsleistungen konnten mit einem relativ gleichmäßigen Tritt vereinbart werden.

Will man dagegen nicht die Drehzahl, sondern die Anstrengung des Radfahrers im Entfaltungsbereich möglichst gleichmäßig gestalten, muß eine andere Stufung durchgeführt werden, die im folgenden als ergonomische Stufung bezeichnet werden soll.

Je nach Antriebsleistung und Fahrtbedingung kann sie in der Art vorgenommen werden, daß die Änderung der Antriebsleistung bei allen Schaltvorgängen gleichmäßig gering ist.

$$\Delta P_R = \text{const.} \quad [22]$$

Nach Gleichung [21] folgt daraus für das Leistungsdiagramm die Bedingung

$$\Delta P = \text{const.} \quad [23]$$

Für eine gewählte Leistungsbandbreite  $\Delta P$  lassen sich damit aus einem gegebenen Leistungsdiagramm zu jeder beliebigen Entfaltung die benachbarten Entfaltungen mit einem kleinen Rechnerprogramm oder auch graphisch ermitteln.

Beispiel

Für Bild 10 wurde eines der typischen Leistungsdiagramme zugrundegelegt. Oberhalb und unterhalb des Graphs ist eine Zone von +/- 20 W eingetragen. Die maximale Abweichung von der Antriebsleistung (hier  $P_R = 100 \text{ W}$ ) soll also +/- 20 % betragen.

$$|\Delta P| = 0,2 P_R$$

Die Entfaltungen sollen nun so gestuft werden, daß bei variablen Steigungen und einer Trittfrequenz von 60 1/min dieser Leistungsbereich nicht verlassen werden muß. (15)

Die gewünschte Anzahl der Gänge sei

$$k = 5$$

- 15 In der Fahrpraxis wird die Geschwindigkeit selbstverständlich nicht stufenweise geändert, sondern durch Abweichungen von der mittleren Trittfrequenz  $n = 60 \text{ 1/min}$ .

Geht man dann z.B. von einer minimalen Geschwindigkeit von 3,2 m/s und damit von einer minimalen Entfaltung von

$$e_1 = 3,20 \text{ m}$$

aus, ergeben sich daraus die theoretischen Werte der weiteren Entfaltungen mit den zugehörigen Stufensprüngen und Entfaltungsschritten.

$e_1 = 3,20 \text{ m}$	$\varphi_1 = 1,34$	$\Delta e_1 = 1,10 \text{ m}$
$e_2 = 4,30 \text{ m}$	$\varphi_2 = 1,23$	$\Delta e_2 = 1,00 \text{ m}$
$e_3 = 5,30 \text{ m}$	$\varphi_3 = 1,18$	$\Delta e_3 = 0,95 \text{ m}$
$e_4 = 6,25 \text{ m}$	$\varphi_4 = 1,14$	$\Delta e_4 = 0,85 \text{ m}$
$e_5 = 7,10 \text{ m}$		

Die auf diesem Wege gewonnenen "idealen" Entfaltungen lassen sich jetzt auf umgekehrtem Wege durch Festlegen der Zähnezahlen annähern, in diesem Falle durch

48 / 32-24-19-16-14

Zum Vergleich die damit realisierten Entfaltungen mit den jeweiligen Stufensprüngen und Entfaltungsschritten:

$e_1 = 3,20 \text{ m}$	$\varphi_1 = 1,33$	$\Delta e_1 = 1,07 \text{ m}$
$e_2 = 4,27 \text{ m}$	$\varphi_2 = 1,26$	$\Delta e_2 = 1,13 \text{ m}$
$e_3 = 5,40 \text{ m}$	$\varphi_3 = 1,19$	$\Delta e_3 = 1,01 \text{ m}$
$e_4 = 6,41 \text{ m}$	$\varphi_4 = 1,14$	$\Delta e_4 = 0,91 \text{ m}$
$e_5 = 7,32 \text{ m}$		

Wie man leicht erkennen kann, ist das Ergebnis eine geometrisch degressive Schaltung.

### 6 EMPFEHLUNGEN

Aus den bisherigen Überlegungen wurde bereits deutlich, daß es "die" richtige Schaltungsauslegung für alle Radfahrer kaum geben wird. Wenn man also Empfehlungen ausspricht - die meist auch subjektive Bewertungen beinhalten - muß deutlich werden, für wen diese Empfehlungen sinnvoll sind und für wen nicht.

Da der Radfahrer seine optimale Trittfrequenz bekanntlich nur beschränkt ändern kann, ohne stärkere Ermüdungserscheinungen zu provozieren, bleiben ihm die folgende beiden idealtypische Möglichkeiten, auf den erhöhten Leistungsbedarf einer Steigung zu reagieren. (16)

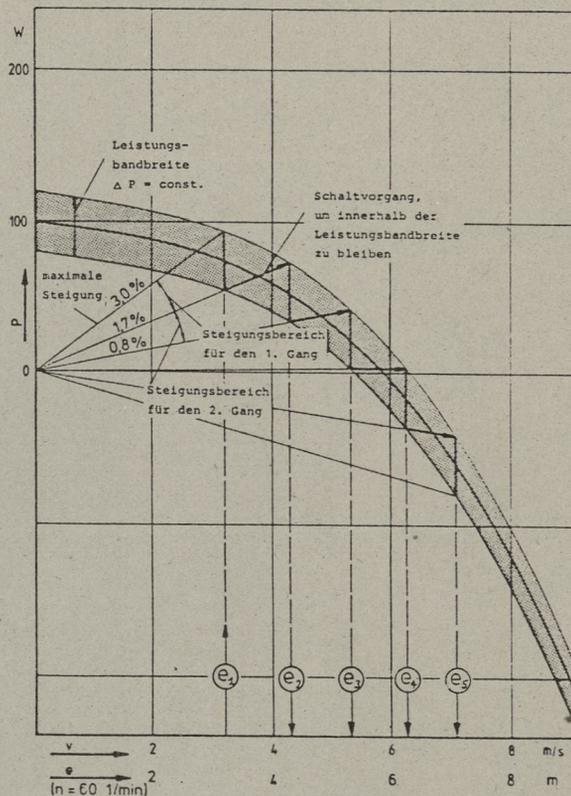


Bild 10: Ergonomische Stufung als Funktion von Antriebsleistung und Fahrtbedingung (Beispiel)

1 Er kann bei gleichbleibender Fahrtgeschwindigkeit und Trittfrequenz seine Antriebsleistung  $P_R$  erhöhen - meist über seine persönliche Dauerleistungsgrenze hinaus - und die dabei empfundene Anstrengung bzw. Ermüdung (u.U. gern!) in Kauf nehmen.

$$P_R = f(s)$$

2 Mit Hilfe einer Schaltung kann er bei konstanter Leistung und Trittfrequenz seine Fahrtgeschwindigkeit und damit den Leistungsbedarf absenken, wobei er den damit verbundenen Zeitverlust (u.U. ebenso gern) verschmerzen muß.

$$P_R = \text{const.}$$

16 Für alle Vergleiche wird hier wie im folgenden eine gleichbleibende Trittfrequenz von 60 1/min betrachtet. Das ist für die meisten Alltagsfahrer eine realistische Größe und hat den Vorteil, daß Entfaltungen (m) und Geschwindigkeiten (m/s) den gleichen Zahlenwert annehmen. Andere (sinnvolle) Trittfrequenzen würden strukturell ähnliche Ergebnisse liefern.

In der Praxis wird meist unbewußt ein Kompromiß zwischen diesen beiden extremen Möglichkeiten eingegangen. Allerdings gibt es offensichtlich auch unter den Alltagsfahrern zwei unterschiedliche "Philosophien", die ihren Schwerpunkt mehr auf die eine oder die andere Lösung legen.

Bei der ersten Gruppe überwiegt der Wunsch, möglichst schnell zum Fahrtziel zu gelangen, bzw. eine große Tageskilometerzahl zu schaffen. Die betreffenden Fahrer sind meist bereit, an Steigungen deutlich höhere Leistungen als ihre Dauerleistung zu erbringen - was unter dem Gesichtspunkt maximaler Fahrtgeschwindigkeiten auch völlig richtig ist. Sie passen ihre Leistungen in gewissen Grenzen den topographischen Bedingungen an, benötigen dadurch selten extrem kurze Entfaltungen und legen meist Wert auf Einhaltung ihrer optimalen Trittfrequenz. Es ist daher zu vermuten, daß diesen Fahrern - die wohl häufig eine (multifunktionale Digital-) Geschwindigkeitsanzeige besitzen oder erträumen - mit einer geometrischen Stufung am besten gedient ist.

Die zweite Gruppe hat in erster Linie das Bestreben, ohne besondere Anstrengungen - zumindest ohne zu schwitzen oder sich gar zu verausgaben - ans Ziel zu kommen. Für Radfahrer, die häufig oder gar ständig von solch müheloser Fortbewegung auf dem Fahrrad träumen oder sogar an eine Hilfsmotorisierung denken, sind die folgenden Überlegungen in erster Linie gedacht. (17) Sie sind aber auch für die Radreise mit Gepäck sehr wichtig.

Es sollen der Reihe nach die Stufung, die Berggängigkeit und die Vielseitigkeit einer angepaßten Schaltung betrachtet werden.

---

17 Es ist müßig, darüber zu diskutieren, welche der beiden hier auf den Punkt gebrachten "Radfahrerphilosophien" verbreiteter oder gar richtiger ist. Die bekannten Diskussionen über Sinn und Unsinn einer 1:1 - Übersetzung spiegeln genau diesen Unterschied wieder. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, daß sich dahinter unterschiedliche Einstellungen zum Radfahren oder gar unterschiedliche Bewertungen von Zeit verbergen, die sozio-kulturell bedingt sind und damit dem historischen Wandel unterliegen. (vgl. auch "die zeitraubende Geschwindigkeit" bei I. Illich, in <6>, S.93 ff)

## A Stufung

Es wurde bereits erläutert, warum es für eine gemächliche Fahrweise angebracht ist, ergonomisch zu stufen.

Nun wäre es allerdings unverhältnismäßig aufwendig, wollte man bei jedem Radfahrer mit all seinen individuellen Daten eine jeweils optimale Auslegung vornehmen. Was in der Praxis kaum möglich wäre, ist zum Glück auch nicht erforderlich:

Analysiert man nämlich ergonomische Stufungen bei gebräuchlichen Entfaltungen und für übliche Fahrtbedingungen (zwischen ① und ②), so kann man für gewöhnliche Leistungen (zwischen 50 und 100 W) bei aller Vorsicht folgende Verallgemeinerungen vornehmen, die für alle Radfahrer von Typ (X) bis Typ (Y) gelten:

- 1 Es ergeben sich immer geometrisch degressive Stufungen.
- 2 Die einzelnen Stufungen sind untereinander recht ähnlich; die Abweichungen sind nicht wesentlich größer als die zwangsläufigen Abweichungen bei der Zuordnung ganzzahliger Zähnezahlen.
- 3 Allen Auslegungen gemeinsam ist eine gewisse Annäherung ihrer Entfaltungen an gleichmäßige Schritte (Äquidistanzen). (18)

Als technische Randbedingungen für einen solchen allgemeingültigen Zahnkranz wurden folgende Punkte beachtet:

- Die Zähnezahlen am Zahnkranz liegen zwischen 13 und 32. Dadurch ist er mit den meisten Touristik-Schaltwerken kompatibel.
- Ein Fünffach-Zahnkranz ist völlig ausreichend, da bei dieser Methode und für diesen Verwendungszweck ausreichend feine Abstufungen ermöglicht werden. Er ist einer größeren Ritzelzahl vorzuziehen, weil er prinzipiell eine geringere Baubreite und damit ein weniger unsymmetrisches Hinterrad erlaubt.

---

18 In einem Entfaltungsbereich von ca. 2 bis 8 m stellen Äquidistanzen somit nicht nur bei unterschiedlichen Windverhältnissen sondern auch bei variablen Steigungen eine recht leistungsangepaßte Stufung dar.

Unter diesen Bedingungen kommt ein Zahnkranz mit

32 - 23 - 18 - 15 - 13

Zähnen den Daten zwischen Typ (X) und (Y) am nächsten.

Da es jedoch praktische Schwierigkeiten bereiten kann, handelsübliche Fünffach-Kränze mit 13 Zähnen zu finden, und der relativ große Stufensprung 32 - 23 in der Praxis noch nicht ausreichend erprobt ist, kann als praktisch gleichwertige Lösung

32 - 24 - 19 - 16 - 14

empfohlen werden. Der größte Stufensprung (32-24) ist mit  $\varphi_1 = 1,33$  kleiner als bei einer 3-Gang-Nabe, der kleinste (16-14) entspricht mit  $\varphi_4 = 1,14$  den üblichen 5- bzw. 10-Gang-Schaltungen.

Dieser Zahnkranz und auch ähnliche Kombinationen haben sich seit Jahren im praktischen Fahrbetrieb bewährt und die Ausgewogenheit der Stufensprünge wird als besonders angenehm empfunden. Dies ist wohl auch der Grund, warum man degressive Stufungen bei ausgesprochenen Vielfahrern recht häufig antrifft. Wer eine gewisse Sensibilität für seine Leistungsabgabe entwickelt, der spürt deutlich, daß am Berg größere Abstufungen angebracht sind.

### B Berggängigkeit

Schaltungsdiskussionen drehen sich vorzugsweise um die Frage nach der kleinsten Entfaltung. Tatsächlich gibt es eine Reihe von Gründen, die gegen kleine Entfaltungen im 2 m - Bereich (wie z.B. bei der 1:1 - Übersetzung) und die damit verbundenen niedrigen Geschwindigkeiten sprechen.

1 Das sportliche Argument: Die durchschnittliche Fahrtgeschwindigkeit wird durch langsame Geschwindigkeiten am Berg übermäßig vermindert. Außerdem macht es häufig gerade Spaß, die eigene Leistungsfähigkeit zu erfahren. Für Radfahrer mit einer solchen oder ähnlichen Einstellung sind die großen Bergübersetzungen selbstverständlich nicht erforderlich.

2 Das psychologische Argument: Radfahrer entwickeln angesichts von Steigungen eine erhöhte Leistungsbereitschaft, u.a. auch weil sie durch ihre verfügbaren Über-

setzungen an den meisten Bergen dazu gezwungen werden, oberhalb ihrer Dauerleistungsgrenze zu fahren. Wenn man sich aber sowieso stark anstrengen muß, ist es natürlich erstrebenswert, die Dauer der Anstrengung möglichst kurz zu halten. Darüberhinaus trifft man vor allem bei Gelegenheitsfahrern häufig die falsche Vorstellung an, schnell zu treten sei grundsätzlich anstrengend, langsam treten dagegen geruhsam.

Tatsächlich ist für den Radfahrer, der erstmals kleine Entfaltungen zur Verfügung hat, eine deutliche Umstellung seines Verhaltens an Steigungen erforderlich. Er sollte seine Entfaltung soweit herabsetzen, bis er wieder genauso schnell und leicht tritt wie zuvor in der Ebene.

3 Das physiologische Argument: Um das Gleichgewicht zu halten, sind bei niedrigen Geschwindigkeiten - abhängig von der Reaktionszeit - relativ größere Lenkaus-schläge erforderlich. Die benötigten Reaktionszeiten können vor allem bei älteren Menschen zu Problemen führen; die Reaktion kann aber ebenfalls durch Übung verbessert werden.

4 Das physikalische Argument: Das durch den Kurbeltrieb aufgebrachte Drehmoment schwankt bei ungeübten Fahrern verhältnismäßig stark. Daraus resultieren bei niedrigen Geschwindigkeiten relativ große Beschleunigungen des Systems Fahrer/Fahrrad und man hat das Gefühl "ins Leere" zu treten. Auch dieses Problem verschwindet mit wachsender Fahrpraxis durch einen gleichmäßigeren Drehmomentenverlauf, den sogenannten runden Tritt.

Obwohl die kleinen Entfaltungen also in einigen Fällen gewöhnungsbedürftig sein werden, sollen sie hier aus folgenden Gründen in die Überlegungen miteinbezogen werden:

Ein vorhandener Berggang schränkt die Möglichkeiten des Fahrers nicht ein. Im Extremfall würde er diese Entfaltung nie einsetzen, aber - wenn die Schaltung sonst richtig ausgelegt ist - keinen Mangel empfinden. So ist es ihm insbesondere jederzeit möglich, zu einer sportlichen Fahrweise überzugehen.

Bei fehlendem Berggang dagegen wird der Nutzer schon durch relativ geringe Steigungen zu Anstrengungen gezwungen, die er sonst vermeiden könnte. Eine mühelosere Fahrweise wird ausgeschlossen. Die kleinere Entfaltung bedeutet also für den Radfahrer die größere Freiheit.

Die Erfahrung zeigt, daß Vielfahrer häufig neue Optionen bei ihrer Wegewahl entwickeln, sobald sie über eine berggängige Schaltung verfügen: Sie beginnen, den relativ flachen, aber verkehrs- und abgasreichen Hauptstraßen in den Flußtälern auszuweichen und ziehen ruhigere und oft auch reizvollere "Berg"-Straßen vor.

Die Technik ist hier ein Mittel, den Leistungsbedarf des Fahrrads an das Leistungsvermögen der Fahrerin (des Fahrers) anzupassen und nicht umgekehrt. Auch kann es psychologisch durchaus wertvoll sein, wenn man am Berg noch einen leichteren Gang in Reserve hat, den man jederzeit einsetzen könnte.

Dabei ist es wichtig, sich keine Illusionen über die Möglichkeiten einer berggängigen Schaltung zu machen. Durch das Fahren mit deutlich abgesenkten Geschwindigkeiten kann an Steigungen (im Gegensatz zur Situation bei Gegenwind) Arbeit (Energie) in nennenswertem Umfang nicht eingespart werden. Für den Menschen deutlicher fühlbar als die Arbeit ist jedoch die Arbeit pro Zeiteinheit, seine Leistung. Der "Trick" besteht lediglich darin, daß durch eine berggängige Auslegung viele Steigungen, die zuvor als anstrengend erfahren wurden, nun unterhalb der individuellen Dauerleistungsgrenze bewältigt werden können, wobei subjektiv keine Ermüdung empfunden wird. Es wird also nicht unbedingt die maximale Steigungsfähigkeit, sondern die Steigungsfähigkeit im Dauerleistungsbereich angehoben.

Die geringen Steigungen sind für die Fahrpraxis des Normalfahrers bedeutsam, weil sie relativ häufig angetroffen werden. Wie wichtig sie sind, wird jedem klar, der einmal untrainierte oder ältere Menschen auf Fahrrädern ohne Schaltung oder mit kleinsten Entfaltungen im 4 m - Bereich in solchen Situationen beobachtet hat. (19) Hier hilft auch die Empfehlung des sogenannten Wiegetritts wenig, denn die dafür erforderlichen Leistungen, die mindestens mit zügigem Treppensteigen zu vergleichen sind, liegen wesentlich höher.

Eine noch weitergehende Absenkung der Entfaltungen - deutlich unter 2 m - erscheint kaum noch empfehlenswert, weil dann die aufgezeigten Probleme der kleinen Entfaltungen sehr schnell deren Vorteile aufwiegen.

19 Zur Erinnerung: Das sind die üblichen 3-Gang-Nabenschaltungen ebenso wie die gebräuchlichsten 5-Gang- und 10-Gang-Kettenschaltungen.

C Vielseitigkeit

Nun kann man natürlich eine Entfaltung im 2 m-Bereich schlecht mit der Vielseitigkeit der üblichen 5-Gang-Schaltung ( $m = 1,71$ ) verbinden, weil dann die größte Entfaltung mit ca. 3,5 m als unzumutbar klein empfunden würde. Es besteht offensichtlich ein Zusammenhang zwischen der Berggängigkeit (kleinste Entfaltung  $e_{min}$ ) und der Vielseitigkeit (Gesamtübersetzung  $m$ ) einer Schaltung.

Pauschal läßt sich sagen: die Vielseitigkeit der hier empfohlenen 5-Gang-Schaltungen ( $m = 229\%$ ) ist im allgemeinen für eine gemäßigte Topographie mit kleineren Hügeln völlig ausreichend. Für längere und steilere Steigungen empfiehlt es sich, mit Hilfe einer "10-Gang-Schaltung" einen sechsten Gang hinzuzufügen. Um eine merkbliche Vergrößerung der Vielseitigkeit zu erreichen, muß dieser natürlich so gewählt werden, daß er den ergonomischen 5-fach-Zahnkranz zur Seite der größeren Stufensprünge hin ergänzt. Der neu entstehende Stufensprung kann ca. 150 % betragen. So wird bei sechs Gängen mit einer Gesamtübersetzung von knapp 340 % die Vielseitigkeit von üblichen 15- oder 18-Gang-Schaltungen erreicht.

