

F 20145 F



Das 21 Fahrrad-Magazin

2 - 1990

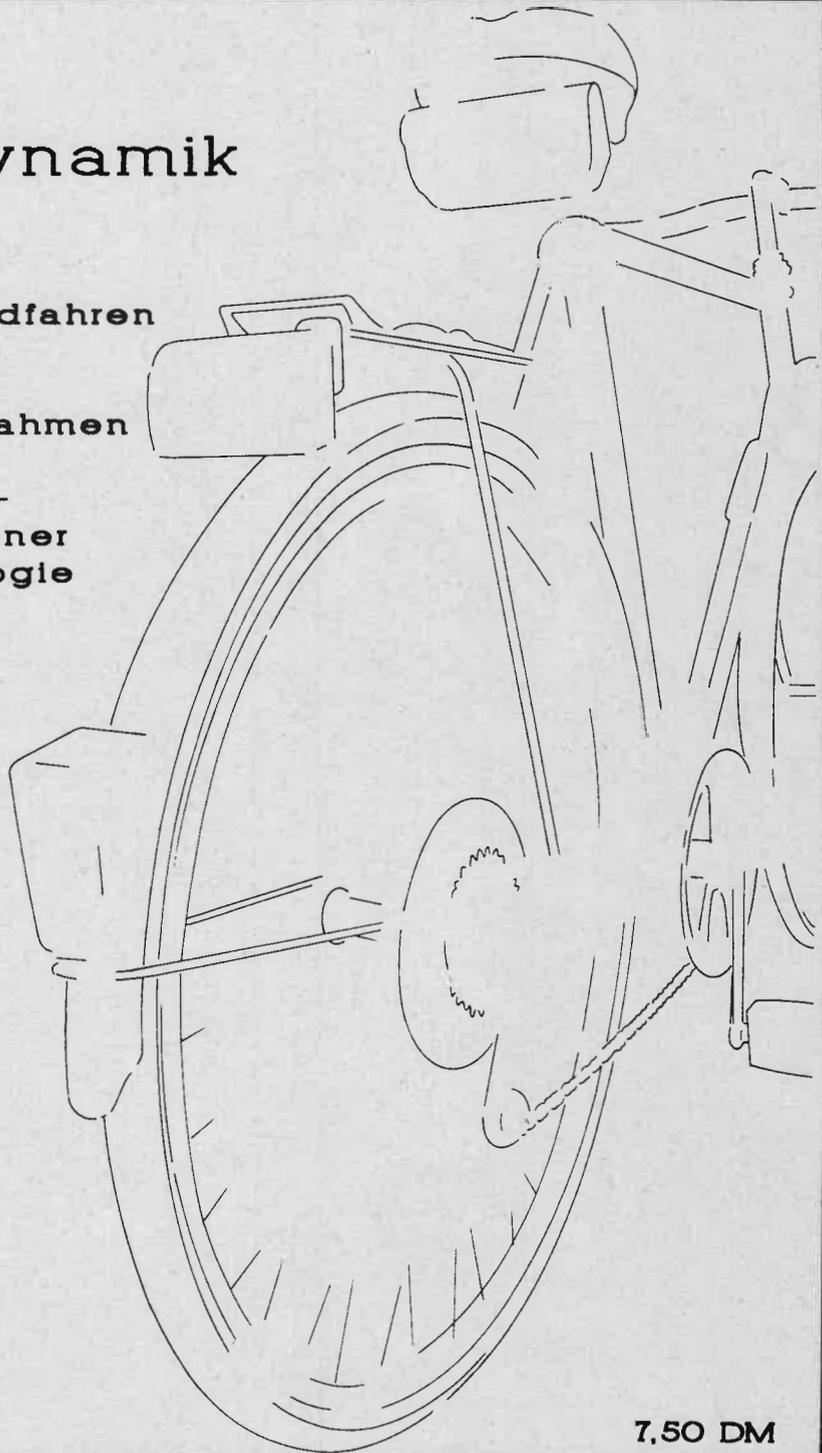
Fahrraddynamik

Warum ist Fahrradfahren
so einfach?

Bessere Fahrradrahmen

Zärtlicher Sattel -
erster Versuch einer
Radfahrer-Ethnologie

Testbericht zum
Bremer Reiserad



19. bis 23. Sept. 1990
19. und 20. September
Nur für Fachbesucher

Internationale Fahrrad- und
Motorrad-Ausstellung Köln

7,50 DM



Glücklich, wer Fehler gerade noch rechtzeitig erkennt. Wer 5 vor 12 zugibt, ganz weit weg sein zu wollen. Und möglichst nicht zu zweit. Zur Überwindung auch großer Entfernungen empfehlen wir unser Reiserad. (Als Tandemmodell nicht erhältlich!)

Das Reiserad der VSF-Fahrrad-Manufaktur. Mit speziell entwickeltem CrMo-Rahmen, lieferbar in der H-Diamant-Form (50-67 cm). Die SUNTOUR-Indexschaltung garantiert die freie Wahl unter 21 Gängen. Dazu gibt es die Cantilever-Bremsen SUNTOUR XCD 6000, den Ledersattel BROOKS Conquest und die langlebige SCHWALBE-Marathon-Decke 32-622.