Auslegung der Kettenschaltung

Es erscheint sinnvoll, bei der Auslegung nicht von einer willkürlich angenommenen Berggängigkeit auszugehen, sondern zu analysieren, welche Geschwindigkeiten bei bestimmten Antriebsleistungen und Fahrtbedingungen auf leichten Gefällestrrecken oder mit etwas Rückenwind erreicht werden. Unter diesen erleichterten Bedingungen sollte noch ohne Erhöhung der Trittfrequenz normal mitgetreten werden können. Tabelle 2 zeigt, welche vorderen Kettenblätter dann je nach Schaltungsart und individuellem Leistungsvermögen eine angepaßte Schaltung auf Grundlage des ergonomisch gestuften Zahnkranzes

Leistungsvermögen / Fahrtbedingung Vielseitigkeit m	Typ (X)	Typ (Y)	Typ (Z)
	vermindert/ Stadtrad (50 W / (1))	durchschnittl. /Wanderrad (100 W / (2))	erhöht/ Straßensportrad (150 W / (3))
229 % mit 5 Gängen	40 (1 %)	48 (2,5 %)	52 (3,8 %)
340 % mit 6 Gängen	30 / 44 (1,8 %)	34 / 50 (4 %)	36 / 54 (5,8 %)

TABELLE 2: Empfehlungen für angepaßte Schaltungen (Zahnkranz 32-24-19-16-14): Zähnezahlen der vorderen Kettenblätter (mit Leistungsvermögen bei kleinster Entfaltung)



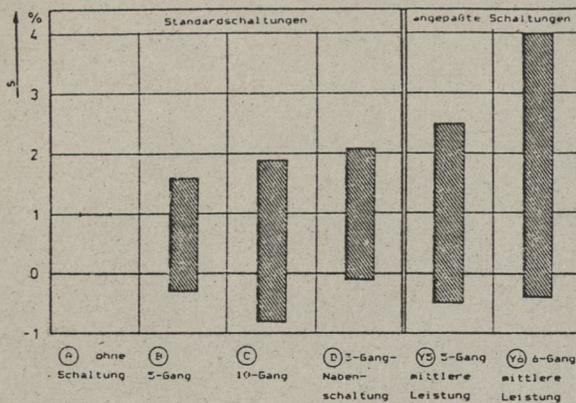


Bild 13: Steigungsbereiche bei einer mittleren Antriebsleistung (100 W) auf einem Wanderrad. (n = 60 1/min)

geometrisch gestuften Anordnung 32-26-21-17-14). Solche Zahnkränze sind relativ leicht erhältlich und das vorhandene Schaltwerk besitzt häufig noch ausreichend Reserven um diesen Zahnkranz zu schalten.

B Finanziell etwas aufwendiger ist der Einbau des empfohlenen ergonomisch gestuften Zahnkranzes, den man sich bei bestimmten Systemen selbst zusammenstellen kann. In Verbindung mit den verbreiteten Einfach-Kettenblättern ergibt er bei durchschnittlichem Leistungsvermögen bereits eine "ideale" 5-Gang-Schaltung. Aber auch in Verbindung mit "normalen" 10-Gang-Kettenblättern wie 42-52 sind die Vorteile dieses Stufungsprinzips deutlich spürbar.

C Für eine vollständig angepasste Schaltung muß in den meisten Fällen die Kurbelgarnitur ausgewechselt werden, weil nur wenige Systeme das Austauschen von Kettenblättern erlauben. Bei "10-Gang"-Schaltungen reichen die Kapazitäten der Standard-Schaltwerke spätestens hier nicht mehr aus. Durch die sehr großen Gesamtübersetzungen können u.U. auch größere Kettenwerfer und längere Ketten erforderlich werden.

## 7 ZUSAMMENFASSUNG

Kettenschaltungen am Fahrrad sind in der Regel für eine sportliche Fahrweise ausgelegt. Es wird daher der Frage nachgegangen, wie Kettenschaltungen an die individuellen Bedingungen von Alltagsfahrerinnen und -fahrern angepaßt werden können, wenn diese eine gemächliche Fahrweise bevorzugen. Das sind vor allem solche Radfahrer(innen), die ihr Rad weniger als Sportgerät, sondern in erster Linie als Verkehrsmittel betrachten (Stadtrad) oder seinen Freizeitwert schätzen (Wanderrad).

Ausgehend von Grundbegriffen der Schaltungstheorie und einer Abschätzung der Fahrleistungen am Fahrrad wird eine ergonomische Schaltungsstufung begründet. Mit ihrer Hilfe läßt sich ein großer Entfaltungsbereich mit kleinen Stufensprüngen - dort wo sie wirklich benötigt werden: bei den hohen Geschwindigkeiten - verbinden.

Unter Beachtung der physikalischen Grundlagen von Fahrwiderständen sowie der technischen Randbedingungen von Fahrradgetrieben können für drei idealtypische Nutzergruppen Empfehlungen gegeben werden, die die Berggängigkeit und die Vielseitigkeit von 5- und "10-Gang"-Schaltungen optimieren. Das Ergebnis zeigt, daß weder die verbreiteten Standard-Kettenschaltungen noch die aufwendigen 15- bis 21-Gang-Schaltungen den Bedürfnissen im Alltag gerecht werden. Je nach den topographischen Bedingungen, unter denen das Fahrrad verwendet werden soll, sind nur 5 oder 6 Gänge erforderlich. Daraus resultiert bei den "10-Gang"-Schaltungen eine übersichtliche und stark vereinfachte Bedienungsweise. Durch die Abstimmung auf das Leistungsvermögen des Nutzers /der Nutzerin erfährt diese(r) ein ausgewogeneres Fahrgefühl und vor allem verlieren viele Steigungen ihren Schrecken.

Wesentlichster Nachteil der empfohlenen Auslegungen ist, daß die erforderlichen Zähnezahlen noch recht ungebrauchlich sind, so daß sie nur unter erhöhtem Finanzaufwand zu erhalten sind. Daß die Bequemlichkeit am Berg durch langsames Radfahren erkaufte wird, betrachten sicher nicht alle Radfahrer(innen) als Nachteil.

## LITERATUR

- Schiefferdecker, Paul; Das Radfahren und seine Hygiene; zitiert nach: Lessing, Hans E. (Hg); Fahrradkultur 1; Reinbek 1982
- Keller, J.; Der Wirkungsgrad im Fahrrad Antrieb; Radmarkt 12/1983
- Gross, Albert C.; Kyle, Chester R. und Malewicki, Douglas J.; Die Aerodynamik von Muskelkraftfahrzeugen; in: Spektrum der Wissenschaft 2/1984
- Pivitt, Rainer; Messung von Fahrwiderständen beim Fahrrad; in Pro Velo 5/1986
- Ulmer, H.V.; Arbeitsphysiologie; in: Schmidt, R.F.; Thews, G.; Physiologie des Menschen; Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1985
- Ilich, Ivan; Fortschrittsmythen; Reinbek 1983

## Wartung und Verlegung von Seilzügen

An Fahrrädern auf der Straße und auch im Schaufenster muß man leider immer wieder feststellen, daß die Seilzüge nicht fachgerecht verlegt und in der Wartung sehr vernachlässigt sind. Die Folge ist ein schlechter und selten sogar ein unzulässig schlechter Wirkungsgrad, der teilweise bereits die Funktionssicherheit berührt.

Der Grund für diese unsachgemäße Behandlung des Seilzuges scheint neben Nachlässigkeit, übertriebenen Einsparmaßnahmen vor allem mangelnde Kenntnis über die Ursachen zu sein, die bei einem Seilzug den Wirkungsgrad in der Kraftübertragung mindern.

Mit den nachstehenden Ausführungen wird deshalb versucht, diese Ursachen aufzuzeigen und zu erläutern, um einmal bessere Kenntnisse und zusätzliche Erfahrungen über den Seilzug zu vermitteln und zum anderen aber auch um die Bereitschaft zu wecken, dem Seilzug die sachgemäße Behandlung und Pflege zukommen zu lassen, die er benötigt.

Der Wirkungsgrad des Seilzuges in der Kraftübertragung wird durch Reibungswiderstände verschlechtert, die zwischen der Handbetätigung und der Wirkstelle (z.B. Bremse, Kettenschaltung etc.) vorhanden sind. Die Aufgabe ist also, die Stellen anzusprechen, die unnötige Reibungswiderstände erzeugen.

Beim Seilzug kann man grundsätzlich zwei Arten von Reibungswiderständen unterscheiden, die das Gleiten des Zugseiles behindern.

### 1. Reibungswiderstände an Reibstellen

Als Reibstellen gelten Kanten von Anbauteilen sowie Knickstellen und Ein- und Austrittskanten an Seilhüllen, die die Seilrichtung auslenken und dadurch ein Streifen des Zugseiles bewirken.

Diese Anbaufehler sind direkt erkennbar und bedürfen deshalb keiner weiteren Erklärung.

### 2. Reibungswiderstände aus Seilreibungen

Der größte Anteil der Reibungswiderstände besteht aus Reibungskräften, die in den Bögen zwischen Seilhülle und Zugseil nach dem Gesetz der Seilreibung (siehe Bild 1) entstehen. Betrachten wir uns deshalb die Grundformel der Seilreibung

$$F_W = F_B \cdot \frac{1}{e^{\mu\alpha}}$$

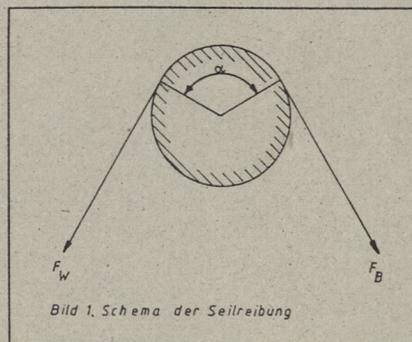
einmal etwas näher.

In der Formel sei:  $F_W$  = Kraft an der Wirkstelle;  $F_B$  = Betätigungskraft;

$\alpha$  = Umschlingungswinkel im Bogenmaß;

$\mu$  = Reibkoeffizient zwischen Seilhülle und Zugseil;

$e$  = 2,718, die Grundzahl der natürlichen Logarithmen.



Wenn das Zugseil auch kein im Sinne der Seilreibung ideales Seil ist, so ist seine Biegesteifigkeit und Elastizität doch so gering, daß die Formel in großer Annäherung die Kräfteverhältnisse am Seilzug wiedergibt und die Faktoren erkennen läßt, die den Reibungswiderstand beeinflussen. Der Wirkungsgrad errechnet sich in unserem Falle aus dem Verhältnis der Wirkkraft zur Betätigungskraft. Nach obiger Formel ergibt dies

$$\frac{F_W}{F_B} = \frac{1}{e^{\mu\alpha}}$$

Das heißt der Wirkungsgrad für den Seilzug ergibt sich angenähert zu

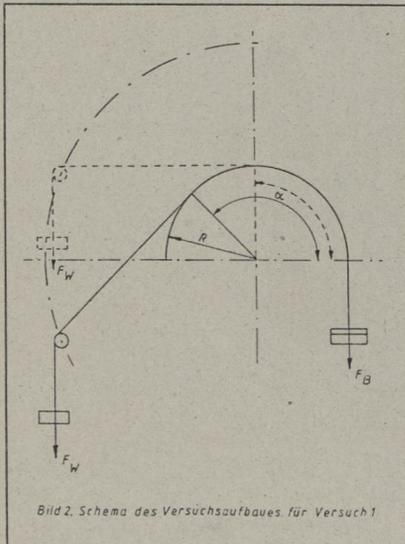
$$\eta = \frac{1}{e^{\mu\alpha}}$$

Er sagt aus, daß nur der Reibbeiwert und der Umschlingungswinkel im Bogen der Seilhülle den Reibungswiderstand beeinflussen. Die weit verbreitete Meinung, daß enge Bögen einen größeren Reibungswiderstand verursachen als weite, ist demnach falsch. Wie die Formel zeigt, spielt der Radius des Bogens keine Rolle.

Um diese theoretische Aussage auch in der Praxis nachzuweisen, wurden einige Versuche durchgeführt.

Versuch 1: Einfluß des Bogenradius R und des Umschlingungswinkels

An einem Versuchsaufbau nach Bild 2 wurde die Veränderung des Reibungswiderstandes gemessen, wenn sich a) der Bogenradius (R = 50 und 200 mm) und b) der Umschlingungswinkel ( $\alpha = 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$  und  $150^\circ$ ) ändert.

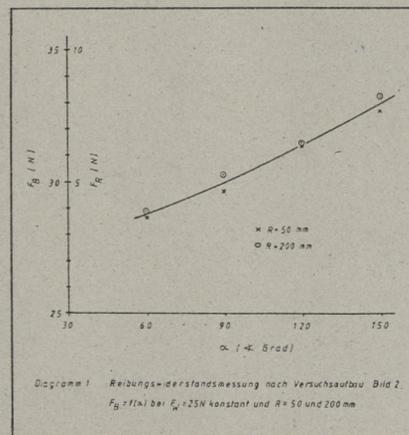


Um bei dieser Messung den Einfluß eines sich verändernden Reibbeiwertes auszuschalten, wurde dieser durch Verwendung einer Seilhülle mit geschmiertem Kunststoffinnenrohr so konstant wie nur möglich gehalten. Gemessen wurde bei einer konstanten Wirkkraft  $F_W = 25 \text{ N}$ .

Meßwerte

F <sub>W</sub> (N)	R (mm)	F <sub>B</sub> (N) bei Umschlingungs- $\alpha$			
		60°	90°	120°	150°
25	50	28,75	29,45	30,69	32,28
		28,14	29,94	31,19	32,28
		29,14	29,64	32,19	33,49
	Mittel	28,67	29,67	31,36	32,68
	200	28,32	30,69	32,69	32,48
		28,93	30,19	30,79	32,48
29,33		29,89	30,89	34,88	
Mittel	28,86	30,26	31,46	33,28	

Dieses Ergebnis (Mittelwerte aufgezeichnet in Diagramm 1) bestätigt, daß der Bogenradius keinen Einfluß auf den Reibungswiderstand hat. Dagegen wird deutlich, wie der Reibungswiderstand  $F_R$  mit größer werdendem Umschlingungswinkel exponential ansteigt.



Versuch 2: Einfluß des Reibbeiwertes

Mit einer Meßeinrichtung, wie sie Diagramm 2 zeigt, wurden die Reibverhältnisse von Kombinationen unterschiedlicher Zugseile und Seilhüllen ermittelt. Die Messung erfolgte mit trockenen Teilen, um gleichzeitig den nicht selten praktizierten Einbau ohne Schmierung zu simulieren. Gemessen wurde die eingehende Kraft  $F_B$  in Abhängigkeit der jeweils vorgegebenen Wirkkraft  $F_W$  im Neuzustand und nach ca. 25 Betätigungen mit ca. 5 cm Bewegungshub. Da es sich bei dieser Messung  $F_B = f(F_W)$  um eine lineare Abhängigkeit handelt, wurde für einige Kurven, vor allem bei den Paarungen, wo sich der Reibbeiwert sehr stark änderte, nur ein Punkt bei  $F_W = 45 \text{ N}$  gemessen.

Der Versuch umfaßte folgende Paarungen:

Vers.-Nr.	Zeichen	Zugseil	Seilhülle
V 1	●	1,15 $\phi$ , verzinkt	2,4 Innen- $\phi$ , Windungsdraht, Rechteckquerschnitt
V 2	+	1,50 $\phi$ , verzinkt	"
V 3	○	wie V 1	2,4 Innen- $\phi$ , Windungsdraht, mit rundem Querschnitt
V 4	$\Delta$	2,00 $\phi$ , kunststoffbeschichtet	wie V 1
V 5	Y	wie V 1	wie V 1, jedoch mit Kunststoffinnenrohr (1,6 $\phi$ ) aus Polyacetal

Die Ergebnisse sind in Diagramm 2 aufgezeichnet. Das Diagramm zeigt, daß sich bei den normal üblichen Seilzügen (V 1, V 2, V 3) ohne Schmierung der Wirkungsgrad schon nach ganz kurzem Gebrauch enorm verschlechterte, von ca. 67 % im Neuzustand auf ca. 30 % nach bereits 25 Betätigungen. Einen guten, akzeptablen Wirkungsgrad ca. 75 % brachte im trockenen Zustand nur die Paarung mit dem Kunststoffinnenrohr (V 5). Der kunststoffbeschichtete Seilzug (V 4) brachte zwar ebenfalls noch ein akzeptables Ergebnis (ca. 56 %), ist aber abzulehnen, da an Reibstellen (siehe Absatz 1) der Überzug abgerieben wird, und der Abrieb den Seilzug verklemmen kann.

Versuch 3: Reibverhalten der Seilzüge im Dauerbetrieb im trockenen und nassen Zustand  
 Wie die Schemaskizze im Diagramm 3 zeigt, wurden an einem Sportrahmen mit durchgehenden Seilzügen Kettenschaltbewegungen durchgeführt. Mit einer Wirkkraft  $F_W = 100 \text{ N}$  wurde eine konstante Schaltkraft am Schaltwerk simuliert, und mittels eines Kurbeltriebes wurde der Schalthebel über den ganzen Schaltbereich mit einer Betätigungsfrequenz von 24 Vorgängen pro Minute hin- und herbewegt. Das Versuchssoll waren 10.000 Betätigungsspiele bzw. der Versuch wurde abgebrochen, wenn bereits vorher die Betätigungskraft  $F_B$  auf 450 N angestiegen war.

Bei diesem Versuch wurde auch der Einfluß von Regenwasser erforscht, der durch Einspritzen von Wasser in die Seilhülle, bei Beginn und nach jeweils 2.000 Schaltbewegungen, dargestellt wurde.

Die Ergebnisse enthält das Stabdiagramm 3. Auch hier zeigte sich, wie im Versuch 2, daß bei der normalen Seilzugausführung im trockenen Zustand der Reibungswiderstand schon nach ganz kurzer Betriebsdauer enorm anstieg. Dagegen veränderte er sich im geschmierten Zustand nur geringfügig. Ölen erwies sich nicht so wirkungsvoll wie Fetten. Seilzüge

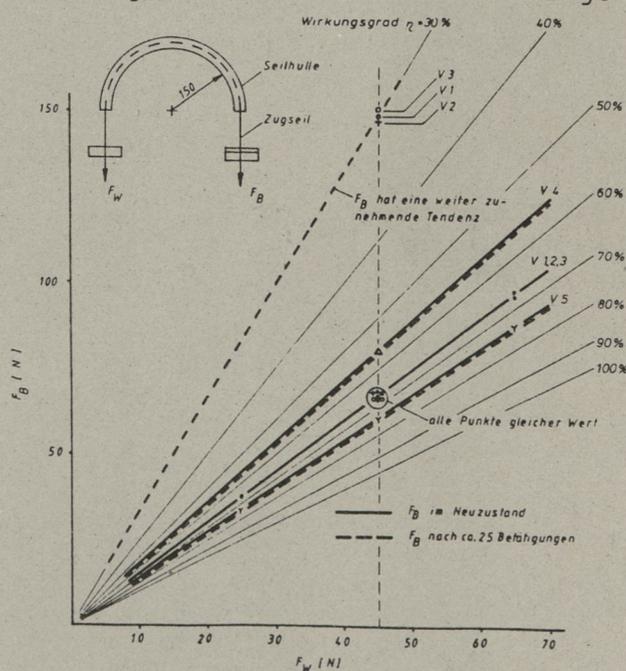
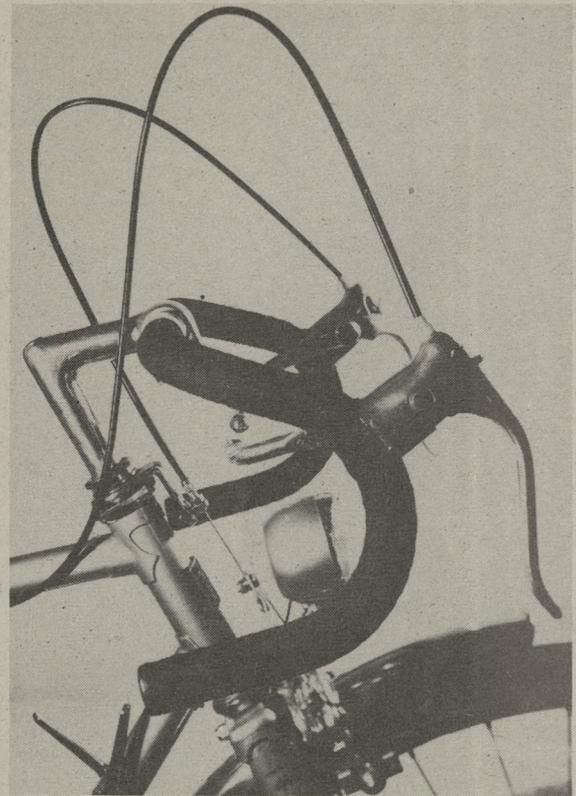
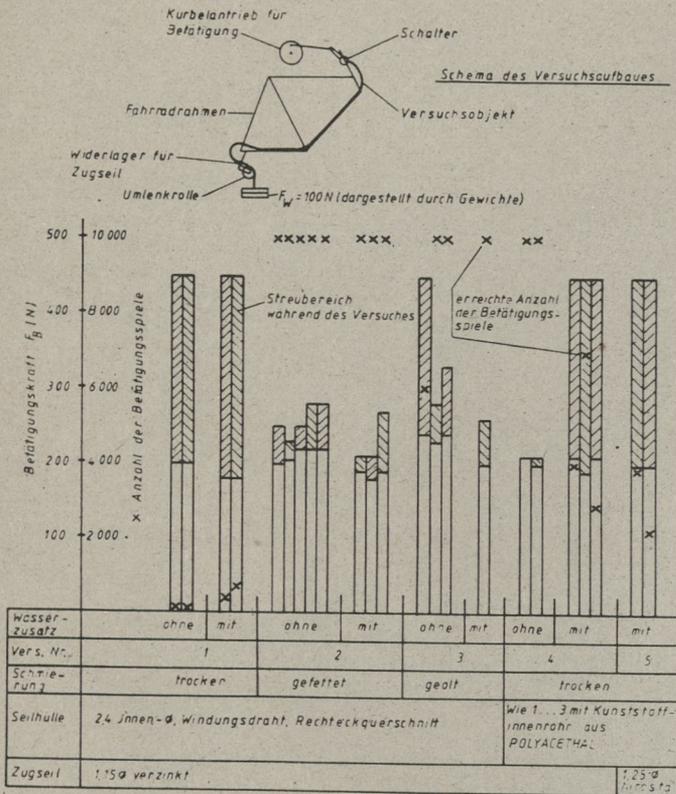


Diagramm 2. Reibungswiderstandsmessung  $F_B = f(F_W)$  an verschiedenen Seilzugkombinationen nicht geschmiert, im Neuzustand und nach 25 Betätigungen



mit Kunststoffinnenrohren verhielten sich im trockenen Zustand auch ohne Schmierung wie im Versuch 1 sehr gut. Ein Ansteigen des Reibungswiderstandes während der 10.000 Betätigungen konnte nicht bemerkt werden.

Im nassen Zustand waren nur die mit Fett geschmierten normalen Seilzüge akzeptabel. Am schlechtesten verhielten sich auch hier die nicht geschmierten normalen Seilzüge. Eine ganz neue Erkenntnis war, daß Kunststoff im nassen Zustand einen sehr hohen Reibbeiwert annimmt.

### 3. Zusammenfassung

Aus den theoretischen Erläuterungen und aus den Ergebnissen der Versuche lassen sich folgende Punkte zusammenfassen, die gleichermaßen für die Verlegung und Wartung von Seilzügen Geltung haben, und die, wenn sie beachtet werden, dem Hersteller und Händler weniger Probleme und dem Verbraucher mehr Freude am Fahrrad bringen werden.

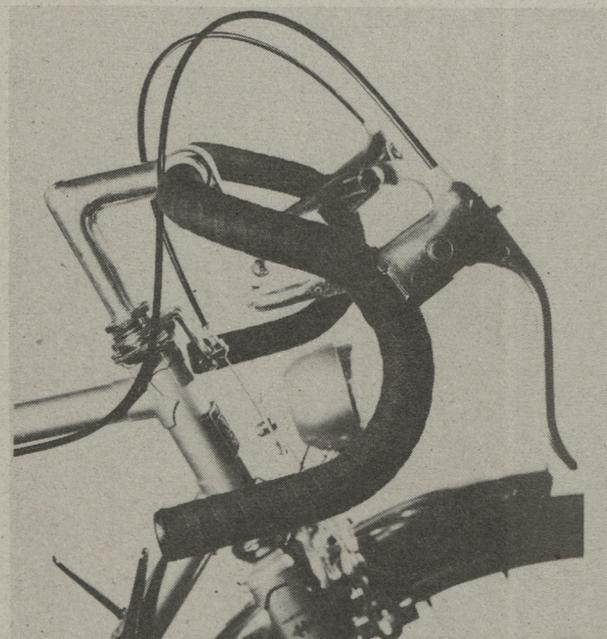


Bild 4

1. Die Bogenwinkel so klein ausführen wie funktionstechnisch vertretbar (Beachtung des Lenkereinschlages, des Hinterradausbaues etc.). In der Praxis heißt das, keine zu

großen Konzessionen an die Optik machen, sondern die Seilhüllen so kurz wie möglich halten. Siehe Bild 3 bis 6. Der Bogenradius hat keinen Einfluß auf die Seilreibung.

2. Achtgeben, daß keine zusätzlichen Reibstellen vorhanden sind.

Bei mehrteiligen Seilzügen darf das freiliegende Zugseil nicht durch irgendwelche Anbauteile ausgelenkt werden und streifen.

Ein- oder Austrittswinkel des Zugseiles an den Widerlagern muß stimmen. Das Seil darf nicht über die Lochkanten gezogen werden.

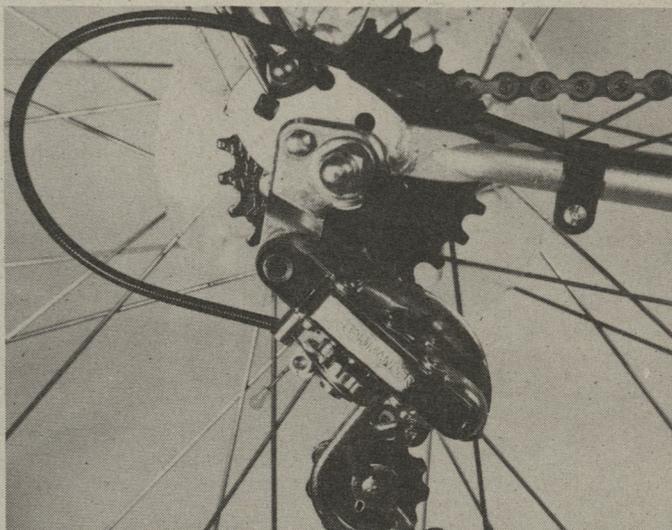


Bild 5

Folgendes Versuchsprogramm wurde durchgeführt:

Vers. Nr.	Zugseil	Seilhülle	Schmierung	Wasser ohne/mitt	Anzahl der Versuche
1	1,15 $\phi$ verzinkt	2,4 Innen- $\phi$ Windungsdraht Rechteckquerschnitt	trocken	X	2
				X	2
2	"	"	Fettschmierung	X	5
				X	3
3	"	"	geölt	X	3
				X	1
4	"	Wie 1, jedoch mit Kunststoffinnenrohr aus Polyacethal +	trocken	X	2
				X	3
5	1,25 $\phi$ Nirossta	"	trocken	X	2

\* Neben Polyacethal wurden auch Innenrohre aus Delrin 500, Hostalen - C 2521 mit 5 und 8% Ölkonzentrat, PA 12 und PTFE (Teflon) geprüft. Die Ergebnisse waren alle identisch mit Polyacethal.

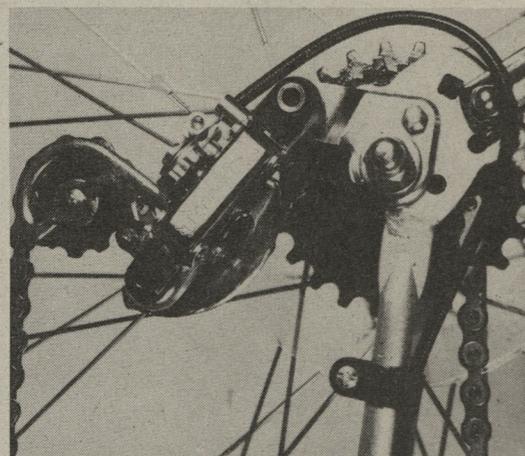


Bild 6

Die Seilhülle muß rechtwinklig und derart abgelänkt sein, daß die Hülle senkrecht im Widerlager sitzt, nicht mehr nachgibt und das Windungsende nicht nach innen steht, woran das Zugseil reiben kann. Knickstellen in der Seilhülle vermeiden.

All diese Reibstellen bedeuten nicht nur zusätzlichen Reibungswiderstand, sondern stellen auch Scheuerstellen dar, die zum Bruch des Seiles führen können.

3. Auf keinen Fall die Schmierung des Seilzuges vernachlässigen oder gar unterlassen (einsparen). Trockene Seilzüge darf es nicht geben.

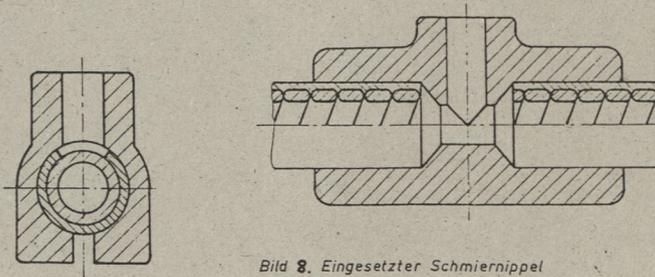


Bild 8. Eingesetzter Schmiernippel

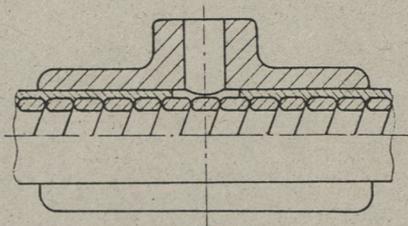


Bild 7. Aufgesetzter Schmiernippel \*

Die Seilzüge sind beim Neueinbau und im Gebrauch von Zeit zu Zeit zu schmieren. Fett ist besser als Öl. Es empfiehlt sich beim Neueinbau zu fetten und im Gebrauch nachzuölen.

Hochbeanspruchte Seilzüge (Bremszüge) sollten mit Schmiernippel versehen sein, wobei mit dem auf die Hüllenumwicklung aufgesetzten Nippel (Bild 7) bei oberflächlichem Nachölen keine große Wirkung erreicht wird. Dagegen garantiert ein Nippel mit echtem Durchlaß bis zum Zugseil eine sichere Schmierung (Bild 8). Auch mit Kunststoffinnenrohre ausgekleidete Seilhüllen (DIN 71 990) befreien nicht unbedingt vom Schmieren und Nachölen, weil, wie die Versuche zeigten, der Kunststoff im feuchten Zustand in der Reibpaarung mit dem Zugseil einen sehr stark erhöhten Reibbeiwert annimmt.

Es kann nicht oft genug wiederholt werden, daß bei nicht geschmierten Seilzügen schon nach ganz kurzer Betriebszeit der Reibungswiderstand sehr stark ansteigen kann, und, wenn Feuchtigkeit dazukommt, der Seilzug in vielen Fällen einrostet und nicht selten funktionsunfähig wird, was bei Bremszügen sogar die Fahr-sicherheit gefährdet.

Redaktionelle Nachbemerkung:

In dieser Untersuchung, die erstmals in der Zeitschrift "Radmarkt" 6/82 abgedruckt wurde, wird einer der vier Einflußfaktoren auf die Qualität des Bremssystems etwas näher beleuchtet. Dipl.-Ing. J. Keller weist jedoch heute darauf hin, daß bei Beschichtungen mit Teflon ebenfalls gute Ergebnisse erzielt werden.

Fortsetzung von Seite 33 (Forschungsdienst Fahrrad)

- Nr. 17 Immer mehr Autofahrer steigen auf's Fahrrad um  
Der Fahrradanteil am Gesamtverkehr hat in der Bundesrepublik Deutschland von 1976 bis 1982 um fast 30 % zugenommen. Bei Personen, die über einen Pkw verfügen, hat sich die Fahrradnutzung sogar mehr als verdoppelt. Quelle: Werner Brög und Erhard Erl: Das Substitutionspotential des Fahrradverkehrs. Internationales Planungsseminar "Perspektiven des Fahrradverkehrs" vom 30.05.1985 bis 01.06.1985 im Schloß Laxenburg. Tagungsbericht redigiert von Gerd Sammer und herausgegeben von der Akademie für Umwelt und Energie, Laxenburg, Berichte Heft 6.
- Nr. 18 Zuwachs im Fahrradverkehr zu Bahnhöfen stößt an Grenzen  
Während der Fahrradverkehr in der Schweiz insgesamt höhere Zuwächse verzeichnet, hält sich die Fahrradnutzung auf dem Weg zum Bahnhof in Grenzen. Insgesamt rangiert das "VELO" in seiner Bedeutung als Bahnzubringer jedoch direkt hinter dem Bus und weit vor dem Auto. Quelle: Mit dem VELO zur S-Bahn. Von Peter Hotz. Metron Verkehrsplanung, Steinackerstraße 7, Ch-5200 Windisch (erschienen 1985).
- Nr. 19 Radstreifen auf der Fahrbahn sind meistens attraktiver als Radwege  
Da Fahrradfahrer für ihr leichtes, windempfindliches Fahrzeug zusätzlich seitlichen Bewegungsraum benötigen und Umwege und Unebenheiten leichter als "störend" empfunden werden als von Autofahrern, werden viele Radwege als unattraktiv angesehen und deshalb nicht akzeptiert. Zweiradfahrer benutzen dann lieber die Fahrstreifen für den allgemeinen Verkehr oder den Gehweg. Quelle: Broschüre "Zweirad Verkehrsanlagen Innerorts"-Projektierung von Zweiradverkehrsanlagen unter besonderer Berücksichtigung von Sicherheit und Attraktivität. Hrsg. und frei erhältlich von: Winterthur-Versicherungen, Abt. IK, Postfach, CH-8401 Winterthur.

# Vom Fahrrad zum energiesparenden Leichtfahrzeug

Von Falk Rieß

Das Fahrrad ist eine ebenso alte wie geniale Erfindung. Ohne großen Energieaufwand bietet es eine hohe Mobilität. Es ist technisch eher anspruchslos, pflegeleicht und umweltfreundlich. Nach einer Entwicklungszeit von 50 Jahren, die viele bizarre Konstruktionen hervorbrachte, hatte das Fahrrad bereits in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts praktisch seine heutige Form erreicht: das luftbereifte Niederrad mit Diamantrahmen, gleichgroßen Rädern und Kettenantrieb. Es brachte die besten Voraussetzungen für eine Serienfertigung mit und wurde folgerichtig zum bedeutendsten Individualverkehrsmittel: Es gibt heute (noch?) mehr Fahrräder als Autos, weltweit und auch in der Bundesrepublik; in der Volksrepublik China werden pro Jahr sogar 30 Millionen Fahrräder hergestellt (etwas weniger als der Bestand in der Bundesrepublik). Das Fahrrad ist konkurrenzlos billig, besitzt eine einfache, durchschaubare Technik und erhöht die erreichbare Geschwindigkeit gegenüber dem Laufen um den Faktor 3 bis 4 bei gleichem Energieverbrauch. Was soll dann also noch Fahrradforschung oder allgemeiner formuliert: wissenschaftliche Beschäftigung mit energiesparenden Fahrzeugen auf der Grundlage von Fahrradtechnologie?

## Gegenstände der Fahrradforschung

Es gibt eine Reihe guter Gründe, sich trotz der endgültigen Form, die das Fahrrad schon seit 100 Jahren gewonnen zu haben scheint, wissenschaftlich mit Fahrrädern oder fahrradähnlichen Fahrzeugen zu befassen. Zum einen erfordern auch kleine technische Verbesserungen, deren das Fahrrad in seiner heutigen Form durchaus noch bedarf (Beispiel: Beleuchtungssystem, Transportmöglichkeiten), wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen. Zum anderen sind viele Wissenschaftler überzeugt, daß das Fahrrad wohl eine Lösung für ein energiesparendes Fahrzeug ist, daß aber auch ganz andere Fahrzeugformen möglich sind und auf ihre Eigenschaften hin untersucht werden müssen. Die Geschichte des Fahrrads bietet hierfür eine große Anzahl von Beispielen, die wegen der Fixierung der Fahrradentwicklung auf den Rennsportbereich allerdings nicht weiterverfolgt wurden.

Fahrradforschung ist nicht einer einzigen wissenschaftlichen Disziplin zuzuordnen, sie nutzt Kenntnisse und Untersuchungsmethoden aus der Medizin (Physiologie), den Ingenieurwissenschaften (Maschinenbau) und der Physik (Mechanik, Hydrodynamik). Die gegenwärtig untersuchten Fragestellungen umfassen

- theoretische Probleme (realitätsnahes Rechenmodell für Fahrrad und Fahrer, Fahrstabilität),
- ergonomische Probleme (Leistungsentfaltung bei anderen Sitzhaltungen, z.B. zurückgelehnt),
- Ergonomie von Komponenten (Anpassung von z.B. Schaltungen und Bremsen an die menschliche Leistungsfähigkeit),
- Weiterentwicklung des Antriebs (Verbesserung des physiologischen Wirkungsgrades durch Veränderung der Winkelgeschwindigkeit während einer Kurbelumdrehung oder gänzlich neue Konzepte, wie z.B. lineare Antriebe),
- die Entwicklung neuer Fahrzeugkonzepte auf der Grundlage von Fahrradtechnologie.

Die Zentren der Fahrradforschung liegen gegenwärtig in Japan in Forschungsinstitutionen der Privatindustrie und in den Universitäten vornehmlich der Westküste der USA. (Letztere sind in erster Linie an der Erzielung hoher Fahrleistungen orientiert). Die deutsche Fahrradindustrie ist schon finanziell nicht in der Lage, ernsthaft technisch-naturwissenschaftliche Grundlagenforschung zu betreiben; den Universitäten dagegen erscheint Fahrradforschung wiederum zu angewandt und praxisorientiert.

## Ein neuer Fahrzeugtypus

Das Interesse an einem neuen, am Fahrrad orientierten alltags-tauglichen Fahrzeugtyp ergibt sich aus einer Analyse verkehrspolitischer Entwicklungen und aus der Berücksichtigung von Überlegungen zum besseren Schutz der Umwelt. Seit einiger Zeit gibt es die Bestrebung, Innenstädte und Wohngebiete verkehrsmäßig zu beruhigen, d.h. durch eine Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit die Zahl und Schwere der Verkehrsunfälle zu verringern sowie gleichzeitig Lärm und Schadstoffemission zu reduzieren. Unter solchen Bedingungen wird der Gebrauch des Automobils in seiner jetzigen Form zunehmend obsolet: Energieverbrauch und Kosten stehen nicht mehr in einem sinnvollen Verhältnis zu den erzielbaren Transportleistungen.

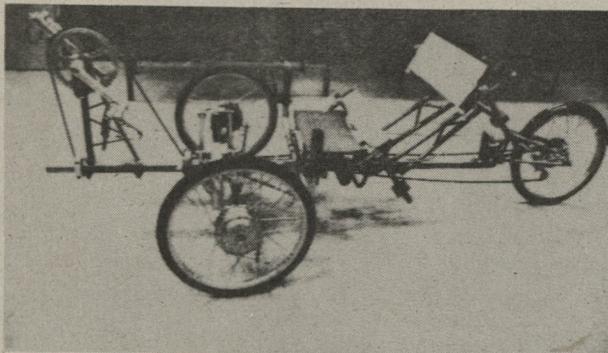
Es gilt also ein Fahrzeugkonzept zu entwickeln, das die Vorteile des Automobils (hohe Transportkapazität, gute Fahrleistungen, Bequemlichkeit, Witterungsschutz) mit denen des Fahrrads verbindet (Schadstofffreiheit, Energiesparsamkeit, Einfachheit der Technik). Anders ausgedrückt: das Fahrrad muß seine diese Vorteile hervorbringenden technischen Merkmale bzw. Bestandteile beibehalten; geringes Gewicht (Rohrrahmen), niedriger Rollwiderstand (Hochdruckreifen), hocheffizienter Antrieb mit großem Übersetzungsbereich (Kettenblätter, Zahnkränze, Kettenschaltung). Hinzukommen müssen technische Merkmale, die dem Fahrradkonzept Sicherheit und Bequemlichkeit hinzufügen. Ergebnis eines solchen Entwicklungsprozesses ist das Oldenburger Leichtfahrzeug (OLF), das als Experimentalfahrzeug und Prototyp der Erprobung und Optimierung des gesamten Fahrzeugkonzeptes dienen soll.

## Das Fahrwerk

Die praktischen Vorteile eines Dreirades gegenüber einem Zweirad liegen auf der Hand: Es erlaubt beliebig geringe Geschwindigkeiten. Balanceprobleme im beladenen Zustand oder bei Seitenwind entfallen (wichtig für ältere Menschen). Verschiedene Lademöglichkeiten können vorgesehen werden. Geometrische Überlegungen zur Lage des Schwerpunktes, Annahmen über die maximale Bremsverzögerung (0,8 g) und die Forderung nach Kippsicherheit sowie hoher Bremskraftübertragung führten zu der gewählten Radanordnung und den wichtigsten Abmessungen: zwei Räder vorn, eines hinten; Sitzposition etwas hinter der Vorderachse. Aus konstruktiven Überlegungen wurde der Antrieb nach hinten verlegt, angetriebene Vorderräder hätten neben einem Differential

einen Kardantrieb erfordert. Außerdem wird die Hinterradsteuerung derzeit weder theoretisch noch praktisch beherrscht.

Um Platz für den Radeinschlag zu sparen und den Wendekreis klein zu halten, wurden kleine Räder verwendet; der Zuwachs an Rollwiderstand (der proportional zum Durchmesser des Rades abnimmt) wurde durch die Ausstattung mit Hochdruckreifen kompensiert. Diese Entscheidung erfordert die Installation einer Federung, um der Forderung nach Bequemlichkeit gerecht werden zu können. Die Vorderräder werden an doppelten Dreieckslenkern geführt (die Konstruktion wurde dem Automobilbau entnommen), das Hinterrad an einer Längsschwinge; die Federungselemente bestehen aus PU-Schaumstäben, die eigengedämpft sind. Die Federung wurde so ausgelegt, daß das Fahrzeug von der Schwingungsfrequenz her sich dem Bequemlichkeitsstandard von Automobilen nähert (1 - 1,5 Hz). Erschwerend macht sich hierbei bemerkbar, daß beim Leichtfahrzeug die Zuladung das Fahrzeuggewicht um ein Mehrfaches übersteigt - im Gegensatz zum Automobil.