Ach ja: ATB's, Rennmodelle und natürlich DAS RAD produzieren wir auch. Prospekte anfordern!

Bye-bye, love

Use Akschen 71-73
D-2800 Bremen 21

FAHRRAD
Manufaktur

IMPRESSUM

Herausgeber
Dr. Friedrich Bode

Redaktion
Friedrich Bode, Burkhard Fleischer

Redaktionsanschrift
Am Broicher Weg 2, 4053 Jüchen-Bedburdyck
Telefon 02181-43448

Vertrieb
Pro Velo
Am Broicher Weg 2, 4053 Jüchen

Satz und Druck: Compo-INFOTEXT
(That's Write Lizenz 2467)

PRO VELO erscheint viermal im Jahr: im März, Juni, September und Dezember.
Einzelpreis 7,50 DM einschließlich 7% MWST, bei Rechnungsstellung zuzüglich 1 DM Versandkosten.

Bei Vorauszahlung werden keine Versandkosten berechnet. Bestellungen bitte durch Bank- oder Postüberweisung auf das Konto "PRO VELO-Verlag, 4053 Jüchen" beim Postgiro Essen, Konto 16909-431 (BLZ 360 100 43).

Die gewünschten Ausgaben sowie die vollständige Anschrift auf dem Überweisungsträger bitte deutlich angeben.

Abonnement: 20 DM für 4 Ausgaben. Das Abo verlängert sich automatisch. Abbestellungen bitte 2 Monate vor Auslaufen des Abos.

Die bereits erschienenen Hefte von **PRO VELO** werden stets vorrätig gehalten.

Bisher erschienen:

PRO VELO 1 bis 4

PRO VELO 5: Fahrradtechnik I

PRO VELO 6: Fahrradtechnik II

PRO VELO 7: Neue Fahrräder I

PRO VELO 8: Neue Fahrräder II

PRO VELO 9: Fahrradsicherheit I

PRO VELO 10: Fahrradzukunft I

PRO VELO 11: Neue Fahrrad-Komponenten

PRO VELO 12: Erfahrungen mit Fahrrädern III

PRO VELO 13: Fahrrad-Tests I

PRO VELO 14: Fahrradtechnik III

PRO VELO 15: Fahrradzukunft II

PRO VELO 16: Fahrradtechnik IV

PRO VELO 17: Fahrradtechnik V

PRO VELO 18: Fahrradkomponenten II

PRO VELO 19: Fahrradtechnik VI

PRO VELO 20: Fahrradsicherheit II

INHALT

| | |
|--|----|
| Impressum | 3 |
| Physikalische Modelle der Fahrrad- dynamik. Warum ist Fahrradfahren so einfach? | 5 |
| Bessere Fahrradrahmen können ohne "Hai-Teck" gebaut werden | 11 |
| Testbericht zum Reiserad der Bremer Fahrradmanufaktur | 16 |
| So zärtlich ist der Sattel. Absolut erster Versuch einer Ethnologie des Fahrrad- fahrers als solchem | 23 |
| Fahrrad - Technik - Freizeit. Bericht vom 2. Burgdorfer Fahrradseminar | 26 |
| Forschungsdienst Fahrrad | 29 |
| Pro Velo bisher | 30 |
| Neue Bücher und Artikel | 15 |