## Oldenburger Leichtfahrzeug (OLF)

Experimentalfahrzeug und Prototyp eines alltagstauglichen, muskelgetriebenen Dreirads mit Federung

Technische Daten:

Radstand: 100 - 140 cm verstellbar

Spurweite: 85 cm

Gesamtlänge: 184 - 224 cm

Gesamtbreite: 90 cm

Wendekreisdurchmesser: ca. 5,80 m

Gesamtmasse: 28,5 kg

Gesamthöhe einschl. Fahrer: ca. 95 cm

Radanordnung: zwei gelenkte Räder vorn, ein angetriebenes hinten

Fahrwerk: vorne Doppelquerlenkerkonstruktion mit Mittenachslenkung und modifizierter Ackermannsteuerung, hinten einfache Längsschwinge mit federungsunabhängigem Kettenantrieb

Federlemente: Stäbe aus Cellasto (Polyurethan-Schaum), Dichte ca. 0,65 g/cm<sup>3</sup>

Durchmesser vorn: 34 mm, Länge unbelastet: 173 mm, Durchmesser hinten: 41 mm,

Länge unbelastet: 80 mm

Räder: Durchmesser 17" [Zoll] (32-369), 36 Speichen, symmetrisch zentriert, Aluminiumfelgen, Hochdruckdrahtreifen (700 kPa)

Bremsen: zwei Trommelbremsen vorn, Felgenbremse hinten

Antrieb: mit normaler Schaltungskette 1/2"x3/32"; Kettenblätter vorne: 53, 48, 26

Zähne, Zahnkranzblock (Kassettenabe) hinten: 11, 14, 17, 21, 26, 32 Zähne (entspricht einer Entfaltung von 1,09 m bis 6,16 m)

Verstellbarkeit (außer Radstand/Gesamtlänge):

- Tretlagerhöhe, Tretlagerabstand vom Sitz

- Schwerpunkt in Längsrichtung

- Sitzneigung

- Höhe und Neigungswinkel der Schulter- und Beckenabstützung

## Lenkung, Bremsen, Antrieb

Für die Lenkung wurde ebenfalls ein Vorbild aus der Automobilkonstruktion gewählt: es handelt sich um eine weitgehend spur- und sturzkonstante, deshalb leichtgängige, Mittenachslenkung; der Unterschied im Einschlagwinkel zwischen kurveninnerem und kurvenäußerem Rad (bis zu 15°) wird durch eine abgewandelte Ackermann-Konstruktion berücksichtigt. Die Lenkungsbetätigung erfolgt mit Handhebeln in Hüfthöhe. Durch die Lage des Schwerpunktes sind in der Vorderachse besonders wirkungsvolle Bremsen notwendig; es handelt sich um in die Nabenkonstruktion integrierte große Trommelbremsen.

Die Sitzposition wurde leicht nach hinten geneigt festgelegt (Liegeradposition). Sie bringt nicht nur aerodynamische Vorteile (geringe Höhe und damit geringe Querschnittsfläche), sondern hat sich auch in ergonomischen Untersuchungen als günstig und bequem erwiesen. Darüber hinaus verringert sie bei Unfällen die Gefahr von Kopfverletzungen. Entsprechend befindet sich das Tretlager vor der Vorderachse; die Kettenführung erfolgt unter dem Fahrer entlang dem Hauptrohr zum konventionellen Hinterradantrieb. Durch konstruktive Maßnahmen bleibt die Hinterradfederung von Antriebseinflüssen frei.

## Karosserie

Von entscheidender Bedeutung für das Fahrzeugkonzept ist die Karosserie. Sie hat mehrfache Funktionen: zunächst dient sie als Witterungsschutz, außerdem ist sie das wichtige aerodynamische Hilfsmittel, das zusammen mit der geringen Stirnfläche für angemessene Fahrleistungen bei geringem Energieeinsatz sorgen soll (im Gegensatz zum Normalrad, das beim Einsatz von Regenkleidung eine Steigerung des Luftwiderstandes um etwa 70 Prozent erfährt). Nach Berechnungen und Messungen erscheint ein  $c_w \cdot A$ -Wert von 0,2 m<sup>2</sup> erreichbar. Problematisch sind vor allem zwei Punkte: Die Karosserie muß trotz guten Strömungsverhaltens noch einen bequemen Einstieg bieten, und ihr Gewicht darf nicht so hoch sein, daß es sich beim Energieaufwand negativ bemerkbar macht (bei Bergfahrten und beim Beschleunigen).

## Perspektiven

Die nächsten Entwicklungsschritte liegen bereits fest. Nach den ersten Fahrversuchen, die die grundsätzliche Brauchbarkeit des Fahrzeugkonzepts gezeigt haben, wird parallel an der Optimierung der Fahreigenschaften unter Sicherheitsgesichtspunkten (Variation der Fahrzeuggeometrie), an der Messung und Optimierung der Fahrwiderstände und damit am Aufbau einer (ersten) Karosserie gearbeitet. Mittels Datenfernübertragung wird es auch möglich sein, dynamische Belastungszustände an den wichtigsten Bauelementen meßtechnisch zu erfassen. Relativ bald sollen darüber hinaus erste Versuche mit Hilfsantrieben begonnen werden, die für bestimmte Fahrzwecke mit hohen Fahrwiderständen (Lastentransporte oder für körperlich leistungsschwache Verkehrsteilnehmer [alte Menschen, Behinderte, Kinder]) sinnvoll sein können, vor allem, wenn diese Hilfsantriebe aus regenerativen Quellen gespeist werden.

Fahrradforschung kann nur die naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen und Randbedingungen für ein solches energie- und rohstoffschonendes, dabei effektives und bequemes Verkehrsmittel bereitstellen. Die Lösung der drängenden Verkehrs- und Umweltprobleme erfordert zusätzlich rasche Entscheidungen der Politiker.

# Schnelle Reise auch im Rollstuhl

## Überzeugende Lösung eines Behinderten-Fahrrads

Die Entwicklung des Fahrrads hat in den letzten Jahren erstaunliche Fortschritte gemacht. Viele technische Detaillösungen wurden gefunden, die das Fahrradfahren bequemer, einfacher und benutzerfreundlicher werden ließen. Die Kettenschaltung hat sich durchgesetzt, es werden zunehmend rostfreie Materialien verwendet, und Naben sowie Tretlager der besseren Fahrräder werden staub- und wasserdicht ausgelegt.

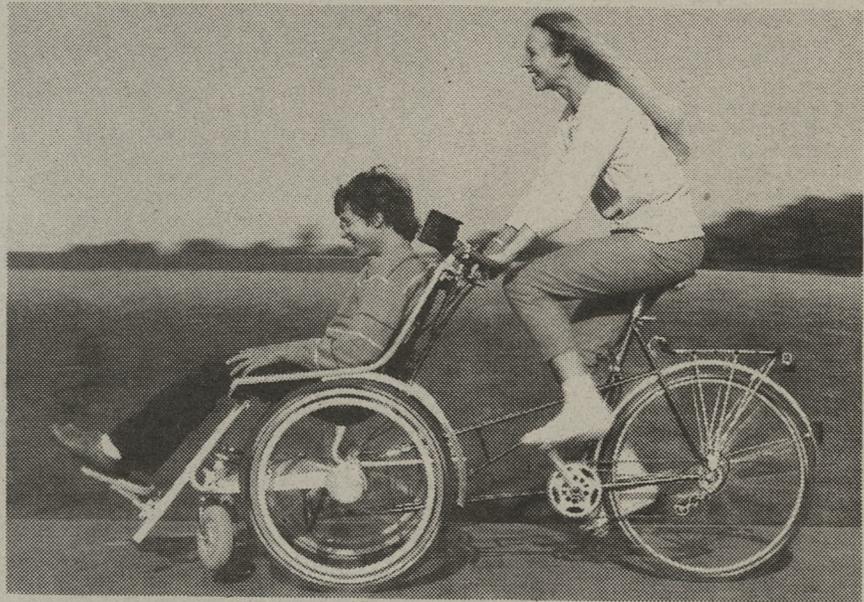
Als wichtigste Entwicklung dürfte die zunehmende Differenzierung der Fahrradtypen gelten. Vor wenigen Jahren kannte man lediglich die Einteilung in Sport- und Tourenräder. Sie existiert heute praktisch nur noch im untersten Preisbereich. Bei den höherwertigen Velos kann der Käufer unter einer Vielfalt durchaus sinnvoller Spezialfahrräder wählen: Stadtrad, Reiserad, Trimmrad, Geländerad, Transportrad. Hinzu kommen zahlreiche Ausstattungsvarianten, unterschiedlich große Übersetzungsbereiche und verschiedene Rahmenhöhen, wodurch ein Fahrrad exakt auf den Fahrer und seine individuellen Bedürfnisse hin ausgewählt werden kann. Mancher nimmt es ganz genau und verfügt gleich über mehrere Zweiräder für unterschiedliche Einsatzzwecke.

Mit der zunehmenden Verwendung neuer Werkstoffe und der flexibleren Fertigung von Sondermaßen trafen Mechaniker, Designer und auch Wissenschaftler günstige Bedingungen für den Bau von muskelgetriebenen Sonderfahrzeugen an. Neben „normalen“ Fahrradentwicklungen wie das „Ergorad“ liegt der Schwerpunkt des Interesses bei Liegefahrrädern, von denen einige Modelle bereits in ansehnlichen Stückzahlen gebaut werden.

Von der Öffentlichkeit weitgehend unbemerkt sind seit kurzem auch im Bereich der Behindertenfahrräder interessante Entwicklungen herangereift. Sie nutzen die neuen leichten Werkstoffe für Sonderkonstruktionen, die die „sanfte Technik“ des Fahrrads voll auszuspielen vermögen.

Ein bemerkenswerter Entwurf in diesem Bereich gelang dem Designer Peter Messerschmidt mit dem „Rollfiets“, einer abgewandelten Rikscha-Konstruktion. Dieses insgesamt etwa 34 Kilogramm wiegende Gefährt ist eine Kombination aus einem bequemen Schalen-Rollstuhl und einem sportlichen Fahrrad-Antriebs- teil. Beide Komponenten lassen sich mit einem Handgriff verbinden und voneinander trennen. Der Schalenrollstuhl bietet ergonomischen Sitzkomfort: das Körpergewicht wird vom Oberschenkel bis in den Rückenbereich verteilt. So lassen sich auch längere Touren gut bewältigen.

In den Laufrädern sind Trommelbremsen eingebaut, die sich sowohl im Rikscha-Betrieb als auch beim Schieben oder



Gewinn an Mobilität: Fahrrad-Rollstuhl-Kombination „Rollfiets“. (FR-Bild: Bode)

Selbstfahren des Rollstuhls bedienen lassen und ein Höchstmaß an Sicherheit bieten. Das zirka 12 Kilogramm schwere Fahrrad-Antriebs- teil ist mit hochwertigen Teilen ausgestattet. Die 6-Gang-Kettenschaltung mit Rücktritt (2x3-Kette/Nabe von Fichtel & Sachs) übersetzt die Tretarbeit um mehr als 200 Prozent. Bremsen kann der Fahrer mit der Rücktrittsbremse und den beiden vorderen Trommelbremsen.

Ein ausgiebiger Fahrtst mit dem „Rollfiets“ unterstrich nicht nur die Leichtigkeit in der Mobilität, sondern auch den enormen Fahrkomfort in der vorderen Sitzposition. Das Erscheinen des Fahrzeugs im Straßenverkehr ruff bei Passanten erst ungläubiges, dann freudiges Erstaunen bis Begeisterung hervor.

Was diese Entwicklung an bisher nicht gekannter Mobilität für einen Rollstuhlfahrer bringt, läßt sich von Nichtbehinderten kaum ermessen. Das mühsame Schieben des Rollstuhls im Schrittempo wird abgelöst von der Möglichkeit, in Fahrradgeschwindigkeit fortzukommen. Mit dem „Rollfiets“ können Radtouren auch über längere Zeit unternommen werden. Und der besondere Vorzug dieser Rollstuhl-Fahrrad-Kombination liegt darin, daß sich der Rollstuhlfahrer nach dem Abklinken des Antriebs- teils mit seinem Rollstuhl völlig selbständig bewegen kann.

Von den Eigenschaften des „Rollfiets“ war auch die Jury der Rehabilitationsmesse zu Recht so überzeugt, daß sie dem Konstrukteur den Ehrenpreis für „sanfte Technik“, für die „technisch behutsame Lösung eines Konstruktionsproblems bei sozialverträglichen Zwecken“ zuerkannte. Bei der nächsten Weltausstellung in Kanada wird die Bundesrepublik mit dem „Rollfiets“, als Exponat vertreten sein, und zwei dieser Fahrzeuge werden für behinderte Messebesucher eingesetzt. Die Serienfertigung soll im Mai beginnen, und schon haben sich Interessenten für den Export nach Brasilien und Vietnam bei der kleinen Konstruktions- und Vertriebsfirma Fiets GmbH, Hövel 18, 4405 Nottuln, Tel. (02548) 359 gemeldet. Der Inlandspreis dürfte dabei nach vorläufigen Berechnungen zirka 4000 Mark betragen.

Neue Fahrradentwicklungen haben es hierzulande immer schwer gehabt, bis sie sich durchsetzten. Das „Rollfiets“ dürfte auf Grund seiner überzeugenden Konstruktion und Eigenschaften schneller eine angemessene Verbreitung finden.

HERBERT F. BODE

zuerst veröffentlicht am 29.3.1986  
in der  
Frankfurter Rundschau

# Veloschlösser für



# Anspruchsvolle

Nach dem Gesetz müssen Fahrräder mit einer Sicherung gegen Diebstahl versehen sein. Wie aufbruchssicher diese zu sein hat, ist in unserem Land einseitig noch nicht vorgeschrieben. Vermutlich geht es aber nicht mehr lange, bis auch bei uns die Versicherungsgesellschaften ihre Anforderungen an die Aufbruchssicherheit eines Schlosses stellen. Abgesehen davon ist es schon heute angenehm, wenn man sein Velo wieder dort vorfindet, wo man es abgestellt hat. Das Marktangebot an Fahrradschlössern scheint auf den ersten Blick verwirrend, denn es gibt zusammengezählt weit über 100 verschiedene Typen. Folgende Gliederung kann den Überblick verbessern:

### Befestigungsart

Es gibt Rahmenschlösser, die fest am Rahmen angebracht sind (angeschweisst, angelötet, angeschraubt oder eingebaute); andererseits gibt es viele Typen loser Schlösser, die mit dem Rahmen nicht verbunden sind (mit und ohne Halterung).

### Schliess-System

Hier unterscheidet man zwischen Schlüssel-Schlössern (mit Zylinderschloss oder einfachem Schloss, mit und ohne Schlüsselblockierung in offenem Zustand) und Code-Schlössern (mit festem oder variablem Code, einstellbar mittels Zahlenringen, Knöpfen oder Stiften).

### Verbindungsmaterial

Hierfür verwendet man Stahlkabel (steif oder in Spiralförmigkeit), Ketten, Bügel oder feste Riegel in diversen Längen und Dicken.

### Aufbruchstärke

Je nach Konstruktion und den verwendeten Werkstoffen gibt es Schlösser, die sich ohne Werkzeug, mit einfachen Hilfsmitteln, mit gewöhnlichem Haushaltwerkzeug, mit mittelschwerem Berufswerkzeug, mit schwerem Berufswerkzeug oder nur mit speziellen Maschinen und Anlagen knacken lassen.

Im weiteren muss man sich bei der Wahl eines Abschlüsselsystems folgende Tatsachen vor Augen führen:

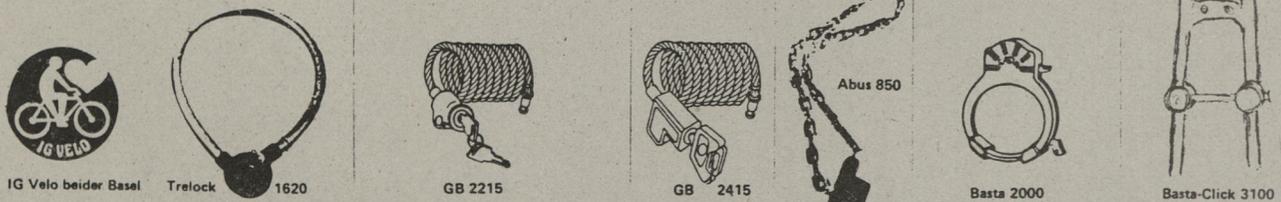
- Das ideale Schloss müsste eigentlich gleichzeitig folgende Eigenschaften aufweisen: extrem stark, leicht, elegant, gut unterzubringen, bequem in der Handhabung, dauerhaft, witterungsbeständig und billig. Doch mit zunehmenden Ansprüchen an die Aufbruchbeständigkeit nehmen das Gewicht, die Unterbringungsprobleme und der Preis zu. Man muss darum vor allem ein vernünftiges Verhältnis zwischen Stärke und Gewicht finden.
- Unknackbare Schlösser gibt es nicht. Aber man kann ein Fahrrad so sichern, dass der Aufwand an Werkzeugen und an Zeit für das Aufbrechen selbst für Profis unverhältnismässig gross ist und sich darum nicht lohnt.
- Mit einer Abschlüsselsvorrichtung kann man das Wegfahren (z.B. durch Hinterrad- oder Lenkerblockierung) bzw. das Wegtragen (durch Anbinden) verhindern. Am besten sind Lösungen, die beides verhindern. Dazu braucht es aber meistens zwei Schloss-Systeme.

Wir gehen davon aus, dass die Leser dieses Blattes (vor allem also IG-Velo-Mitglieder) an ein Veloschloss gewisse Ansprüche stellen. In diesem Sinne ist die untenstehende Tabelle zusammengestellt:

- Relativ hohe Aufbruchssicherheit, d.h. innert 2 Minuten nur mit speziellem Berufswerkzeug zu knacken.
- Mindestens zufriedenstellendes Abschneiden in offiziellen Tests in bezug auf Stärke, Funktionssicherheit und Handhabung. Beigezogen wurden vor allem Testberichte aus Deutschland, Holland und Skandinavien (z.B. "Test" Nr. 6/84 und 3/85).
- Genügende Verfügbarkeit einer Marke im hiesigen Fahrrad-Fachhandel.
- Höchstgewicht 600 g; durchgehärtete Ketten- und Bügelschlösser für Motorräder sind zwar noch stärker, aber fürs Velo viel zu schwer.
- Positive Erfahrungen von IG-Velo-Mitgliedern.

Welches Abschlüsselsystem man wählen soll, ist eine individuelle Angelegenheit. Bei IG-Velo-Mitgliedern haben wir bisher folgende Lösung am meisten angehtroffen: An den Hinterradstreben ein starkes Rahmenschloss zur Blockierung des Hinterrades, und zur Verhinderung des Wegtragens ein Spiralkabelschloss, welches das Vorderrad, den Rahmen und einen festen Gegenstand (Stange, Geländer, Baum) umschliesst. Gelegenheits- wie Profidiebe haben an dieser Lösung gar keine Freude - vorausgesetzt, dass man das richtige Abschliessen nicht vergessen hat. (pcp)

Stand Oktober 1985



Gruppe	Kabelschlösser, massiv			Spiralkabelschlösser, halbmassiv			Spiralkabelschlösser, massiv			Kettenschlösser integriert		Rahmenschlösser, nachmontierbar			Rahmenschlösser, integriert	
Beschreibung	Dickeres Kabel und massiveres Schloss als übliche Kabelschlösser			Ziehen sich auf ca. 1/20 der Länge zusammen wie ein Telefonkabel			Etwas dickeres Kabel und massiveres Schloss als Vorgruppe			Gehärtete, kompakte Kette mit fest integriertem Schloss		Umschliessen Hinterrad und Rahmen. Befestigungsbügel und Riegel gehärtet. Zum Anschrauben			Vom Hersteller an Rahmen gelötet oder geschweisst	
Vorzüge	Wesentlich aufbruchssicherer als übliche Kabel von 5 mm Dicke und weniger			Zum Anbinden und Zusammenbinden von Velos und Gepäck. Brauchen trotz ihrer Länge wenig Platz			Hohe Aufbruchssicherheit. Gut für Stadtvelos			Separates, oft störendes Vorhängeschloss entfällt		Einfache Montage. Hohe Aufbruchssicherheit. Kein Unterbringungsproblem			Gewichtseinsparung, weil Bügel entfällt	
Nachteile	Herumschlagen des Kabels bei unvorsichtigem Öffnen			Umgang mit langen Spiralen braucht etwas Übung			Wegen der Dicke etwas unflexibel			Je länger desto schwerer		Nicht zum Anbinden des Velos geeignet. Evtl. etwas bullig.			Bei Beschädigung aufwendige Reparatur	
Marke	Abus	Trelock	Trelock	GB	Abus	GB	Saiko	GB	Trelock	Abus	GB	Basta	Basta	Trelock	Basta	Trelock
Modell Nr.	800	1620	1610	2215	760	2208	2805	2415	1606	850	4306	2000	3000	180	3100	180A
Schlüssel oder Code	Schlüssel	Schlüssel	Code	Schlüssel	Schlüssel	Schlüssel	Code	Schlüssel	Schlüssel	Schlüssel	Schlüssel	Code	Schlüssel	Schlüssel	Schlüssel	Schlüssel
Länge	60 cm	60 cm	60 cm	150 cm	120 cm	75 cm	50 cm	150 cm	120 cm	75 cm	60 cm	-	-	-	-	-
Materialdicke	8 mm	8 mm	7 mm	6,3 mm	6 mm	6,3 mm	6,3 mm	8 mm	8 mm	5 mm	5 mm	9 mm	9 mm	10 mm	9 mm	10 mm
Gewicht	490 g	530 g	330 g	240 g	280 g	160 g	100 g	390 g	350 g	600 g	400 g	400 g	450 g	510 g	230 g	290 g
Preis ca. Fr.	30.-	30.-	22.-	15.-	25.-	12.-	12.-	25.-	25.-	25.-	18.-	24.-	30.-	30.-	25.-	25.-
Anmerkung Nr.			1)	2)		2)	3)	2)			2)	4), 5)	5), 6)		7)	7)

Anmerkungen: 1) Fester Zahlencode, 4 Ringe; 2) Symmetrische Schlüssel; kein verkehrtes Einstecken; 3) Frei programmierbarer Zahlencode, 4 Ringe; 4) Fester Code, 6 Einstellstifte; 5) Direkte Befestigungsmöglichkeit an der Gepäckträgerplatte der Hinterradstreben; 6) Bewegliche Teile auswechselbar; 7) Schlosspreis im Fahrradpreis meistens enthalten

(entnommen aus dem BASLER VELOBLATT der IG Velo beider Basel, Nr. 35, November 1985)

## STIFTUNG WARENTEST prüft

### "Damen-Leichtlaufräder"

(Test 3/86)

Nach einer testfreien Zeit von 2 Jahren hat sich die Stiftung Warentest wieder des Erwachsenenfahrrads angenommen. Gemeinsames Merkmal der diesmal untersuchten Räder war die Doppelrohr-Konstruktion in verschiedenen Varianten des Berceau-Rahmens. (Und nicht, wie irrtümlich im Text erläutert, der Mixte-Rahmen. Dem einzigen wirklichen Mixte-Rahmen im Test, der ja bekanntlich durch gerade Doppelrohre gekennzeichnet ist, wird konsequenterweise seine große Einstiegshöhe vorgehalten!)

Auch die Mode-Bezeichnung "Leichtlauf" durch die Hersteller ist allen getesteten Rädern gemeinsam. Sie soll geringes Gewicht, Leichtgängigkeit und Bergfreudigkeit suggerieren.

Die Preise lagen (Nov.85) zwischen 199 und 619 DM. Als spezieller Einsatzzweck werden - vermutlich zurecht - Ausflüge genannt. Daß alle getesteten Räder auch für längere Radtouren und für Einkaufsfahrten gut geeignet sein sollen, muß allerdings ernsthaft bezweifelt werden. Es sei denn, unter Radtouren faßt man alle Fahrtstrecken über 5 km und unter Einkauf den Weg zum nächsten Zigarettensautomaten.

Im Vergleich zu früheren Fahrradtests der Stiftung Warentest führt diesmal die fehlerhafte Markierung an der Sattelstütze oder am Lenkerschaft nicht zur vollständigen Abwertung des betreffenden Rades.

Erfreulicherweise werden über die Sicherheitsnorm hinaus die Bremsleistungen auch bei Nässe getestet. Grundlage der Beurteilung bilden hier erstmals Verzögerungswerte, wie sie für eine Neufassung der Sicherheitsnorm im Gespräch sind. Allerdings tolerieren die Tester hier deutliche Sicherheitsmängel: Wie können Fahrräder, deren Bremsweg nicht nur als "etwas lang" sondern als "lang" eingestuft werden, insgesamt mit "gut" bewertet werden?

Einem anderen wesentlichen Mangel der Norm - die fehlenden dynamischen Prüfverfahren -

soll hier wie bei früheren Untersuchungen durch eine eigene Dauerprüfung abgeholfen werden. Ob das dabei angewandte Verfahren den tatsächlichen Belastungen im Alltagsbetrieb entspricht, erscheint allerdings fraglich, wenn man die durchgängig guten Testergebnisse mit den tatsächlichen Versagenshäufigkeiten (z.B. Lenker- und Gabelbrüche) vergleicht.

Zufall ist es sicher, daß jene französischen Produkte, von denen man sich landläufig gute Qualität verspricht, erneut gerügt werden. Früher waren es fehlende Sattelstützen- und Lenkerschaftmarkierungen, die ihnen übermäßig angekreidet wurden, und später die sicherheitstechnisch korrekte Anbringung des Dynamos am Hinterrad, die als "unpraktisch" abgewertet wurde. Diesmal wird einem Motobecane-Rad zwar attestiert, daß es über eine konische Vierkantbefestigung der Tretkurbel verfügt, was die Beurteiler jedoch nicht daran hindert, gleichzeitig das Vorhandensein eines Kurbelkeils zu bemängeln.

Testergebnis:

Mit "gut" bewertete Räder:

Epple Quattro 146/156	ca. DM 610
Herkules Mylady	ca. DM 560
Kalkhoff Le Mans	ca. DM 530
Kettler Antje	ca. DM 570

Die Bewertungsmuster des Tests führen allerdings nicht zu markanten Qualitätsunterschieden - Folge einer vorsichtigeren Politik der Warentester, oder sollte es hier tatsächlich keinen "fabrikneuen Sperrmüll" mehr geben?

Insgesamt ist der Test für den potentiellen Käufer eines solchen Rades dennoch informativ - allein schon weil er auf Altbekanntes aber Wesentliches hinweist, das nicht oft genug wiederholt werden kann: Eine bessere Qualität hat einen höheren Preis - aber ein hoher Preis bedeutet nicht zwangsläufig eine gute Qualität.

Bleibt noch zu wünschen, daß zukünftige Tests mehr Praxis-Nähe verraten als die wenig relevanten Fragen, zu denen die Warentester die Waren-Käufer beim Kaufgespräch anstiften. Vielleicht kann dann die Test-Qualität erreicht werden, mit der die Interessenvertreter des Autos (ADAC-Motorwelt 5/81) bereits vor über fünf Jahren Fahrräder untersucht haben.

# Forschungsdienst Fahrrad



Der ADFC-Bundesverband gibt 14-tägig den Forschungsdienst Fahrrad heraus. In dieser Reihe werden neuere Forschungsergebnisse, insbesondere aus dem Bereich der Verkehrspolitik, zusammengefaßt: Jeweils das wichtigste Ergebnis der Untersuchung, eine Kurzfassung des Inhalts, Anschrift des Autors bzw. Herausgebers, Auszüge aus der besprochenen Veröffentlichung. Der Forschungsdienst Fahrrad kann abonniert werden. Die ca. 25 Ausgaben pro Jahr kosten: DM 25 für ADFC-Mitglieder, DM 38 für Nichtmitglieder und DM 50 für Institutionen.

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

Nr. 10 Fahrrad, Bus und Bahn - nur gemeinsam echte Alternative zum Auto

Während das Fahrrad auf Kurzstrecken den öffentlichen Verkehrsmitteln starke Konkurrenz macht, ergänzen sich die beiden Verkehrsmittel auf Strecken über 5 km Entfernung ideal. Wenn Fahrrad, Bus und Bahn als Integrations-system gefördert werden, kann damit auch über mittlere und längere Entfernungen eine echte Alternative zum eigenen Auto geboten werden.

Quelle: "Fahrrad, Bus und Bahn. Über die vielen Möglichkeiten, Radverkehr und öffentlichen Nahverkehr zum gegenseitigen Nutzen miteinander zu kombinieren" von Tilman Bracher: Alternative Komunalpolitik, Sonderheft 5 (1985), Seite 49 bis 52.

Nr. 11 Radfahrfreundliche Ansätze auch in den Regelwerken der Straßenplaner

Nachdem in der Vergangenheit die Verdrängung der Radfahrer von den Fahrbahnen der Straßen ein zentrales Anliegen vieler Regelwerke der Verkehrstechniker war, werden dort inzwischen zunehmend Maßnahmen vorgeschlagen, die es auch Radfahrern ermöglichen können, schnell, bequem und sicher voranzukommen: VELO-Routen, Radfahrstreifen auf Fahrbahnen, Abbiegespuren, geöffnete Fußgängerzonen und Einbahnstraßen (Gegenrichtung), Wegweiser, "bike-and-ride"-Anlagen u.a.

Quelle: Handbuch für Radverkehrsanlagen. Heinrich Richard, Dankmar Alrutz, Johannes Wiedemann, 2. Auflage, Darmstadt 1986 (Elsner-Verlag, 360 Seiten).

Nr. 12 Förderung des Fahrradverkehrs ist nur zweitbeste Verkehrspolitik

Da jeder Verkehr direkt oder indirekt die Umwelt belastet, sollten verkehrspolitische Strategien im Rahmen eines umweltgerechten Verkehrsleitbildes zunächst darauf abzielen, unnötigen Verkehr zu vermeiden. Zweitbeste Lösung ist allerdings die Umwandlung von motorisiertem Verkehr auf nichtmotorisierte Verkehrsmittel, z.B. das Fahrrad; erst danach folgt die Verlagerung der motorisierten Fahrten auf öffentliche Verkehrsmittel und Maßnahmen zur Entschärfung des motorisierten Individualverkehrs.

Quelle: Umwelt - Verkehr - Umkehr. Umweltgerechtes Verkehrsleitbild für die Schweiz. Hrsg. vom Verkehrs-Club der Schweiz (VCS), Bahnhofstraße 8, CH-3360 Herzogenbuchsee (1983, 288 Seiten).

Nr. 13 Fahrradförderung im Umweltverbund kann den Autoverkehr eindämmen

Wirksame Fahrradförderung bedarf einer kommunalen Fahrradpolitik, die geeignet ist, die in den Städten dominierende Autokultur einzudämmen und die Entfaltung einer Fahrradkultur zu fördern. Dies erscheint möglich im Rahmen eines "Umwelt-Verbundes" zwischen Fußgänger-, Fahrrad- und öffentlichem Nahverkehr.

Quelle: Umwelt-Verbund im Nahverkehr. Konzept für die Verknüpfung der umweltschonenden Verkehrsarten mit Schwerpunkt Fahrradförderung. Von Konrad Otto-Zimmermann in: Städte- und Gemeindebund, Heft 2/1986, Seite 55 bis 62.

Nr. 14 Straßenbauempfehlungen räumen dem "Mischungsprinzip" breiten Raum ein

Obwohl in den amtlichen "Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen" städtebauliche, verkehrliche, soziale und ökologische Ansprüche an den Straßenraum ausgewogen berücksichtigt werden sollten, dominieren verkehrstechnische, am Kfz-Verkehr orientierte Gestaltungsempfehlungen. Allerdings konnte mit der Abkehr vom strikten "Trennprinzip" der Handlungsspielraum für vernünftige Stadtplaner erheblich verbreitert werden.

Quelle: Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen (EAE 85). Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Alfred-Schütte-Allee 10, 5000 Köln 21.

Nr. 15 Immer mehr Studenten radeln zur Uni

Während noch 1973 nur 6 % aller Studenten das Fahrrad zur Fahrt in die Universität benutzten, waren es 1982 im Jahresdurchschnitt bereits 22 %, im Sommersemester sogar 44 %. Der Pkw-Anteil ist dagegen von 44 % (1973) auf 33 % (1982) gesunken.

Quelle: Neue Perspektiven für Verkehrsprognosen: Fahrräder überflügeln Autos beim Weg der Studenten zur Hochschule. Von Rolf Monheim in: Der Städtetag, Heft 8/1984, Seite 529 bis 533.

Nr. 16 Radfahren in Fußgängerbereichen setzt sich durch

Obwohl in den meisten bundesdeutschen Städten das Radfahren in den Fußgängerzonen immer noch verboten ist, sind auch dort immer mehr Radfahrer unterwegs. Erfahrungen aus Darmstadt, Saarbrücken und Duisburg zeigen, daß solche Verbote nicht notwendig sind und eine verkehrrechtliche Zulassung von Radfahrern in Fußgängerbereichen nicht zu Problemen führen muß.

Quelle: Radfahren in Fußgängerbereichen. Von H. Baier. Referat gehalten auf dem Kolloquium "Innerörtliche Verkehrssicherheitsmaßnahmen - Beispiele für die Wirksamkeit" am 03.04.1984 in Bonn. Veröffentlicht in der Reihe "Umfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr". Hrsg. von der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung, im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Heft 49/1984, Seite 79 bis 85.

Fortsetzung auf Seite 26 unten

**PRO VELO - DOKUMENTATION**Deutscher Bundestag  
10. Wahlperiode

Drucksache 10/2658

20. 12. 84

**DIE GESCHICHTE EINES  
ANTRAGS**Sachgebiet 923**Antrag****Förderung der Infrastruktur für den Fahrradverkehr**

Verkehrspolitische Anträge der Parteien auf Bundesebene erhalten - sofern sie auf die Förderung des Fahrradverkehrs abzielen - im allgemeinen nur geringe Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit. Aus diesem Grund dokumentieren wir hier die "Geschichte" eines Antrags der SPD-Bundestagsfraktion vom 20.12.1984 "Entschließung zur Förderung der Infrastruktur des Fahrradverkehrs". Zur Einbringung dieser Entschließung gab der SPD-Bundestagsabgeordnete Michael Müller (Düsseldorf) folgende Erklärung ab:

HOLLÄNDISCHE VERHÄLTNISSE SIND MÖGLICH

- Förderung des Fahrradfahrens zur Wiederentdeckung eines alten Verkehrsmittels, als Beitrag zu einer umweltgerechten Verkehrspolitik und zur Verbesserung der Stadtökologie -

Die SPD-Bundestagsfraktion hat einen umfangreichen Programmorschlag zur beschleunigten und umfassenden Förderung des Fahrradfahrens in den Deutschen Bundestag eingebracht. Damit sollen die Benutzungsmöglichkeiten eines umweltfreundlichen, aber erheblich vernachlässigten Verkehrsmittels verbessert und sicherer gemacht werden.

Gleichzeitig liegt im Ausbau des Radverkehrsinfrastruktur in Abstimmung mit dem öffentlichen Personennahverkehr ein Ansatz für eine umweltgerechte Verkehrspolitik, die durch eine überzogene Motorisierung jahrzehntelang nur unzureichend berücksichtigt wurde. Der Ausbau der Radinfrastruktur darf nicht zu Lasten der Fußgänger gehen, sondern muß den Bewegungsraum der schwächeren Verkehrsteilnehmer und die Umwelt verbessern, um damit die Städte wohnlicher zu machen. Das Fahrrad hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen - nicht zuletzt auch aus wirtschaftlichen Gründen. Die Kehrseite des Radlerbooms sind insbesondere bei Kindern und Jugendlichen die steigenden Unfallzahlen und die nach wie vor zahlreichen Todesfälle.

Der Rückbau des Straßenraums verbunden mit Verkehrsberuhigungsmaßnahmen zu Gunsten des Fahrrads und des Fußgängers führt nicht zu einem Zusammenbruch des Verkehrssystems. Im Gegenteil zeigen viele ausländische Beispiele, daß der Lebensraum verbessert und die Zufriedenheit der Bürger erhöht wurden.

Fast 60 % aller in der Bundesrepublik zurückgelegten Wege haben eine Distanz unter 3 km. 39 % aller Autofahrten liegen in diesem für das Fahrrad idealen Entfernungsbereich. <...>

Der Bundestag wolle beschließen:

## I. Der Deutsche Bundestag stellt fest:

Seit den zwanziger Jahren ist die Infrastruktur für den Fahrradverkehr zugunsten des Kfz-Verkehrs erheblich vernachlässigt worden. Dadurch ist für ein heute - vor allem von Kindern und Jugendlichen - viel genutztes Verkehrsmittel, das Fahrrad, ein erheblicher Nachholbedarf entstanden, den Bund, Länder und Gemeinden entsprechend ihren unterschiedlichen verkehrspolitischen Aufgaben bewältigen müssen.

Seit Mitte der 70er Jahre gewinnt das Fahrradfahren neue Bedeutung. Die Auswirkungen der Energiekrise und die Zerstörung der Umwelt brachten neue Einsichten.

Zusammen mit der Verbesserung des öffentlichen Personennahverkehrs wird in der Förderung des Fahrrads ein wichtiger Beitrag für eine umweltgerechte Verkehrspolitik gesehen. Aber nicht nur verkehrspolitisch ist das Fahrrad heute wieder wichtig, denn mit der stärkeren Berücksichtigung des nicht-motorisierten Verkehrs ergeben sich Chancen für die Verbesserung der Stadtökologie. Die Zurückdrängung der überzogenen Nutzungsansprüche des motorisierten Individualverkehrs bringt mehr Wohn- und Lebensqualität und ermöglicht einen schonenden Umgang mit den Umweltgütern. Beispiele auch in der Bundesrepublik Deutschland zeigen, daß der Rückbau des Straßenraums zugunsten des Fahrrads und der Fußgänger nicht zu einem Zusammenbruch des Verkehrssystems geführt hat. Stattdessen wurde der Lebensraum verbessert. Mit der Zunahme sozialer Probleme sind heute verstärkt auch wirtschaftliche Gründe für die Benutzung des Fahrrads ausschlaggebend.

In den innerstädtischen Ballungsgebieten schafft die Pkw-Benutzung oft keine zusätzliche Mobilität mehr. Fast 60 % aller in der Bundesrepublik Deutschland zurückgelegten Wege haben eine Distanz unter 3 km. 39 % aller Autofahrten liegen in diesem Entfernungsbereich. Das Fahrrad ist aber gerade im Nahbereich bis 15 km ein geeignetes Verkehrsmittel, dies gilt insbesondere bei einer Distanz bis zu 6 km.

Bei einer konsequenten Förderung in Abstimmung mit dem öffentlichen Personennahverkehr eröffnen sich große Reserven für ein Umsteigen auf das Fahrrad im Nahbereich.

Trotz verstärkter Förderung des Radwegebaus in den letzten Jahren und den Änderungen in der Straßenverkehrs-Ordnung von 1980 sind die Voraussetzungen für eine sichere und umfassende Benutzung nicht gegeben. Dies gilt erst recht für den Bedarf des möglichen Radverkehrs, der besonders im innerstädtischen Bereich erhöht werden kann. Radfahrer werden immer noch unzureichend in der Verkehrspolitik berücksichtigt. Besonders das Auto genießt gegenüber den schwächeren Verkehrsteilnehmern große Vorrechte. Deshalb ist die Kehrseite des Radler-Booms die seit Mitte der 70er Jahre alarmierend wachsende Unfallzahl, wobei besonders die

schwächsten Verkehrsteilnehmer – Kinder und ältere Menschen – betroffen sind. 1983 wurden rd. 68 000 Unfälle mit einem Sachschaden von mehr als 1 000 DM registriert, an denen Fahrradfahrer beteiligt waren. Damit hat sich die Unfallzahl seit 1980 um 50 % erhöht, wobei 80 % dieser Unfälle im innerstädtischen Bereich passieren. Traurig ist die Unfallbilanz bei Kindern und Jugendlichen zwischen 5 und 15 Jahren: Nach dem Unfallverhütungsbericht 1983 nimmt bei dieser Altersgruppe die Bundesrepublik Deutschland zusammen mit Belgien im europäischen Vergleich den schlechtesten Platz ein. Schon aus diesem Grund sind Verbesserungen der Radverkehrsinfrastruktur dringend erforderlich.

## II. Allgemeine verkehrspolitische Zielsetzung zur Förderung des Fahrradfahrens

Die Bundesregierung wird beauftragt, in Zusammenarbeit mit den Ländern und Gemeinden die Voraussetzung für eine sichere Benutzung des Fahrrads nachhaltig zu verbessern. Dazu ist von folgenden Zielvorstellungen auszugehen:

- Der Förderung des Fahrradverkehrs muß generell im Rahmen einer umweltgerechten Verkehrspolitik größere Bedeutung zukommen.
- Vorrangig sollte überall ein ausreichendes und leistungsfähiges Angebot für den Fahrradverkehr im Nahbereich verwirklicht werden, das sinnvoll mit dem Netz des öffentlichen Personennahverkehrs abgestimmt ist.
- Zu einem umfassenden Radwegenetz gehört nicht nur der Bau neuer Radwege, sondern insgesamt sichere und für den Radverkehr geeignete Routenführungen. Dazu sind auch bauliche und verkehrslenkende Maßnahmen zu Lasten des motorisierten Verkehrs notwendig, um den Bewegungsraum und die Sicherheit für Fahrradfahrer zu erhöhen.
- Nur in Ausnahmefällen dürfen neue Fahrradwege zu Lasten des Fußgängers eingerichtet werden, damit es nicht zu einer Konfliktverlagerung von dem schwachen Verkehrsteilnehmer Fahrradfahrer zu dem noch schwächeren Verkehrsteilnehmer Fußgänger kommt.
- Besondere Dringlichkeit hat die Erhöhung der Verkehrssicherheit. Steigende Unfallzahlen und eine hohe Zahl von Verletzten und Getöteten besonders bei Kindern und Jugendlichen machen dringend verkehrstechnische und -rechtliche Verbesserungen und erhöhte Sicherheitsanforderungen an das Fahrrad notwendig.
- Planung und Ausbau des Radverkehrsnetzes müssen weitgehend ortsnah erfolgen, um die konkreten Gegebenheiten und Möglichkeiten vor Ort sinnvoll berücksichtigen zu können. Gesetzgebung, Verwaltungsvorschriften und Finanzierungsregelungen müssen darauf abgestellt werden.
- Der Ausbau des Radwegenetzes ist nach Möglichkeit in Wohnbereichen mit Verkehrsberuhigungsmaßnahmen zu verbinden, damit die Straße wieder stärker zum Lebensraum und die Verkehrssicherheit erhöht wird, Umweltaspekte besser berücksichtigt sowie historische Bindungen gestärkt werden.
- Zur Förderung des Fahrradfahrens gehört die Verbesserung des Fahrradkomforts, um zu einer stärkeren Nutzung des Fahrrads anzuregen. Dazu gehören neben baulichen Veränderungen z. B. mehr Abstellplätze, wettergeschützte Unterstellrichtungen und Verbesserungen im Orientierungssystem.