PRO VELO 21 - JUNI 1990

Copyright © 1990 by Friedrich Bode

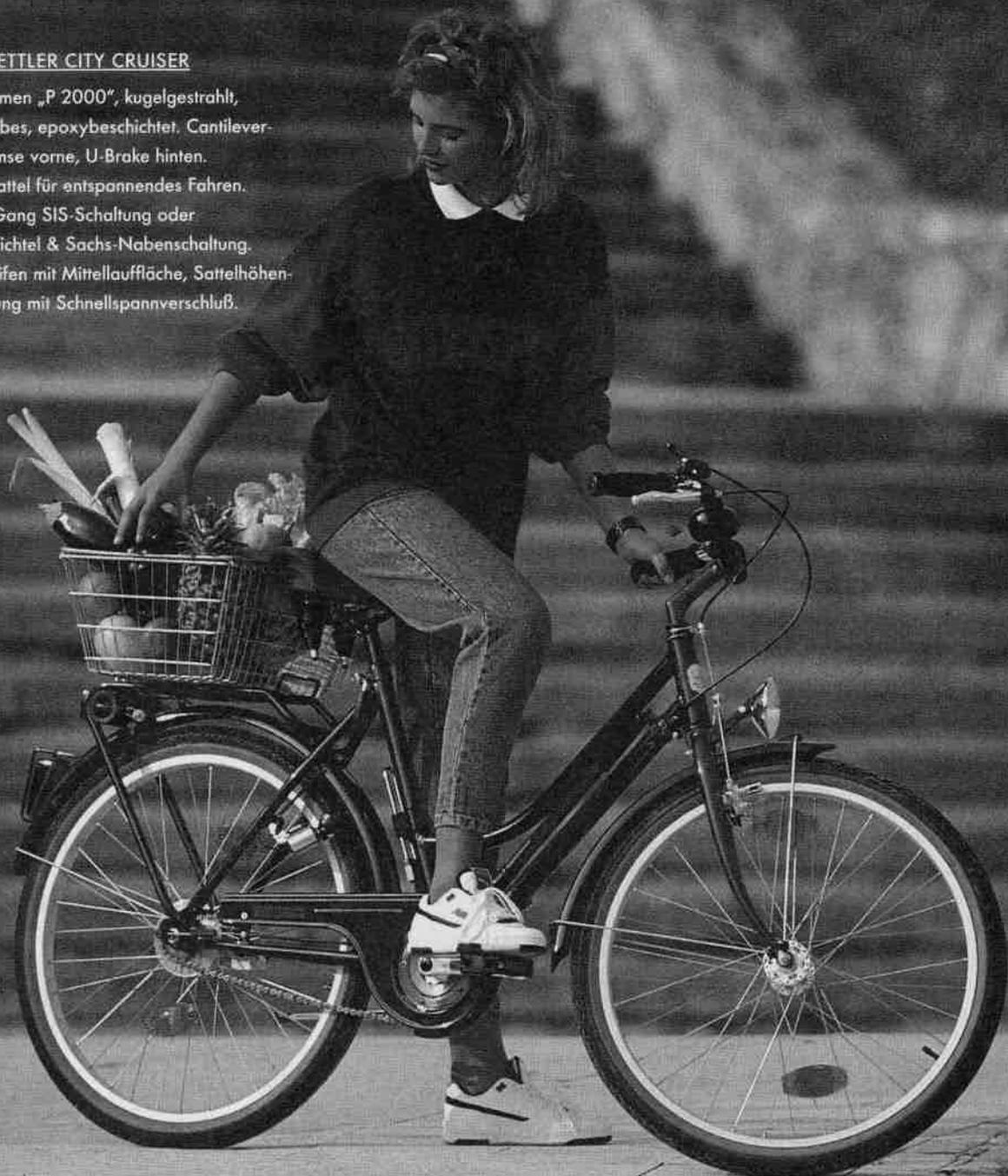
ISSN 0177-7661
ISBN 3-925209-22-0

KETTLER ALU-RAD

FAHR AB AUF ALU-LEICHT!

KETTLER CITY CRUISER

- Alu-Rahmen „P 2000“, kugelgestrahlt, oversized tubes, epoxybeschichtet. Cantilever-Bremse vorne, U-Brake hinten.
- Breiter Sattel für entspannendes Fahren.
- 6-Gang SIS-Schaltung oder 3-Gang Fichtel & Sachs-Nabenschaltung.
- Breite Ballonreifen mit Mittellauffläche, Sattelhöhenverstellung mit Schnellspanverschluss.



WUNDERLICH WEISSEN



Leicht ist im Trend. Auch beim Radfahren. Ob beim Shopping oder bei der Tour mit Freunden. Mit dem City Cruiser bietet KETTLER jetzt ein völlig neues Fahrgefühl. Da wird das Radfahren zur Erholung. Für ein leichtes, gesundes Radvergnügen.

Der neu entwickelte Alu-Rahmen „P 2000“



Wann kommen Sie auf die leichte Tour? Wann steigen Sie um auf KETTLER?

City Cruiser von KETTLER – Das macht uns so leicht keiner nach.



DAS ALU-RAD.

Physikalische Modelle der Fahrraddynamik

Warum ist Fahrradfahren so einfach?

Das Fahrrad als Objekt der Physik

Obwohl Fahrradfahren so einfach ist, daß ein entsprechend motiviertes Kind von vier oder fünf Jahren es in einem Nachmittag erlernen kann, haben sich immer wieder Physiker, Mathematiker und Ingenieure ernsthaft mit einer Theorie des Fahrrades (genauer: einer Theorie des Gleichgewichts und seiner Stabilität bei einem bewegten Masse-Fahrrad-System) beschäftigt. Die Faszination, die von diesem Problem ausgeht (und die auch uns zur Beschäftigung damit geführt hat), liegt zum einen in der Tatsache, daß das Fahrrad ein ungewöhnliches mechanisches System ist, das - während der Geradeausfahrt - einen stabilen Zustand bei einem Maximum an potentieller Energie einnimmt. Zum anderen interessierte (und interessiert noch immer) die Frage, ob die Aktionen des Fahrers (Lenkbewegungen, Gewichtsverlagerung) einen entscheidenden Einfluß auf die Stabilität der Fahrzustände ausüben. Oder provokativ gefragt: Kann ein Kartoffelsack radfahren? Um das herauszufinden, stellen wir unsere Untersuchungen unter die beiden Leitfragen: Welche Bahnen des Fahrrades sind überhaupt möglich? Und welche davon sind stabil?

Daß sich die theoretische Analyse als schwieriges Unterfangen herausstellt, liegt an zwei physikalischen Besonderheiten der Fahrradkonstruktion: Erstens hängen die geometrischen Parameter des Fahrrades (Radstand, Nachlauf, Steuerkopfwinkel) beim Verlassen der aufrechten Position in komplizierter Weise von Lenkeinschlag und Kippwinkel ab (der Nachlauf kann sogar sein Vorzeichen ändern), und zweitens handelt es sich um ein nichtholonomes System. Dies bedeutet folgendes: Das Fahrrad hat fünf Freiheitsgrade der Lage im Raum (zwei Koordinaten für die Berührungspunkte der Räder mit dem Boden, zwei Koordinaten für die Lage der Rahmenebene, eine Koordinate für die Verdrehung der Vorderradebene gegen die Rahmenebene). Daraus ergeben sich ∞^5 mögliche Lagen. In jede dieser Lagen kann das Rad durch eine Aufeinanderfolge von erlaubten Bewegungen übergeführt werden, aber es kann nicht in jede mögliche unendlich benachbarte Lage durch eine unendlich kleine Bewegung übergeführt werden. Diese Eigenschaft der Anholonomie kann anschaulich beim

„Rangieren“ eines Fahrrades erlebt werden: Eine Position unmittelbar neben dem Rad kann nur durch Hin- und Herfahren oder durch Heben erreicht werden.

Im folgenden soll von zwei Versuchen berichtet werden, diese Schwierigkeit zu überwinden. Zunächst kann man das Problem linearisieren, indem man nur kleine Winkel betrachtet; dann können vergleichsweise einfache mathematische Methoden zur Lösung benutzt werden. Dieses Verfahren ist im Prinzip bekannt und schon öfter angewendet worden [1,3]; wir haben einige Fehler korrigiert und versucht, eine möglichst klare physikalische Beschreibung der auftretenden Kräfte und Momente zu liefern. Falls jedoch diese Einschränkung der kleinen Winkel nicht gemacht werden soll (also auch Kurvenfahrten zutreffend beschrieben werden sollen), kann das Problem nicht streng gelöst werden, sondern es müssen numerische Näherungsverfahren verwendet werden, die die Benutzung einer Rechenanlage erfordern. Hier werden wir nur die Ergebnisse diskutieren und nicht näher auf die Struktur der Bewegungsgleichungen und das verwendete Lösungsverfahren eingehen.

Leider muß in beiden Fällen ein idealisiertes Fahrrad zugrunde gelegt werden, damit die physikalischen Überlegungen sich auf die wichtigsten Parameter beschränken können. Die Einzelteile des Fahrrades (und auch der Fahrer) werden als starre Körper betrachtet; es wird rein rollende Reibung zwischen Rädern und Untergrund vorausgesetzt (kein Durchrutschen); die Räder selbst sollen unendlich dünn, und der Boden soll vollkommen eben sein; Energieverluste durch Luftwiderstand oder durch plastische Verformung von Reifen und Boden werden ausgeschlossen. Das Lenkmoment wird immer gleich null gesetzt, d.h. wir betrachten den Fall des Freihändigfahrens.

Kräfte am Fahrrad

Um etwas anschauliche Einsicht in die Fahrradphysik zu bekommen, wollen wir zunächst die Kräfte bzw. Drehmomente diskutieren, die auf das Fahrrad wirken und ihr Zusammenwirken quantitativ un-

tersuchen. Dazu betrachten wir ein "ideales Fahrrad", das stationär auf einer Kreisbahn fährt; der Lenkereinschlagwinkel ϕ (positiv bei Linkseinschlag) und der Kippwinkel κ des Fahrradrahmens (positiv bei Kippen nach rechts) sollen also konstant sein. Zur Vereinfachung nehmen wir außerdem an, daß diese Winkel so klein sind, daß lineare Näherungen ($\sin \phi \approx \phi$ im Bogenmaß (Radian), $\cos \phi \approx 1$) erlaubt und quadratische Terme (proportional zu $\phi^2, \kappa^2, \phi\kappa$) vernachlässigbar sind. Das Fahrrad soll also fast geradeaus fahren, der Kreisbahnradius sehr groß sein.

Durch diese Einschränkung vereinfacht sich eines der schwierigsten Probleme der Fahrradphysik – die Fahrrad-Geometrie – entscheidend, denn die "klassischen" Fahrradbau-Parameter Radstand, Nachlauf und Steuerkopfwinkel (L, N, β) sind in linearer Näherung konstant. Das erlaubt es, die Fahrrad-geometrie auf ein Ersatz-Modell zu reduzieren (siehe Abbildung 1, Idee nach Papadopoulos [3]), bei dem die Räder auf Punkte zusammengeschrumpft sind, an denen das Fahrrad den Bodenkontakt hält. Weitere wichtige Größen dieses Modells sind die Lage des Gesamtschwerpunkts (Höhe h und Abstand S vom Hinterrad), die Gesamtmasse m von Fahrrad, Fahrer und Gepäck sowie Radius r der Räder und deren Trägheitsmoment Θ (für Rotation um die Nabe).

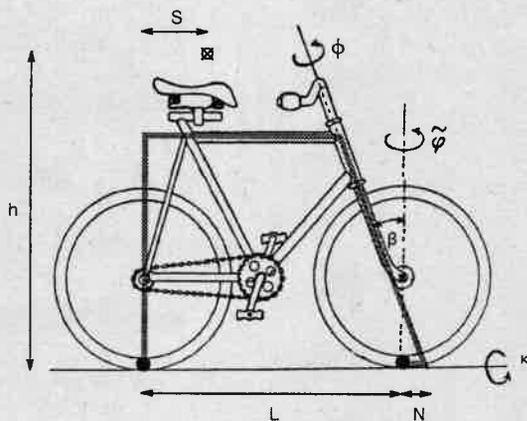


Abbildung 1: Ersatzmodell für die Fahrradgeometrie (graue Balken). Die schwarzen Kreise markieren die Radaufstandspunkte, der durchkreuzte Kreis den Schwerpunkt. (Zeichnung nach Sommerfeld [1]).