## III. Bund-Länder-Dringlichkeitsprogramm zur Verbesserung und Sicherheit des Fahrradverkehrs

Die Bundesregierung wird aufgefordert,

1. bis Ende 1985 in Abstimmung mit den Bundesländern dem Deutschen Bundestag ein Dringlichkeitsprogramm für die Erstellung von Fahrradverkehrsplänen vorzulegen, um in jeder Gemeinde und gemeindeübergreifend für wichtige Streckenverbindungen die Einrichtung sicherer und ausreichender Radverkehrsanlagen zu erreichen. Dadurch sind innerhalb der nächsten zehn Jahre wichtige Radwegstrecken durchgängig zu führen und sicher zu machen. Dafür sind entsprechende Finanzmittel bereitzustellen;
2. durch eine Neufassung der Straßenverkehrs-Ordnung und der entsprechenden Verwaltungsvorschriften die Voraussetzungen für einen sicheren Fahrradverkehr schnellstmöglich zu verbessern;
3. angesichts der hohen Zahl an Verkehrsunfällen, an denen Fahrradfahrer beteiligt sind, die technischen Normen für das Fahrrad und die Ausrüstungsvorschriften zur Erhöhung der Verkehrssicherheit neu zu fassen und entsprechend dies in der Straßenverkehrs-Ordnung und im Gerätesicherheitsgesetz neu zu regeln;
4. für ein verkehrspolitisches Klima, das den Fahrradverkehr günstig beeinflusst, Maßnahmen zu ergreifen und Einrichtungen zu fördern bzw. neu zu schaffen;
5. eine entsprechende Änderung des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (GVFG), des Bundesfernstraßengesetzes (FStrG) und des Verkehrsfinanzierungsgesetzes vorzulegen;
6. eine Umschichtung der Mittel für den Radwegbau im Verkehrsetat des Bundes vorzusehen, um die Finanzausstattung der örtlichen Träger für Investitionen zugunsten des Radverkehrs zu verbessern. Dabei muß sichergestellt werden, daß ein wesentlich größerer Teil der verfügbaren Mittel für Maßnahmen zugunsten von Fußgängern und Radfahrern zur Verfügung gestellt werden. Ebenso sind Zuwendungen an die Gemeinden bei Maßnahmen, die überwiegend dem Radverkehr zugute kommen, anzuhäben;
7. zu prüfen, mit welchen steuerrechtlichen Möglichkeiten ein größerer Anreiz zur Benutzung von Fahrrädern im Berufsverkehr geschaffen werden könnte.

## IV. Die Bundesregierung wird aufgefordert, folgende Empfehlungen und Gesichtspunkte bei der Durchführung der einzelnen geforderten Maßnahmen zu berücksichtigen:

1. Fahrradverkehrspläne müssen folgenden Grundsätzen genügen:
  - Ein weitgehend geschlossenes Netz von Verkehrswegen für Radfahrer,
  - sichere und möglichst störungsfreie Verkehrswege, die für den Radverkehr besonders geeignet sind,
  - sichere Überführung von Gefahrenstellen (Kreuzungen, Einmündungen etc.),
  - schnelle und direkte Erreichbarkeit zentraler Arbeitsstätten, Verwaltungen, Einkaufszentren, Kulturinstitutionen und Bildungseinrichtungen,
  - verkehrslenkende und verkehrsberuhigende Maßnahmen zugunsten von Fußgängern und Fahrradfahrern,

- Vorrang für Fahrradfahrer auf den Haupttrouten des Radverkehrs,
- Abstellplätze, wettergeschützte Unterstellplätze, Verbesserungen im Orientierungssystem und Beleuchtung (besonders an Gefahrenpunkten),
- Abstimmung mit den Angeboten des Öffentlichen Personennahverkehrs.

Das Dringlichkeitsprogramm zur Förderung des Fahrradverkehrs muß verbindlich festlegen

- Umbau, Ausbau und Zubau von Radwegen und -straßen (z.B. Schließung von Radwegnetzlücken, fahrradgerechte Gestaltung von Kreuzungen und Einmündungen, Abrampung von Fahrradwegen,
- eine größere Verkehrssicherheit für Radfahrer (z.B. durch Signalsteuerungen, verbesserte Markierungen),
- zügige Planungen und baldige Realisierung sowie
- die Finanzierung der erforderlichen Maßnahmen.

2. Durch eine Veränderung der Straßenverkehrs-Ordnung sind folgende Hauptproblembereiche für eine sichere Benutzung des Fahrrads zu regeln:

a) Grundsätzliche Freigabe von Radwegen in beiden Fahrrichtungen bei einem Verbot der Benutzung in Gegenrichtung unter bestimmten Voraussetzungen (Breite, Verkehrsdichte etc.).

b) Benutzung linksliegender Radwege

Nach § 2 Abs. 4 der Straßenverkehrs-Ordnung dürfen Radfahrer nur linksliegende Radwege benutzen, wenn diese durch ein entsprechendes Zeichen für die Gegenrichtung freigegeben sind. Dies ist wirklichkeitsfern, so daß unabhängig von dem Grundsatz, möglichst beidseitig Radwege zu führen, der Radweg generell in beide Richtungen bei Verbot in bestimmten Fällen (Verkehrsdichte, ungenügende Breite etc.) freigegeben wird.

c) Benutzungspflicht von Seitenstreifen

Die Benutzungspflicht auf Seitenstreifen für den Fahrradfahrer ist unter dem Gesichtspunkt zu lockern, daß Seitenstreifen auch durch andere Verkehrsteilnehmer, insbesondere durch parkende Kraftfahrzeuge, benutzt werden. Eine Benutzungspflicht für Radfahrer ist aus Verkehrssicherheitsgründen nur dann vertretbar, wenn diese Seitenstreifen über längere Strecken durchgängig befahren werden können, da sonst ein ständiges Ein- und Ausscheren von Fahrradfahrern mit erheblichen Risiken verbunden ist.

d) Benutzungspflicht von Gehwegen für Kinder

Kinder unter neun Jahren sollen künftig auf Radwegen fahren können, wenn Erwachsene mitfahren und der Radweg ausreichend breit ist. Die geltende Fassung in § 2 Abs. 5 der Straßenverkehrs-Ordnung verpflichtet Kinder bis zum vollendeten 8. Lebensjahr, in jedem Fall den Gehweg zu benutzen. Dadurch wird die Aufsicht der mitfahrenden Erziehungsberechtigten häufig erschwert, insbesondere wenn die Radwege abgesetzt geführt sind oder die Fahrbahn benutzt werden kann.

e) Rechtsüberholen von Kraftfahrzeugen

An Fahrzeugen, die langsam auf einen geregelten Knotenpunkt zufahren oder auf der Fahrbahn halten, sollen Fahrradfahrer mit mäßiger Geschwindigkeit rechts vorbeifahren können. An großen Knotenpunkten sind

abgesetzte Haltelinien oder eigene Signalschaltungen für den Fahrradverkehr vorzusehen. Das Rechtsüberholen von Kraftfahrzeugen durch Fahrräder vor Signalanlagen bzw. bei einem Verkehrsstau wird ständig praktiziert. In § 5 der Straßenverkehrs-Ordnung ist zu verändern, daß Radfahrer unter festgelegten Voraussetzungen vor Knotenpunkten langsam fahrende oder haltende Fahrzeuge auf der Fahrbahn mit mäßiger Geschwindigkeit rechts überholen dürfen.

f) Linksabbiegen an Kreuzungen und Einmündungen

Zulassung des „indirekten Linksabbiegens“. Zweckmäßig ist eine Kennzeichnung dieser Knotenpunkte durch frühzeitige „Einordnungstafeln“.

Gemäß § 9 Abs. 2 der Straßenverkehrs-Ordnung müssen Radfahrer, die abbiegen wollen, an der rechten Seite der in gleicher Richtung abbiegenden Kraftfahrzeuge bleiben. Diese Vorschrift läßt in bezug auf das Linksabbiegen nur das „direkte Abbiegen“ zu. Zur Verbesserung der Radverkehrsführung und zur Erhöhung der Verkehrssicherheit ist das „indirekte Linksabbiegen“ zuzulassen.

g) Fahrradstraße

Zulassung von Fahrradstraßen, die weitgehende Vorfahrtsrechte für den Fahrradfahrer auf Haupttrouten, die durch ein entsprechendes Verkehrszeichen gekennzeichnet werden, vorzusehen.

In die Straßenverkehrs-Ordnung ist ein neuer Paragraph einzufügen, der weitgehend vorfahrtsberechtigte Fahrradstraßen vorsieht. Dafür gilt ein neues Verkehrsschild. Diese Fahrradstraßen dürfen nur mit Fahrrädern benutzt werden.

h) Gesonderte Ampelschaltungen

An Gefahrenpunkten sind eigene Signalschaltungen oder Einbeziehung in abweichende Ampelphasen des Öffentlichen Personennahverkehrs zulässig.

In § 37 Abs. 2 der Straßenverkehrs-Ordnung ist zu prüfen, ob abweichende Ampelphasen, insbesondere bei Sonderspuren des Öffentlichen Personennahverkehrs, auch für den Fahrradfahrer genutzt werden können. Darüber hinaus sind bei Bedarf zur Erhöhung der Verkehrssicherheit eigene Ampelschaltungen an Gefahrenpunkten vorzusehen.

i) Mofas auf Radwegen

Mofa-Fahrer sollen künftig Radwege nur dann benutzen können, wenn dies durch ein Zusatzschild angezeigt wird.

Bei einer entsprechenden Beschilderung können Radfahrer Sonderspuren mitbenutzen.

Gemäß § 41 Abs. 2 Nr. 5 Buchstabe a der Straßenverkehrs-Ordnung müssen Mofa-Fahrer Radwege benutzen. Nach neueren Unfallauswertungen und Verkehrsbeobachtungen ist dies aus Sicherheitsgründen problematisch. Deshalb ist zu prüfen, ob die Mofa-Fahrer Radwege nur dann benutzen müssen, wenn dies durch ein entsprechendes Zusatzschild vorgeschrieben ist.

j) Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit für Fußgänger und Fahrradfahrer ist für Kraftfahrzeuge eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/h in reinen Wohngebieten vorzusehen.

- k) Durch Überarbeitung der Verwaltungsvorschriften in der Straßenverkehrs-Ordnung sind
- die optische Wahrnehmbarkeit der Fahrradfahrer vor allem an Hauptverkehrsstraßen und an verkehrsreichen Kreuzungen,
  - die Regelung und Markierung des Radverkehrs an Haltestellen, Kreuzungen, Knotenpunkten und Zufahrten sowie
  - die Beschilderung von Radwegen zu verbessern.
- l) Darüber hinaus ist in der Straßenverkehrs-Ordnung und in den Verwaltungsvorschriften vorzusehen, daß
- die Möglichkeit der Anlegung von Radwegen in Fußgängerbereichen rechtlich verankert wird,
  - die Voraussetzungen für Durchfahrtsmöglichkeiten von Radfahrern in Einbahnstraßen in entgegengesetzter Richtung festgelegt werden,
  - Orientierungshilfen an den Wegsystemen für Fahrradfahrer vorgesehen werden sowie
  - land- und forstwirtschaftliche Wege grundsätzlich dem Fahrradverkehr zur Verfügung stehen.

### 3. Verbesserung der Ausrüstung

Grundsätzlich genügt das technische Konzept „Fahrrad“ den heutigen Ansprüchen an die Verkehrssicherheit nicht in vollem Umfang. Dies gilt insbesondere für die jederzeitige Erkennbarkeit des Radfahrers für nachfolgende Fahrzeuge. Deshalb ist so schnell wie möglich eine unabhängige Beleuchtungsanlage vorzusehen. Generell sind Ausrüstungsvorschriften zur Erhöhung der Sicherheit, wie Abstandshalter, Reflektoren, Leuchtstreifen, Sicherheitslenker und Kettenschutz, verbindlicher zu fassen. Besonders für Kinder bis zum 15. Lebensjahr ist die Sicherheitsausrüstung zu verbessern. Dazu gehören Leuchtbekleidung und Reflektoren. Zu überprüfen und verbindlicher zu fassen sind ebenfalls die Vorschriften über die Anbringung von Gepäckkörben und die Zulassung von Kindersitzen und von Fahrradanhängern für die Kindermitnahme.

### 4. Fahrradfreundliches Klima

Verbesserung der Zugänglichkeit zu Bahnhöfen und Bahnsteigen sowie weitere Erleichterungen bei der Mitnahme im ÖPNV und bei der Deutschen Bundesbahn.

Förderung von Verleiheinrichtungen.

Der Gedanke einer „Stiftung Fahrrad“ sollte wieder aufgegriffen werden.

Verbesserte Zusammenarbeit mit den Radlerorganisationen und ihre finanzielle Förderung.

### 5. Änderung des Gemeindefinanzierungsgesetzes und des Bundesfernstraßengesetzes

- Zuwendungsfähigkeit selbständig geführter Radverkehrsnetze auch abseits bestehender Bundes- und Hauptverkehrsstraßen,
- Zuwendungsfähigkeit für den Um- und Rückbau von Straßenflächen für Radwege,
- Senkung der Bagatellgrenze auf 50 000 DM,
- Einbeziehung von ergänzenden Infrastruktureinrichtungen in die Finanzierungsregelungen (wie Fahrradabstellanlagen, Wegweisesysteme u. a.).

Durch die Vernachlässigung von Investitionen im Radverkehr gegenüber Investitionen für andere Verkehrsarten gibt es heute einen erheblichen Nachholbedarf. Die Finanzierungsbedingungen müssen zukünftig stärker auf die Förderung des Fahrradverkehrs ausgerichtet sein und die Mittel insgesamt erhöht werden. Die bisher einschränkenden Regelungen der geltenden Gesetze führen u. a. dazu, daß Radverkehrsmaßnahmen teuer angelegt werden, damit die Bagatellgrenze von 200 000 DM je Einzelmaßnahme überschritten wird und zahlreiche sinnvolle Radverkehrsverbindungen im örtlichen und überörtlichen Bereich nicht zuwendungsfähig sind, da Radwege nur entlang der Hauptverkehrs- und Bundesfernstraßen Zuwendung erhalten. Durch verstärkte Investitionen für Radverkehrsanlagen ergeben sich zudem wichtige Beiträge zur Verbesserung der Beschäftigungssituation.

Drucksache 10/4538

## Beschlußempfehlung und Bericht

11. 12. 85

### des Ausschusses für Verkehr (14. Ausschuß)

#### A. Problem

Der Fahrradverkehr soll verstärkt gefördert werden u. a. durch den Bau von Radwegen und durch bessere Berücksichtigung der Radfahrer in der Straßenverkehrs-Ordnung.

#### B. Lösung

Verabschiedung einer Entschliebung in veränderter Fassung, durch die die Bundesregierung ersucht wird, dem Parlament einen Bericht über die möglichen Maßnahmen zugunsten des Fahrradverkehrs bis zum 31. März 1986 vorzulegen.

#### Mehrheitsentscheidung im Ausschuß

#### C. Alternativen

Eine Minderheit im Ausschuß besteht auf Annahme der Entschliebung in der ursprünglichen Fassung.

#### D. Kosten

entfallen

## Bericht des Abgeordneten Kohn

Der in Drucksache 10/2658 enthaltene Antrag wurde in der 129. Sitzung des Deutschen Bundestages am 28. März 1985 dem Verkehrsausschuß federführend sowie dem Finanzausschuß und dem Ausschuß für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau zur Mitberatung überwiesen. Der Verkehrsausschuß hat die Vorlage in seiner Sitzung am 4. Dezember 1985 behandelt.

### I. Ziel und Inhalt des Antrags

Die Antragsteller wünschen eine Förderung des Fahrradverkehrs durch verstärkten Bau von Radwegen. Ferner soll die Sicherheit für Radfahrer im Straßenverkehr verbessert werden. Im einzelnen sieht der Antrag folgendes vor:

1. Es soll ein Dringlichkeitsprogramm für die Erstellung von Fahrradverkehrsplänen entwickelt werden, um in jeder Gemeinde und auch gemeindeübergreifend den Bau von sicheren und ausreichenden Radwegen zu erreichen. Zur Finanzierung sollen auch Bundesmittel beitragen, wobei entsprechende Gesetze zu ändern und Umschichtungen im Verkehrshaushalt vorzunehmen sind.
2. Die Straßenverkehrs-Ordnung soll in mehrfacher Beziehung zugunsten des Radfahrverkehrs geändert werden. So soll z. B. ein Radweg in beiden Fahrrichtungen benutzt werden dürfen; Mofafahrer sollen von Radwegen grundsätzlich ausgeschlossen werden; die Benutzungspflicht für Seitenstreifen soll gelockert werden.
3. Zur Verbesserung der Verkehrssicherheit für Fahrradfahrer sollen die technischen Normen und Ausrüstungsvorschriften für Fahrräder neu gefaßt werden. Es soll unter anderem eine von dem Betrieb des Fahrrades unabhängige Beleuchtungseinrichtung vorgeschrieben werden; ferner sollen Reflektoren, Sicherheitslenker und Kettenschutz verbindlich werden.

## II. Verlauf der Ausschußberatungen

Alle Fraktionen im Verkehrsausschuß vertreten übereinstimmend die Auffassung, daß künftig mehr als bisher für den Fahrradverkehr getan werden sollte, nachdem in den zurückliegenden Jahrzehnten der motorisierte Verkehr im Vordergrund der Überlegungen gestanden hat. Für den Fahrradverkehr sollen verstärkt Radwege gebaut werden, außerdem soll im Straßenverkehrsrecht mehr als bisher der Fahrradverkehr mit seinen Eigenarten berücksichtigt werden. Dies ist nicht zuletzt auch aus Gründen des Unfallschutzes erforderlich. In Einzelfragen gibt es jedoch unterschiedliche Auffassungen zwischen den Fraktionen.

1. Die Mitglieder der SPD-Fraktion bestanden auf unveränderter Annahme des Entschließungsantrags. Unverzichtbar ist nach ihrer Auffassung die Forderung, daß die Bundesregierung in Abstimmung mit den Ländern ein Dringlichkeitsprogramm entwickelt, das darauf abzielt, daß in jeder Gemeinde Fahrradverkehrspläne entwickelt und realisiert werden. Innerhalb des Verkehrsetats sollen Mittel umgeschichtet werden, damit verstärkt Bundeshilfen für den Radwegbau in den Gemeinden eingesetzt werden können.
2. Die Mitglieder der CDU/CSU-Fraktion und der FDP-Fraktion lehnen eine solche zentrale Steuerung des Radwegbaus von seiten der Bundesregierung nachdrücklich ab. Für den Radwegbau seien vorrangig die Länder und die Gemeinden zuständig; es komme hier in besonderem Maße auf eine ortsnahe Planung an; die Entwicklung von Programmen auf Bundesebene könne hier wenig hilfreich sein. Hinzu komme, daß etwa 30 v. H. der Bundesstraßen bereits mit Radwegen versehen seien, während bei den Landstraßen und den kommunalen Straßen ein erheblicher Rückstand festzustellen sei.

3. Der Vertreter der FDP-Fraktion legt besonderen Wert auf die Prüfung der Frage, ob die Bagatellgrenze des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes zur Förderung von kommunalen Straßenbauvorhaben von zur Zeit 200 000 DM für den Bau von Radwegen herabgesetzt werden kann, um auf diese Weise den Gemeinden ihre Aufgabe auf diesem Gebiet zu erleichtern. Er setzt sich ferner dafür ein, die Kraftfahrzeugpauschale bei den Werbungskosten im Einkommensteuerrecht für Fahrten zum Arbeitsplatz in eine allgemeine Entfernungspauschale umzuwandeln, damit auch Fahrten zum Arbeitsplatz mit dem Fahrrad berücksichtigt werden können.