Projiziert man diese Konstruktion (mit eingeschlagenem Lenker, aber aufrechtem Rahmen) auf den Boden (Abb. 2), kann man den Zusammenhang zwischen Lenkwinkel ϕ und Bahnradius R ablesen. Der Winkel zwischen den Rollrichtungen der beiden Räder ist die Bodenprojektion des Lenkwinkels $\tilde{\phi} = \phi \cos \beta$. Da sich die Räder auf Kreisbahnen be-

wegen, sind ihre Rollrichtungen senkrecht zum jeweiligen "Fahrstrahl"; daher ist $\tilde{\phi}$ auch der Winkel, unter dem sich diese Fahrstrahlen im Bahnmittelpunkt schneiden. In dem rechtwinkligen Dreieck in Abbildung 2 ist also $L \approx R \tan \tilde{\phi} \approx R\tilde{\phi}$ und damit

$$R = \frac{L}{\phi \cos \beta} \quad (1)$$

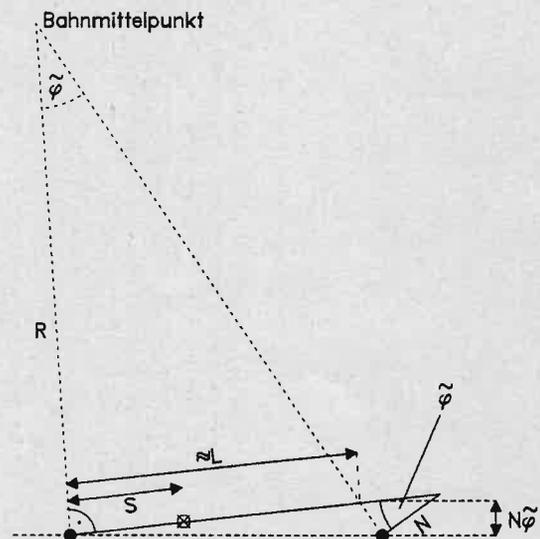


Abbildung 2: Bodenprojektion des Modells bei eingeschlagenem Lenker aber aufrechtem Rahmen. Aus Gründen der deutlichen Darstellung ist in der Zeichnung der Winkel $\tilde{\phi}$ relativ groß gewählt, so daß die lineare Näherung recht ungenau ist.

Die Kräfte wollen wir in einem Koordinatensystem diskutieren, das mit dem Fahrrad mitbewegt wird. Dabei müssen drei verschiedene Klassen unterschieden werden:

- Statische Kräfte, die durch die Schwerkraft und die zu deren Ausgleich auftretenden Bodenkraften auf die Räder hervorgerufen werden.
- Dynamische Kräfte, die durch die Zentrifugal- bzw. Zentripetalkraft hervorgerufen werden, die auf der Kreisbahn auftreten. Sie sind im Gegensatz zu den statischen Kräften abhängig von der Fahrgeschwindigkeit.
- Gyroskopische Kräfte, die auf der Kreiselwirkung der Räder beruhen und ebenfalls geschwindigkeitsabhängig sind.

Statische Momente

Da Produkte von ϕ und κ im Rahmen der linearen Näherung vernachlässigt werden sollen, müssen bei der Bestimmung der Kräfte Auslenkungen in beiden Freiheitsgraden nicht gleichzeitig berücksichtigt werden. Das heißt, daß immer einer der Winkel gleich 0 gesetzt werden kann, während der andere einen geringen Wert bekommt. So erhält man ϕ - und κ -abhängige Terme, die dann addiert werden.

Ist das Fahrrad um den Winkel κ (nach rechts) geneigt, dann wirkt die Schwerkraft mg nicht mehr genau in der Ebene des Rahmens. Die zur Rahmenebene senkrechte Komponente ist $F_{\text{seit}} = mg\kappa$. Diese Seitenkraft wirkt am Schwerpunkt und erzeugt daher ein Kippmoment (Drehmoment, das das Fahrrad nach rechts zu kippen versucht)

$$K_{S1} = hF_{\text{seit}} = mgh\kappa \quad (2)$$

Die Seitenkraft muß durch eine entsprechende Gegenkraft auf die Räder aufgefangen werden, von der nach den Hebelgesetzen der Anteil $F_{\text{seit}}^v = F_{\text{seit}} \frac{S}{L}$ auf das Vorderrad entfällt. Diese Kraft greift am Nachlauf als Hebel an und verursacht ein Drehmoment NF_{seit}^v , dessen die Komponente $NF_{\text{seit}}^v \cos \beta$ in Richtung der Lenkachse wirkt. Da die Gegenkraft nach links wirkt und den Lenker nach rechts drehen will, ist das Vorzeichen negativ:

$$M_{S1} = -mg \frac{NS}{L} \kappa \cos \beta \quad (3)$$

Ist das Fahrrad dagegen nicht geneigt, aber der Lenker um ϕ eingeschlagen, dann ist der Schwerpunkt gegenüber der Verbindungslinie der beiden Radaufstandspunkte (die Achse der Kippbewegung) um den Betrag $N\tilde{\varphi} \frac{S}{L}$ verschoben (Abb. 2). Dazu addieren wir noch die Verschiebung des Schwerpunkts w aus der Fahrradebene heraus, die durch seitliche Körperneigung des Fahrers (nach rechts) verursacht wird. Die Gewichtskraft erzeugt daher ein Kippmoment von

$$K_{S2} = -mg \left(\phi \frac{NS}{L} \cos \beta - w \right) \quad (4)$$

Die Aufstandskraft am Vorderrad $F^v = mg \frac{S}{L}$ erzeugt an dem seitlichen Hebel $N\tilde{\varphi}$ ein Drehmoment in Rollrichtung. Da die Lenkachse nicht senkrecht auf dieser Richtung steht, wirkt eine Komponente $\sim \sin \beta$ davon auf die Lenkung:

$$M_{S2} = mg\phi \frac{NS}{L} \cos \beta \sin \beta \quad (5)$$

Dynamische Momente

Die Zentrifugalkraft auf das Fahrrad in der Kreisbahn beträgt $F_Z = \frac{mv^2}{R} = \frac{mv^2}{L} \phi \cos \beta$, ist also nicht von κ abhängig und bewirkt deshalb nur jeweils einen Beitrag zu Kipp- und Lenkmoment. Da die Kraft am Schwerpunkt angreift, ist der Kipp-Beitrag

$$K_D = hF_Z = mv^2 \phi \frac{h}{L} \cos \beta \quad (6)$$

Auf die Lenkung wirkt die Zentripetalkraft, die vom Boden auf die Räder ausgeübt wird und die Zentrifugalkraft kompensiert. Wieder entfällt wegen der Hebelgesetze der Anteil $\frac{S}{L} F_Z$ auf das Vorderrad und bewirkt am Hebel N ein Drehmoment, von dem ein Anteil $\sim \cos \beta$ auf die Lenkung übertragen wird. Bei positivem ϕ wirkt die Zentripetalkraft nach links und erzeugt damit ein negatives Moment:

$$M_D = -mv^2 \phi \frac{NS}{L^2} \cos^2 \beta \quad (7)$$

Gyroskopische Momente

Ein gyroskopisches Moment ist die spürbare Tendenz eines rotierenden Körpers, einer erzwungenen Richtungsänderung seiner Rotationsachse auszuweichen: $\vec{M} = -\dot{\vec{J}} = -\Theta \dot{\vec{\omega}}$, wobei \vec{J} der Drehimpuls des Körpers, Θ sein Trägheitsmoment ist und $\vec{\omega}$ den Betrag der Winkelgeschwindigkeit und die Richtung der Rotationsachse hat. Beim Fahrrad ist die Rotationsgeschwindigkeit der Räder $\omega = \frac{v}{r}$ (r ist der Rad-Radius), ihr Drehimpuls daher $J = \Theta \frac{v}{r}$ in Richtung der Rad-Nabe. Aufgrund der Kreisfahrt ändern diese Drehimpulse ständig ihre Richtung: $\dot{J} = J\Omega$, wobei $\Omega = \frac{v}{R} = \frac{v}{L} \phi \cos \beta$ die Winkelgeschwindigkeit der Kreisfahrt ist und \dot{J} entgegen der Rollrichtung zeigt. Das resultierende gyroskopische Moment zeigt also in Rollrichtung und wirkt damit unmittelbar als Kippmoment:

$$K_G = 2\Theta \phi \frac{v^2}{rL} \cos \beta \quad (8)$$

Der Faktor 2 beruht auf der Annahme zweier gleicher Räder. Sind die Räder verschieden groß, muß $2\frac{\Theta}{r}$ durch $\frac{\Theta_v}{r_v} + \frac{\Theta_h}{r_h}$ ersetzt werden. Auf die Lenkung wirkt die Komponente des Vorderradmoments, die in Richtung der Lenkachse zeigt:

$$M_G = -\Theta \phi \frac{v^2}{rL} \cos \beta \sin \beta \quad (9)$$

Gleichgewichts-Zustände

Abgesehen vom Lenkmoment, das der Fahrer beim Steuern ausübt (und das bei freihändigem Fahren gleich 0 ist), sind mit den Gleichungen (2) bis (9) alle wesentlichen Kipp- und Lenkmomente erfaßt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht berücksichtigt sind alle Momente, die darauf beruhen, daß der Schwerpunkt des Vorderradsystems (Rad, Gabel und Lenker) nicht auf der Lenkachse liegt und Schwerkraft und Zentrifugalkraft hier direkt auf die Lenkung wirken können. Beim "Normalrad" sind diese Terme gering; bei schwerbepacktem Vorderrad oder ohne Fahrer können sie aber wichtig werden.