## III. Mitberatende Stellungnahmen und Ausschlußbeschuß

Der mitberatende Finanzausschuß hat Ablehnung des Antrages empfohlen. Der Ausschuß für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau hat ebenfalls Ablehnung empfohlen, wobei er jedoch betont, daß ein Ausbau der Infrastruktur für den Fahrradverkehr sinnvoll und notwendig sei. Dies werde von den Städten und Gemeinden auch zunehmend erkannt und bei den Planungen berücksichtigt. Die positive Entwicklung solle durch dirigistische Maßnahmen und die damit notwendig verbundene Bürokratisierung nicht erschwert werden.

Der Verkehrsausschuß schlägt mit den Stimmen der Mitglieder der CDU/CSU-Fraktion und der FDP-Fraktion einen veränderten Entschließungstext vor, durch den die Bundesregierung ersucht wird, zum 31. März 1988 in einem Bericht zu den im einzelnen vorgeschlagenen Maßnahmen in detaillierter Form Stellung zu nehmen.

Die Mitglieder der SPD-Fraktion haben an dem ursprünglichen Text des Entschließungsantrags festgehalten. Der Vertreter der Fraktion DIE GRÜNEN hat ein öffentliches Anhörungsverfahren beantragt, jedoch hat dieser Antrag nicht die nach der Geschäftsordnung erforderliche Mehrheit im Ausschuß gefunden, weil die Fraktionen bereits intern die hier in Betracht kommenden Verbände angehört haben.

### Beschlußeempfehlung

Der Bundestag wolle beschließen:

#### I. Der Deutsche Bundestag stellt fest:

Der Fahrradverkehr hat in den vergangenen Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Mit der verstärkten Verkehrsteilnahme der Radfahrer ist auch die Zahl der Unfälle gestiegen. Seit 1980 hat sich die Zahl der verunglückten Radfahrer um fast 18 v. H. erhöht, bei Kindern und Jugendlichen sieht die Unfallbilanz noch schlechter aus.

Da auch für die kommenden Jahre weitere Verkehrsverlagerungen zugunsten des Fahrradverkehrs zu erwarten sind, müssen Maßnahmen ergriffen werden, um die Sicherheit der Radfahrer weiter zu verbessern.

#### II. Der Deutsche Bundestag hält den Ausbau der Infrastruktur für den Fahrradverkehr für sinnvoll und notwendig. Er anerkennt die Bemühungen der Bundesregierung, im Rahmen ihrer verfassungsrechtlichen Möglichkeiten zur Verbesserung der Infrastruktur für den Fahrradverkehr beizutragen.

Hierbei sind insbesondere zu nennen

- Programm des BMV zum verstärkten Ausbau der Radwege an Bundesstraßen, aufgrund dessen von 1981 bis 1983 bereits 600 km Radwege für 130 Mio. DM gebaut wurden;
- Einbeziehung land- und forstwirtschaftlicher Wege in das Radwegenetz an Bundesstraßen;

- mehrjähriges Modellvorhaben fahrradfreundliche Stadt;
- Radwegeförderung innerhalb des GVFG.

Der Deutsche Bundestag sieht keine Notwendigkeit für ein bundesweites Dringlichkeitsprogramm zur Erstellung von Fahrradverkehrsplänen. Für die Bundesstraßen hat sich das Radwegeprogramm des Bundesverkehrsministers in den vergangenen Jahren bewährt. Für den Radwegbau der Länder und Kommunen besitzt der Bund verfassungsrechtlich keine Kompetenz. Da Planung und Bau von Radwegen möglichst ortsnah erfolgen sollten, wird von einem solchen bundesweiten Dringlichkeitsprogramm im Verhältnis zu dem hohen Aufwand lediglich ein geringer Nutzen zu erwarten sein.

- III. Zur Verbesserung der Sicherheit der Radfahrer fordert der Deutsche Bundestag die Bundesregierung auf,
1. durch Änderung der StVZO zu gewährleisten, daß für die Fahrradbeleuchtung zusätzlich zur Lichtmaschine eine Batterie mit einer Nennspannung von 6 Volt zulässig ist;
  2. durch Verhandlungen mit der Fahrradindustrie zu erreichen, daß die Regelungen der DIN 79100 — insbesondere die Verbesserung der Bremsen und Beleuchtungseinrichtungen — möglichst weitgehend auf freiwilliger Basis umgesetzt werden.
- IV. Der Deutsche Bundestag regt gegenüber der Bundesregierung an,
1. für sogenannte Fahrradstraßen (Veloroutes) ein neues Verkehrsschild einzuführen, das die zulässige Fortbewegung in diesen Bereichen klar darstellt;
  2. den Kommunen die Möglichkeit zu verschaffen, Fahrradverkehr auf Sonderstreifen im Einzelfall bei ausreichender Breite der Fahrbahn zuzulassen.
- V. Der Deutsche Bundestag bittet die Bundesregierung zu prüfen,
1. ob die Aufstellung von verbindlichen einheitlichen Mindestvoraussetzungen für Radwege praktikabel und zweckmäßig ist;
  2. ob eine Öffnung von Einbahnstraßen für den Fahrradgegenverkehr unter folgenden kumulativen Voraussetzungen möglich erscheint:
    - klare bauliche Trennung oder Anlage eines Schutzstreifens zwischen Fahrbahn und Radweg,
    - Beschilderung, die den Autofahrer unmißverständlich auf den Gegenverkehr hinweist;
  3. ob eine Novellierung der StVZO im Hinblick auf eine Verbesserung der lichttechnischen Einrichtungen und der Bremsen am Fahrrad notwendig erscheint;
  4. ob der zunehmenden Bedeutung des Fahrradverkehrs im Steuerrecht durch die Einführung einer allgemeinen Entfernungspauschale Rechnung getragen werden kann;
  5. wie das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz so flexibilisiert werden kann, daß zur Verbesserung der Fahrradinfrastruktur auch Maßnahmen deutlich unterhalb eines Betrags von 200 000 DM gefördert werden können;
  6. ob die Benutzung der Radwege durch Mofas nur noch in Ausnahmefällen bei entsprechender Zusatzbeschilderung zugelassen werden sollte.
- VI. Die Bundesregierung wird ersucht, zum 31. März 1986 einen Bericht über den Realisierungsstand der unter Ziffer III und IV genannten Maßnahmen sowie über das Ergebnis der Prüfungsaufträge in Ziffer V vorzulegen.

Bonn, den 4. Dezember 1985

#### Der Ausschuß für Verkehr

Lemmerich      Kohn  
Vorsitzender      Berichterstatter

## Unterrichtung durch die Bundesregierung

Drucksache 10/5573

03. 06. 86

### Bericht über die „Förderung der Infrastruktur für den Fahrradverkehr“

Der Deutsche Bundestag hat die Bundesregierung aufgefordert, zu seinem Beschluß vom 20. März 1986 (Plenarprotokoll 10/207 in Verbindung mit Drucksache 10/4538) über die Förderung der Infrastruktur für den Fahrradverkehr einen Bericht vorzulegen

zu III. und IV.

über den Realisierungsstand der genannten Maßnahmen und

zu V.

über das Ergebnis der Prüfungsaufträge.

Nachfolgend wird hierzu Stellung genommen.

III. Zur Verbesserung der Sicherheit der Radfahrer fordert der Deutsche Bundestag die Bundesregierung auf,

1. durch Änderung der StVZO zu gewährleisten, daß für die Fahrradbeleuchtung zusätzlich zur Lichtmaschine eine Batterie mit einer Nennspannung von 6 Volt zulässig ist;

Es ist beabsichtigt, im Rahmen einer Verordnung zur Änderung der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) § 67 Abs. 1 dahin gehend zu ergänzen, daß für den Betrieb von Scheinwerfern und Schlußleuchten zusätzlich zur Lichtmaschine eine Batterie mit einer Nennspannung von 6 V verwendet werden darf.

Hierdurch kann erreicht werden, daß Fahrräder im Stand bzw. bei niedriger Geschwindigkeit besser von den anderen Verkehrsteilnehmern zu erkennen sind.

Die beabsichtigte Neufassung von § 67 Abs. 1 StVZO ist in eine größere Änderungsverordnung eingebunden, die zunächst den Ländern, einigen Ressorts sowie den betroffenen Verbänden zur Stellungnahme zugeleitet werden soll.

2. durch Verhandlungen mit der Fahrradindustrie zu erreichen, daß die Regelungen der DIN 79100 — insbesondere die Verbesserung der Bremsen und Beleuchtungseinrichtungen — möglichst weitgehend auf freiwilliger Basis umgesetzt werden.

Der Bundesminister für Verkehr hat sich nach einem entsprechenden Beschluß des Bund-Länder-Fachausschusses „Technisches Kraftfahrwesen“ bereits vor einem Jahr an die maßgeblichen Zweiradverbände mit der Bitte gewandt, über ihre Mitglieder darauf hinzuwirken, daß alle neuen Fahrräder nach der DIN 79100 geprüft und entsprechend gekennzeichnet werden.

Industrie und Handel haben inzwischen Bereitschaft signalisiert, möglichst nur noch solche Fahrräder in den Handel zu bringen, die der DIN 79100 entsprechen und die DIN-Plakette tragen.

Der Bundesminister für Verkehr wird seine Bemühungen nach einer weiteren Erhöhung der Verkehrssicherheit der Fahrräder fortsetzen.

IV. Der Deutsche Bundestag regt gegenüber der Bundesregierung an,

1. für sogenannte Fahrradstraßen (Veloroutes) ein neues Verkehrsschild einzuführen, das die zulässige Fortbewegung in diesen Bereichen klar darstellt.

Um sog. Fahrradstraßen einzurichten, bedarf es nicht eines neuen Verkehrszeichens. Wird der Beginn einer Straße mit dem Zeichen 237 StVO („Radfahrer“) versehen, dürfen dort nur Radfahrer verkehren; will man zusätzlich Fußgänger zulassen, kann dies durch das Zeichen 241 StVO („Fußgänger“) geschehen (Kombination beider Zeichen ist möglich). Soll auch Kfz-Verkehr zugelassen werden, geschieht dies durch eine Zusatztafel.

In einer so gekennzeichneten Straße

- müssen Radfahrer auf die Fußgänger Rücksicht nehmen,
- darf der Kfz-Verkehr nur mit Schrittgeschwindigkeit fahren (§ 41 Abs. 2 Nr. 5 Buchstaben c und e StVO).

In Fällen, wo der Fahrradstraße Vorfahrt eingeräumt werden soll, kann dies durch entsprechende Vorfahrtbeschilderung — z. B. Zeichen 205 oder 206 StVO — erreicht werden.

2. den Kommunen die Möglichkeit zu verschaffen, Fahrradverkehr auf Sonderspuren im Einzelfall bei ausreichender Breite der Fahrbahn zuzulassen.

Die StVO gibt den örtlichen Straßenverkehrsbehörden die rechtliche Möglichkeit, Sonderwege für Radfahrer vorzusehen (Zeichen 237 StVO). In der Regel wird allerdings ein baulich von der Fahrbahn abgesetzter Radweg als sicherer angesehen (II. VwV zu Zeichen 237 StVO).

- V. Der Deutsche Bundestag bittet die Bundesregierung zu prüfen,
  1. ob die Aufstellung von verbindlichen einheitlichen Mindestvoraussetzungen für Radwege praktikabel und zweckmäßig ist;

Allgemeinverbindliche, einheitliche Mindestvoraussetzungen für Radwege erscheinen schon deshalb als wenig sinnvoll, weil sie dem Baulasträger Minimallösungen anbieten. Ziel ist es vielmehr, eine den jeweiligen Erfordernissen angepasste Bauweise und Wegeführung zu verwirklichen. Ein Radweg muß an einer Hauptverkehrsstraße anders abgesichert sein als an einer wenig befahrenen Randstraße. Überdies könnten bestimmte einzuhaltende Vorgaben dazu führen, daß auf die Anlage eines Radweges aus räumlichen oder anderen Gründen verzichtet wird.

Gerade im Interesse einer höchstmöglichen Sicherheit des Fahrradverkehrs sollte der für den Baulasträger maßgebliche Entscheidungsraum nicht zu sehr eingeengt werden.

Die bestehenden Richtlinien und Empfehlungen haben sich als praktikabel und zweckmäßig erwiesen.

2. ob eine Öffnung von Einbahnstraßen für den Fahrradgegenverkehr unter folgenden kumulativen Voraussetzungen möglich erscheint:
  - klare bauliche Trennung oder Anlage eines Schutzstreifens zwischen Fahrbahn und Radweg,
  - Beschilderung, die den Autofahrer unmißverständlich auf den Gegenverkehr hinweist;

Aus Sicherheitsgründen sollten Radwege für den Fahrradgegenverkehr in Einbahnstraßen von der Fahrbahn getrennt sein. Dies kann — je nach den örtlichen Gegebenheiten — dadurch geschehen, daß der Radweg erhöht angeordnet, durch einen baulichen Schutzstreifen getrennt oder ausnahmsweise durch einen ausreichend breiten Sicherheitsstreifen von der Fahrbahn abgesetzt wird.

Bei klarer baulicher Trennung zwischen Fahrbahn und Radweg bestehen gegen den Fahrradgegenverkehr in Einbahnstraßen mithin keine Bedenken; eine entsprechende Beschilderung sollte die Sicherheitsvorkehrungen für den Radfahrer ergänzen.

3. ob eine Novellierung der StVZO im Hinblick auf eine Verbesserung der lichttechnischen Einrichtungen und der Bremsen am Fahrrad notwendig erscheint;

Zur Verbesserung der lichttechnischen Einrichtungen an Fahrrädern sind Änderungen von § 67 StVZO vorgesehen.

Neben der unter III. 1. genannten Batterie-Dauerbeleuchtung ist noch die Einführung eines Großflächen-Rückstrahlers beabsichtigt. Für Renn- und Sporträder unterhalb bestimmter Gewichtsklassen können Ausnahmeregelungen gelten.

Im Rahmen einer Überarbeitung von DIN 79100 sollen auch Bestimmungen über die Wirkungen von Fahrradbremsen in trockenem und nassem Zustand aufgenommen werden. Über die festzulegenden Bremswege und Bremsverzögerungen wird derzeit noch diskutiert. Es ist nach Mitteilung des Deutschen Instituts für Normung (DIN) beabsichtigt, diese Änderungsvorlage als Norm-Entwurf bis zur IFMA 1986 im September zu veröffentlichen.

Wenn es sich durchsetzt, daß zunehmend Fahrräder nach DIN 79100 gebaut, geprüft und gekennzeichnet werden, kann sich eine Änderung der Vorschrift in § 65 StVZO unter Umständen erübrigen.

4. ob der zunehmenden Bedeutung des Fahrradverkehrs im Steuerrecht durch die Einführung einer allgemeinen Entfernungspauschale Rechnung getragen werden kann;

Die Einführung einer allgemeinen Entfernungspauschale wird für nicht vertretbar gehalten. Ungeachtet steuerrechtlicher Probleme sollte nicht außer acht bleiben, daß eine allgemeine Entfernungspauschale zu Steuermindereinnahmen von ca. 800 Mio. DM/Jahr führen würde. Die angespannte Finanzlage des Bundes und die dringend notwendige Haushaltskonsolidierung lassen eine solche Regelung nicht zu.

5. wie das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz so flexibilisiert werden kann, daß zur Verbesserung der Fahrradinfrastruktur auch Maßnahmen deutlich unterhalb eines Betrages von 200 000 DM gefördert werden können;

Die in den Bundesrichtlinien von 1967 enthaltene Grenze von 500 000 DM ist mit Inkrafttreten des GVFG seinerzeit auf 200 000 DM gesenkt worden. Eine weitere Absenkung wäre problematisch im Hinblick auf Artikel 104 a Abs. 4 GG, wonach nur „besonders bedeutsame Investitionen“ gefördert werden können.

Durch die Kostensteigerung seit 1972 ist der Umfang der förderungsfähigen Vorhaben bereits erheblich erweitert worden. Außer der GVFG-Förderung trägt die Bundesregierung zu einer weiteren Verbesserung der Fahrradinfrastruktur insbesondere noch bei durch

- die für 1986 und 1987 erhöhten Bundesfinanzhilfen zu Sanierungsmaßnahmen nach dem Städtebauförderungsgesetz, die z. B. auch für Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung zur Verfügung stehen sowie
- die im Rahmen des Arbeitsförderungsgesetzes geschaffenen Möglichkeiten.

6. ob die Benutzung der Radwege durch Mofas nur noch in Ausnahmefällen bei entsprechender Zusatzbeschilderung zugelassen werden sollte.

Nach geltendem Recht müssen auch Mofas die Radwege benutzen; sie können jedoch durch Zusatzschild „Keine Mofas“ von der Benutzung ausgeschlossen werden.

Die Bundesregierung hält es nicht für vertretbar, die Mofas generell auf die Fahrbahn zu verweisen. Dadurch würde ein unnötiges Sicherheitsrisiko für die nur max. 25 km/h fahrenden Fahrzeuge heraufbeschworen — ohne daß die Sicherheit der Radfahrer auf den Radwegen erhöht würde.

Rodgau, 25.5.1986

Sehr geehrte PRO VELO-Redaktion,  
kann ich bei Ihnen einige Gedanken zu diesen Themen  
(Langsam Radfahren/Der Wirkungsgrad im Fahrrad-  
antrieb) loswerden?

Der Hintergrund ist eine 10jährige Erfahrung (genauer  
10jähriger Frust) im Umgang mit 10-Gang-Kettenschal-  
tungen bzw. der Versuch, 4 derart ausgestattete Fahr-  
räder in Ordnung zu halten, der schließlich in Resig-  
nation endete.

Ihre Ausführungen zu o.a. Themenbereich beantworteten  
mir eine Reihe von Fragen, die mich seit längerem be-  
schäftigen: 5-Gang, 10-Gang, Nabenschaltung, Ketten-  
schaltung, Kettenkapselung usw., kurz, wie kann man  
möglichst ermüdungsfrei radeln bzw wie muß die ent-  
sprechende Technik ausgelegt sein.

Die Beiträge zum Thema "Wirkungsgrad" bieten anschau-  
liche, jedoch (wie ich meine) nurtheoretische Aus-  
gangswerte. Im folgenden Punkt wäre die Fortführung  
der Untersuchung im praktischen Alltag wünschenswert:

Die beschriebenen Methoden zur Ermittlung des Wirkungs-  
grades basieren auf unverschlissenen, sauberen, geöl-  
ten Ketten sowie neuen Kettenblättern und Zahnkränzen.  
Da es diesen Zustand praktisch nicht (oder nicht lange)  
gibt, stellt sich die Frage nach dem Wirkungsgrad des  
"Normal"-Kettenantriebes:

- Mäßig geschmiert und verschmutzt, nicht verrostet  
oder verwarlost
- Nicht mehr neu, aber auch nicht ausgeleiert.

Wer etwas technisch-bewußt Fahrrad fährt, dem dürften  
folgende Beobachtungen geläufig sein: da ist der neue  
oder frisch überholte Kettenantrieb, also gewaschen,  
geölt (in der richtigen Menge und mit dem richtigen  
Öl) und die erste Ausfahrt. Es geht leicht, geschmei-  
dig und geräuschlos. Da kommt die erste Sanddurchfahrt  
oder Pfütze (man fährt ja nicht nur auf Asphalt), und  
der Vorderreifen nimmt seine Funktion als Dreck-  
schleuder auf; die freiliegenden Kettenblätter mit  
Kette liegen im Direktbeschuß. Vorbei ist es zunächst  
mit der Geräuschlosigkeit und wenig später mit der  
Leichtgängigkeit. Es knirscht und knackt beim Vorgang  
der Zermahlung von Sand- und Kieselkörnern zwischen  
Kettenrolle und Zahngrund; man hört die typischen Ge-  
räusche bei der Entstehung des eigentlichen Schmier-  
mittels des freiliegenden Kettenantriebes: eine  
Schleifpaste aus Sand und Öl.

Diese Paste ist fester Bestandteil der freilaufenden  
Kette, woran auch die Wäsche im Lösungsbad nicht viel  
ändert (man treibe mal eine Nieme einer frisch geba-  
deten Kette aus), es sei denn, daß man über ein Ultra-  
schallbad verfügt.

Zurück zur Ausgangsfrage: Wie ist der Wirkungsgrad  
des "Normal"-Antriebes, der unabwendbar permanent Sand  
im Getriebe hat? Die Antwort etwas vorwegnehmend  
drängt sich die nächste Frage auf: Wie sinnvoll ist  
der freiliegende Kettenantrieb?

Die zweite Frage stellt sich meines Erachtens auch  
immer dann, wenn die Fahrradindustrie z.B. die über-  
legenen Reibwerte teurer Tretlager und Vorderrad-

naben herausstellt. Wo liegt der Gewinn dieser Tech-  
nik, solange man den Kettenantrieb der "Schleifpaste"  
überläßt? - Die Folgerung ist: Die Kettenkapselung!

Siegfried Stark, Danzigerstr. 14, 6054 Rodgau 6

Frankfurt, 21.4.1986

Liebe Pro Velocipedisten und Pro Velocipedistinnen,  
mehrmals habe ich nun schon die hervorragende  
Zeitschrift PRO VELO mit Begeisterung gelesen. Es  
gibt zur Zeit kein überregionales Periodikum dieses  
Themas, das PRO VELO auch nur im Entferntesten das  
Wasser reichen könnte. Bunter und schöner sehen  
manche aus, doch hapert es mit der Information,  
die mir bei dieser Angelegenheit am wichtigsten  
ist.