Damit die Kreisbahn, von der wir ausgegangen sind, auch wirklich stationär ist, muß die Summe aller Kipp- und Lenkmomente jeweils 0 ergeben. Zunächst leiten wir aus der Kippmomentenbilanz $K_{S1} + K_{S2} + K_D + K_G = 0$ einen Zusammenhang zwischen ϕ und κ im Gleichgewicht ab:

$$\kappa = -\phi \frac{\cos \beta}{hL} \left(\frac{hv^2}{g} + 2 \frac{\Theta}{rm} \frac{v^2}{g} - NS \right) - \frac{w}{h} \quad (10)$$

Die Winkel sind also proportional bis auf einen zusätzlichen Kippwinkel zum Ausgleich der asymmetrischen Schwerpunktlage. Wie zu erwarten, muß bei konstantem Lenkwinkel ϕ das Fahrrad mit wachsender Geschwindigkeit immer stärker gekippt werden, um die zunehmende Fliehkraft und das gyroskopische Kippmoment zu kompensieren. Dabei ist die Wirkung des dynamischen Kippmoments (erster Term der Klammer) mit Abstand der wichtigste Effekt.

Um nun auch die Lenkmomenten-Bilanz aufstellen und daraus die notwendige Gleichgewichts-Korrektur w zu berechnen, wird der einzige Beitrag zum Lenkmoment, der von κ abhängt, (M_{S1}) mit Hilfe dieses Zusammenhangs als Funktion des Lenkwinkels ϕ ausgedrückt. Betrachten wir zunächst nur den Hauptterm von Gl. (10), so ergibt dieser beim Einsetzen in Gl. (3)

$$M_{S1} = mv^2 \phi \frac{NS}{L^2} \cos^2 \beta + \dots \quad (11)$$

einen Ausdruck, der das dynamische Lenkmoment M_D gerade kompensiert. Im Kipp-Gleichgewicht heben sich die beiden größten Lenkmomente also gerade gegenseitig auf! Das ist anschaulich so zu verstehen, daß sich im Kipp-Gleichgewicht Schwerkraft und Zentrifugalkraft so addieren, daß die resultierende Kraft wieder in der Ebene des Fahrradrahmens liegt und folglich keine seitliche Kraft auf die Lenkung wirken kann. Die übriggebliebenen Terme beruhen auf gyroskopischen Effekten sowie darauf, daß bei eingeschlagenem Lenker der Aufstandspunkt des Vorderades etwas außerhalb der Rahmenebene liegt.

Durch die Kompensation der größten Beiträge wird verständlich, warum die Theorie von Jones (und die darauf aufbauenden) [2], die ausschließlich die statischen Terme (in nichtlinearer Rechnung) untersuchten, das Lenkverhalten von Fahrrädern nicht realistisch beschreiben können. Klar wird auch, warum entgegen einer ersten Abschätzung der Größenordnungen gyroskopische Beiträge doch eine entscheidenden Rolle spielen können.

Stellt man nun mit den übriggebliebenen Termen die Lenkmomentenbilanz für freihändiges Fahren $M_{S1} + M_{S2} + M_D + M_G = 0$ auf und löst sie nach der Schwerpunktsverschiebung w auf, so ergibt sich

$$\frac{w}{h} = -\phi \cos \beta \left(\tan \beta - \mu - \frac{\Theta}{mNS} \frac{v^2}{gr} (\tan \beta - 2\mu) \right) \quad (12)$$

mit der Abkürzung $\mu = \frac{NS}{hL}$. Beim Vergleich der Größenordnung der einzelnen Terme für das "Normalfahrrad" ($L \approx h \approx 1$ m, $N \approx 5$ cm, $S \approx 30$ cm, $\Theta \approx 0,15$ kg m², $\beta \approx 20^\circ$) stellt sich heraus, daß μ gegenüber $\tan \beta$ vernachlässigt werden kann. (Die verbleibenden Terme gehen auf das statische Moment M_{S2} und das gyroskopische Lenkmoment M_G zurück.) Die Größenordnung der berechneten Schwerpunktsverschiebung liegt demnach im üblichen Geschwindigkeitsbereich unter etwa 0,5 cm pro Grad Lenkeinschlag und kann durch Bewegungen des Oberkörpers des Fahrers in realistischen Größenordnungen erreicht werden.

Bei hohen Geschwindigkeiten wird der Proportionalitätsfaktor allerdings schnell größer, so daß nur noch ein kleiner Winkelbereich erreicht werden kann. Da die beiden Hauptterme unterschiedliche Vorzeichen haben und nur der zweite geschwindigkeitsabhängig ist, gibt es eine bestimmte Geschwindigkeit v_{\pm} , bei der das Vorzeichen der Verschiebung wechselt. Im Bereich dieser Geschwindigkeit sollte die Steuerung durch Gewichtsverlagerung besonders wirkungsvoll sein, weil hier kleine Verschiebungen große Änderungen des Winkels bewirken. Für das "Normalfahrrad" ergibt sich

$$v_{\pm} \approx \sqrt{gr \frac{mNS}{\Theta}} \approx 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 20 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad (13)$$

Auf die Bedeutung dieser charakteristischen Geschwindigkeit werden wir später noch genauer eingehen.