Meinen ersten Leserbrief an PRO VELO schreibe ich  
aufgrund des Artikels von Heike Hattendorf in  
PRO VELO 5 über ihre Erfahrungen mit Bremsen. Sehr  
pointiert und praxisgerecht geschrieben. Auch auf  
den nachfolgenden Artikel von H. Bode über Brem-  
sen beziehe ich mich.

Vermißt habe ich nämlich Informationen über Trommel-  
bremsen, beziehungsweise hat mich das pauschale  
Urteil von H. Bode gewundert. Also möchte ich ein  
wenig über die Erfahrungen mit meiner Trommel-  
bremse von Fichtel&Sachs, Typ Orbit VT V 0120  
schreiben.

Zuerst sei etwas zu der Bemerkung von H. Bode über  
das Gewicht erwidert. Nimmt man das Gewicht einer  
durchschnittlichen Nabe und das einer stabilen  
Felgenbremse zusammen, so ist der Unterschied zum  
Gewicht meiner Trommelbremse gering. Ein angenehmer  
Nebeneffekt der Lage der Masse ist eine Stabili-  
sierung des Geradeauslaufs. Wichtig ist noch, daß  
das Rad gut zentriert ist, da sonst eine ungleich-  
mäßige, etwas holprige Bremswirkung eintritt und  
daß die Gabel stabil genug ist. Bei Billigrädern  
verzieht sich sonst leicht der linke Gabelholm  
wegen der großen Torsionskräfte.

Ist die Trommelbremse jedoch einmal richtig ein-  
gebaut, stellt sich nur noch eitel Freude beim  
Fahren ein. Nie zuvor habe ich so wenig Kraft für  
soviel Bremsleistung benötigt! Die Sanftheit der  
Kraftentfaltung kann ich gar nicht genug loben.

Auch jegliches Nachstellen entfällt erst einmal  
für lange Zeit. Ist es dann einmal notwendig, geht  
es ganz problemlos vonstatten.

Ich fahre das ganze Jahr über Rad, bei jedem Wetter,  
so daß die Trommelbremse sich bei Hitze, Kälte,  
Regen und Schnee bewähren konnte. Sie tat es: Nie  
auch nur das geringste Problem!

Und der Preis ist auch nicht teurer als der der  
Mathauser Bremsklötze von Heike Hattendorf, womit  
ich auch sagen möchte, daß ich das Argument "teuer"  
von H. Bode nicht verstehe.

Erich Jungwirth, Jungstr. 19, 6000 Frankfurt 90

Nobody is perfect - in allen Veröffentlichungen (einschließlich PRO VELO) können sich Fehler einschleichen. Darüberhinaus kann man gelegentlich auch in technischen Fragen vortrefflich streiten. Bei Veröffentlichungen und Werbetexten zum Thema Fahrrad muß man aber häufig den Eindruck haben, daß dem Leser beliebig große Bären aufgebunden werden können.

Daß dem nicht so ist, bitten wir unsere Leser zu dokumentieren: Suchen Sie drei Fehler in den vorgestellten Texten heraus und schreiben Sie möglichst kurz auf eine Postkarte, warum diese Punkte falsch sind.

Wir werden unter den richtigen Lösungen ein PRO VELO - Jahresabo verlosen (Rechtsweg ausgeschlossen) und diese Lösung abdrucken.

Beachten Sie: Sie haben hervorragende Chancen, denn die Leserschaft von PRO VELO ist zwar qualifiziert aber klein!

Einsendeschluß: 30.10.86

P.S. Wenn Sie selbst irgendwo einen aufgebundenen Bären entdecken, können Sie uns den Text gern für eine Preisfrage vorschlagen.

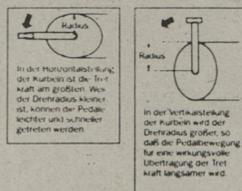
### Die Idee ist ganz einfach. Aber die Wirkung ist verblüffend:

Eigentlich ist es ein Wunder, daß noch niemand darauf gekommen ist, obwohl der Effekt schon lange bekannt ist: Je länger ein Hebel, umso mehr Kraft wird wirksam.

Beim Fahrradfahren ist das genauso. Die Kraft vom Treten wird auf die Kurbel (die wirkt wie ein Hebel!) und von da aufs Kettenblatt übertragen. Je länger die Kurbel, desto mehr Wirkung. Oder andersrum: Je kleiner das Kettenblatt, desto leichter das Treten - jeder kennt das vom Fahrrad her, schließlich beruhen alle Gangschaltungen auf dem Prinzip. Und weils alle so machen, hat sich Shimano das mal ganz genau angesehen: Die Übertragung der menschlichen Kraft beim Fahrradfahren. Und den Computer zuhelfe genommen.

Herausgekommen ist 'biopace', das erste Kettenblatt, das sich vollkommen der menschlichen Biomechanik beim Fahrradfahren anpaßt: Wenn der Mensch mit Kraft in die Pedale tritt (also die Kurbel im waagerechten Bereich liegt), dann ist das 'biopace'-Kettenblatt klein und die Wirkung groß. Steht die Kurbel dagegen senkrecht (also wenig Kraft wirkt), dann ist 'biopace' im Radius größer.

Das heißt nichts anderes, als daß die menschliche Kraft dann am meisten genutzt wird, wenn sie vorhanden ist. Das Ergebnis: Leichteres, rhythmischeres Treten.



**biopace**  
Computer Designed Drive System

SHIMANO

aus RADMARKT 5/86

## Der Unterschied zwischen einem Campagnolo und irgend einem anderen Teil ist kaum erkennbar.

### Aber entscheidend.

Vorderradbremssache. Ein wichtiger Teil, von dem Sicherheit und Zuverlässigkeit der Bremse abhängen. Er wird aus vergütetem Spezialstahl gefertigt. Dieser Werkstoff wurde ausgesucht und getestet, um einen Beanspruchungswiderstand von über 80 kg/mm<sup>2</sup> garantieren zu können.

Das Gesenkschmiedeverfahren reduziert die innere Spannung des Materials, eine Fasern-Anordnung garantierend, die geeignet ist, die statische Festigkeit sowie den Beanspruchungswiderstand zu optimieren. Die äußerst sorgfältige Bearbeitung garantiert die Rechtwinkligkeit zwischen Achse und Auflagefläche der Bremsbügel mit Toleranzen von Hundertsteln von Millimetern. Mit derselben Genauigkeit in der Bearbeitung der Bremsbügel wird die Parallelität der Auflageflächen erreicht, welche zwecks Vermeidung einer nicht präzisen Bremsung sowie des Pfeifens der Bremsen unbedingt notwendig ist. Um eine Bremsachse mit solchen Eigenschaften zu fertigen, muß man die Qualität eines jeden einzelnen Teiles überprüfen, dies in Hinblick auf die Gewährleistung des höchstmöglichen Maßes an Zuverlässigkeit und Dauerhaftigkeit. Um eine Bremsachse mit solchen Eigenschaften zu fertigen, ist es von



wesentlicher Bedeutung, daß die computergesteuerten Maschinen in der Lage sind, mit handwerklicher Sorgfalt zu arbeiten und zwar Seite an Seite mit Handwerkern, welche über Erfahrung ohnegleichen verfügen. Es ist von entscheidender Bedeutung, daß die Campagnolo-Abteilung "Forschung und Entwicklung" die Achse so geplant und mehrere Jahre lang erprobt hat, so wie sie heute den Radsport von morgen plant und erprobt. Um eine Bremsachse mit solchen Eigenschaften zu fertigen, ist es ausschlaggebend, 50 Jahre Rennen und Siege auf allen Strassen der Welt aufweisen zu können. Man muß eigentlich Campagnolo sein, um eine Bremsachse für eine Bremse zu fertigen, die einen nicht im Stich läßt, die Toleranzen von Hundertsteln von Millimetern hat und eine bis auf das Mikron kontrollierte Chromschicht aufweist.

**Campagnolo**<sup>®</sup>

WENN TECHNOLOGIE ZUR MOTION WIRD

aus RADMARKT 6/86

## PREISAUSSCHREIBEN

# Rund um's Out-o Auto

Aus Anlaß der Jubiläumsfeierlichkeiten „100 Jahre Automobil“ und zum europäischen „Jahr der Verkehrssicherheit“ schreibt der ARBEITSKREIS VERKEHR und Umwelt e.V. hiermit ein kleines Preisausschreiben aus.

Teilnehmen kann jeder, die oder der davon erfährt. Die Fragen sind nicht so ganz einfach, es ist also kein Wischi-Waschi-Preisausschreiben, bei dem die Antworten schon im Text eingearbeitet sind.

Aber: **Geraten oder gewußt**, da fragt später kein Mensch mehr nach. Entscheidend ist die Teilnahme, und deshalb gleich hier die drei Fragen. Es können alle drei, zwei oder es kann auch nur eine Frage davon beantwortet werden:

### Frage A. (die Allerleichteste)

Ist es wahr, daß Herr Dollinger 1972 in einem verkehrspolitischen Buch folgende Sätze veröffentlichte:

„Täglich wälzt sich ein Moloch durch unsere Städte . . . Das Auto ist die Fortsetzung des Krieges mit anderen Mitteln!“ (Ja oder nein?)

### Frage B. (es wird deutlich schwieriger)

Welcher recht bekannte deutschsprachige Liedermacher textete und singt ein Lied mit folgenden Refrain:

„Unser neuer Gott hat Räder, der neue Gott hat Blech . . .“?

### Frage C. (die ausgesprochen schwere Frage)

Welcher weltbekannte Publizist und Nobelpreis-Träger schrieb folgende Anmerkung in sein Tagebuch:

„Wie die Ägypter die Krokodile anbeteten, die sie fraßen . . . , beten wir die Automobile an, die uns totfahren. Wir rufen nicht mehr Vaterland, sondern Tempo, und diesem Tempo opfern wir täglich Menschenleben, gesunde Glieder, noch intakte Nerven. Das ist der Moloch, der unsere Kinder verschlingt und die Greise wegputzt, die überflüssigen, die nicht mehr mithalten können und die wir den malmenden Rädern der Motorkarren . . . überlassen, weil wir den Brauch der Skythen, die alten Leute einfach abzuschlachten, als allzu primitiv empfinden.“?

**Einsendeschluß ist der 31.12.1986!**

**Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Anschrift:  
ARBEITSKREIS VERKEHR und Umwelt e.V.,  
Cheruskerstraße 10, 1000 Berlin 62.**

Die Ergebnisse werden im Frühjahr 1987 in dieser Zeitung veröffentlicht.

Das Besondere an diesem Preisausschreiben:

Die Preise stehen zum Zeitpunkt der Ausschreibung noch nicht fest (auch Spenden sind gern gesehen), es wird auch darauf ankommen, wieviele richtige Antworten für die verschiedenen Fragen eingehen.

Zusätzlich werden ein Teil der **mitgeschickten Karikaturen, Fotos, Gedichte, Literatur-Auszüge** usw. „Rund um's Out-o“ prämiert!

## PRO VELO IM ABO

Ab September bzw. Dezember 1986 wird PRO VELO viermal jährlich erscheinen: Im März, Juni, September und Dezember. Ab sofort ist PRO VELO auch im Abo erhältlich. Die jährlichen Bezugsgebühren betragen DM 20,-- (incl. Porto). Wer bereits ab PRO VELO 6 ein Abo bestellt hat, erhält mit dieser Ausgabe eine Rechnung über DM 10,-- für die Ausgaben 6 und 7. PRO VELO 7 wird sofort nach Erscheinen im Dezember zugestellt.

Der Abo-Bezug bedeutet eine Verbilligung von DM 6,80 (bei Rechnungstellung) bzw. von DM 4,-- (bei Vorauszahlung jedes einzelnen Heftes).

Alle Ausgaben von PRO VELO (ab Nr. 1 sowie das EXTRA-Heft "Fahrradforschung in Deutschland" vom September 1985) werden stets vorrätig gehalten und können von neuen Abonnenten bei Angabe der Abo-Nr. zum verbilligten Abo-Preis bezogen werden.

Die Redaktion

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

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

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

## Veranstalter von Fahrrad-Reisen

Bei folgenden ausländischen Fremdenverkehrsämtern sind spezielle Prospekte über Fahrradreisen erhältlich:

Belgisches Verkehrsamt, 4000 Düsseldorf, Telefon (02 11) 32 60 08

Kanadisches Fremdenverkehrsamt, 6000 Frankfurt, Telefon (069) 28 01 57

Fremdenverkehrsamt Volksrepublik China, 6000 Frankfurt, Telefon (069) 55 52 92

Dänisches Fremdenverkehrsamt, 2000 Hamburg, Telefon (040) 32 78 03

British Tourist Authority, 6000 Frankfurt, Telefon (069) 2 38 07 50

Staatl. Israelisches Verkehrsbüro, 6000 Frankfurt, Telefon (069) 72 01 57

Fremdenverkehrsamt Malta, 6000 Frankfurt, Telefon (069) 28 58 90

New Zealand Tourist Office, 6000 Frankfurt, Telefon (069) 28 81 89

Niederländisches Büro für Tourismus, 5000 Köln, Telefon (02 21) 23 62 62

Northern Ireland Tourist Board, 6000 Frankfurt, Telefon (069) 23 45 04

Österreichische Fremdenverkehrswerbung, 6000 Frankfurt, Telefon (06 11) 2 08 98

Polorbis Reiseunternehmen GmbH, 5000 Köln, Telefon (02 21) 52 00 25

Schwedische Touristik Information, 2000 Hamburg, Telefon (040) 33 01 85

Ibusz - Ungarisches Reisebüro, 6000 Frankfurt, Telefon (069) 25 20 18.



INHALT

IMPRESSUM .....1

FAHRRADVERKEHR  
 Radfahren - Gedanken zu einem Verkehrsmittel ...2  
 Typische Verletzungen beim Radfahrerunfall ...36  
 Radfahrerunfälle im Überblick .....37

FAHRRAD-TESTS  
 Wanderrad Ranger von Patria/Epple .....4  
 Stadträder .....5  
 Steckrad carrybike .....6  
 Ergorad u.a. ....7  
 Cardano Comfort von Fendt .....8  
 Moulton .....9  
 Reiseräder .....10  
 Roulandt-Liegerad .....46

THEMA: REISERAD  
 Einstiegsmodell Reiserad .....12  
 Anmerkungen zur Ausstattung von Reiserädern ...13  
 Der "Shimmy-Effect" .....15  
 Gepäckliste .....16  
 Erfahrungen mit Fahrradtaschen (Test) .....17

FAHRRADTRANSPORT  
 Roll's Transportmobil .....22

TECHNIK  
 Auslegung eines Fahrradgetriebes .....25  
 Schwebend fahren .....26  
 Festigkeitsmeßwerte von Rahmen, Speichen,  
 Ketten .....28  
 Grundlagen der Funktion von Fahrradlicht-  
 maschinen - Einfache Verbesserungsmöglich-  
 keiten für konstante Lichtstärke schon bei  
 niedrigen Geschwindigkeiten .....32  
 Eine unkonventionelle Lichtanlage für das  
 Fahrrad .....35  
 Vom Nachlauf und seiner Bedeutung .....42  
 Vorschlag für ein Arbeitskonzept einer künf-  
 tigen Technik-AG im ADFC .....45

VERKEHRSPÄDAGOGIK  
 Verkehrssicherheit für den Radfahrer durch  
 funktionales Verhalten - Konsequenzen für  
 die Verkehrspädagogik .....40

RECHT UND NORMUNG  
 Gilt das Gerätesicherheitsgesetz auch für  
 Fahrräder ? .....43

FACHTAGUNGEN - KONGRESSE  
 Fachgespräch Fahrradbremsen .....47  
 Seminar Fahrrad heute .....47  
 Wissenschaftliches Symposium: Vom Fahrrad  
 zum energiesparenden Leichtfahrzeug - Fahr-  
 radforschung in der Bundesrepublik Deutsch-  
 land .....47

PRO VELO  
 Inhalt PRO VELO 1 bis 3 .....48



INHALT

Impressum/Inhalt .....1

Integrierte Stadt- und Verkehrsplanung .....2

Langsam Radfahren - Zur Auslegung von Ketten-  
 schaltungen .....4

Experimente mit neuen Materialien für Fahrrad-  
 rahmen .....9

Fahrradelektrik .....10

Messung von Rollwiderstand und Luftwiderstand  
 bei Fahrrädern .....14

Der Wirkungsgrad im Fahrradtrieb .....16

Messung von Fahrwiderständen beim Fahrrad .....21

Erfahrungen mit Fahrradbremsen in der Praxis ....35

Bremsen der meisten Fahrräder sind katastrophal .39

Erste Testergebnisse der "Leitra"-Prototypen ....40

Forschungsdienst Fahrrad .....42

Halogen-Glühlampen für Fahrrad-Scheinwerfer ....44

Zur Funktion von Fahrrad-Lichtmaschinen .....45

Testbericht: Der UNO-Fahrradanhänger .....47

Bücher .....48

§ 67 StVZO Prüfung der Standbeleuchtung .....48

PRO VELO IM ABO ? .....49

PRO VELO 1, 2, 3, 4 und EXTRA .....50/51

PRO VELO-Verlosung .....51

**ZWEIRAD - MEISTERIN**

gesucht

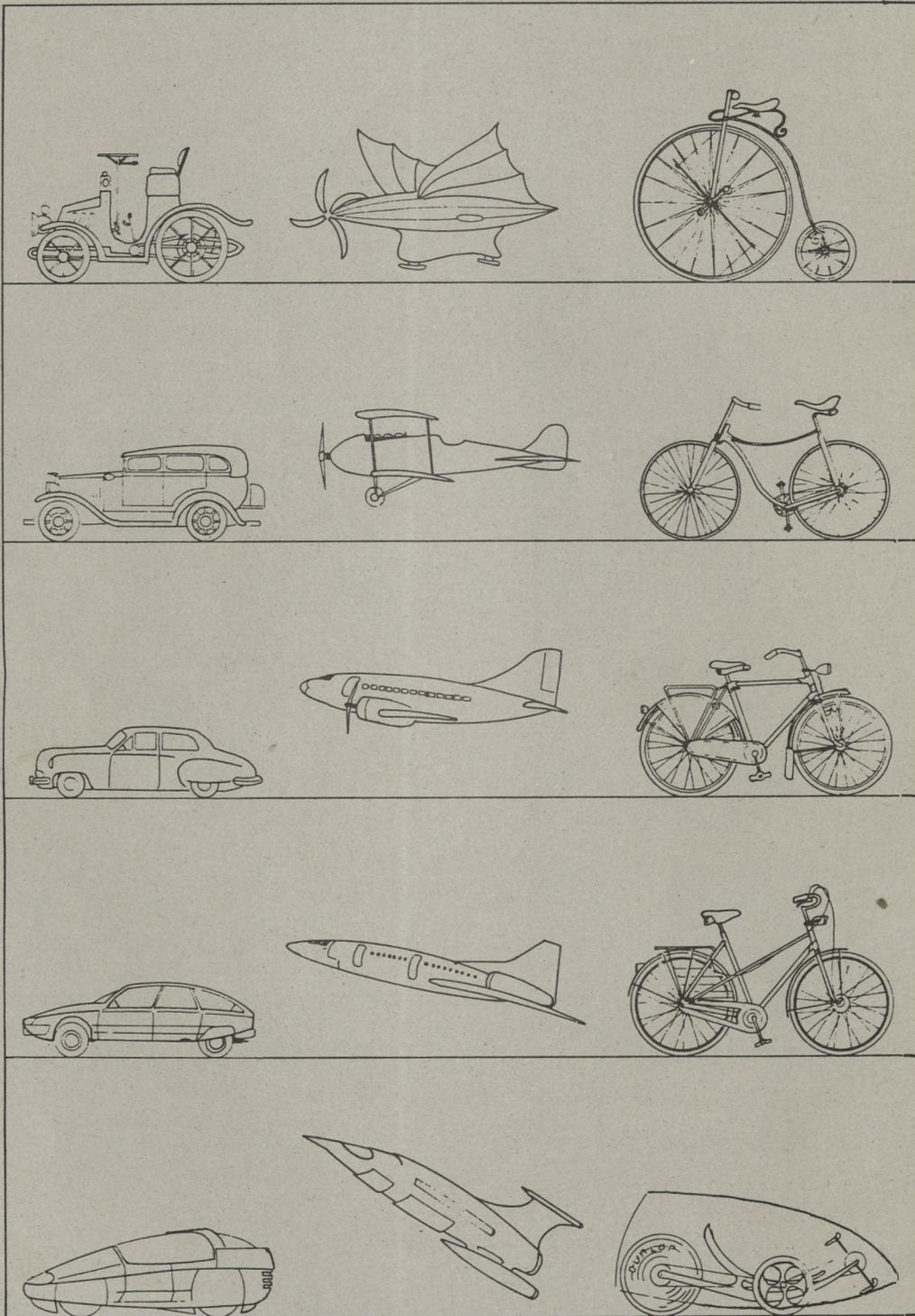
Bewerbungen mit den übli-  
chen Unterlagen bitte an:

**TANDEM e.V.**

Flughafenstr. 569

4600 Dortmund 14

Tel. 0231-23 46 02



ISBN 3-925209-07-7

ISSN 0177-7661