Nichtlineare Erweiterung

Nur wenig Übung ist erforderlich, um bei angemessener Fahrgeschwindigkeit freihändig eine Kurve zu

durchfahren. Dabei sind Lenk- und Kippwinkel sowie die Position des Fahrers zwar nicht völlig konstant, aber die Tatsache, daß Abweichungen vom Gleichgewicht in beiden Richtungen durch Fahrerbewegungen kompensiert werden können, zeigt, daß derartige Bewegungsabläufe im näheren Umfeld stationärer Gleichgewichtszustände stattfinden. Abgesehen von der idealen Geradeausfahrt ist stationäre Radfahrt nur auf exakten Kreisbahnen denkbar. Eine annähernde Realisierung solcher Bahnen bleibt aber wohl eher versierten Radturnern vorbehalten. Die Parameter, für die stationäres Gleichgewicht eintritt, sind für den untersuchten Fahrradtyp charakteristisch, denn bereits kleine Änderungen an der Radgeometrie oder der Massenverteilung können ihre Größe stark beeinflussen. Zur Berechnung dieser Gleichgewichtsparameter haben wir das im vorigen Kapitel erörterte Fahrradmodell herangezogen, dessen Gültigkeitsbereich sich aufgrund der vorgenommenen Linearisierungen auf kleine Kipp- und Lenkwinkel beschränkt. Dieser Gültigkeitsbereich kann auf alle erdenklichen Fahrradlagen erweitert werden, wenn alle Nichtlinearitäten in das Modell einbezogen werden. Ein Beispiel dafür ist die (hörbar) erhöhte Geschwindigkeit beim Durchfahren einer Kurve in Schräglage. Eine Erweiterung des bisherigen Modellansatzes zur Beschreibung nichtlinearen Verhaltens würde sehr umständlich und unübersichtlich werden. Aus diesem Grund haben wir, ausgehend von einer exakten Lösung für die Fahrradgeometrie, mittels eines formal gehaltenen physikalischen Ansatzes nichtlineare Bewegungsgleichungen der Dynamik des Fahrrades aufgestellt, die diese volle Nichtlinearität beinhalten und auch auf exotische Rahmenkonstruktionen anwendbar sind (siehe [4]). Stationäre Bahnen stellen in diesem Modell einen Sonderfall der simulierten Bewegungen des Fahrrades dar, wenn alle Reibungsterme entfallen, die Energie also erhalten bleibt.

In Abb. 3 sind zum Vergleich der Leistungsfähigkeit beider Modelle die damit errechneten Parameter für stationäre Gleichgewichtszustände nebeneinander gestellt, wobei beide Rechnungen auf den Grunddaten desselben Fahrrades (Hollandrad: Radstand 110 cm, Nachlauf 6.9 cm, Steuerkopfwinkel 21°) beruhen. Jeweils vier Parameter können einem Diagrammpaar zur Angabe eines stationären Zustandes entnommen werden, der im folgenden als Fixpunkt bezeichnet wird: der Lenkwinkel ϕ , der Kippwinkel κ , die auf den Abrollpunkt des Hinterrades bezogene Fahrgeschwindigkeit v , und die Verschiebung w des Fahrerschwerpunkts senkrecht zur Hinterradebene. ($w > 0$ entspricht einer Verlagerung der Fahrer Masse (hier 70 kg) nach rechts). Für $\kappa = 0$ wird $\phi = 0$, was einer

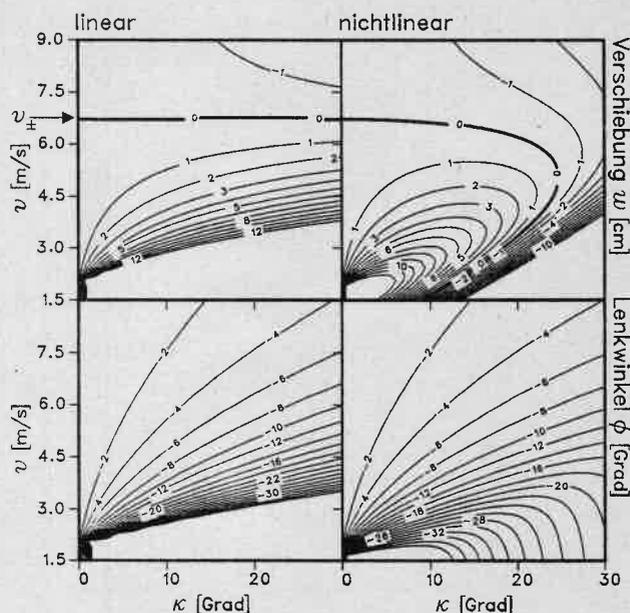


Abbildung 3: Lenkwinkel und Schwerpunktsverschiebung auf stationären Bahnen.

aufrechten Geradeausfahrt gleichkommt. Ist $\kappa > 0$, so werden Kreisbahnen im Sinne einer Rechtskurve durchfahren. (Für $\kappa < 0$ ergäbe sich ein spiegelsymmetrisches Diagramm für Linkskurven). Beide Methoden liefern im Bereich kleiner Winkel κ gut übereinstimmende Fixpunkte. Solange $v < v_{\pm}$ ist, ist die Verschiebung der Fahrer Masse zum Mittelpunkt des Fahrkreises gerichtet. Dies kehrt sich für $v > v_{\pm}$ um. (Erste Experimente mit realen Fahrrädern deuten auf die Richtigkeit dieser Prognose hin). Deutlich erkennbar ist die große Empfindlichkeit der Fixpunktparameter auf kleinste Verschiebungen der Fahrer Masse im Bereich der symmetrischen Position ($w = 0$). Kleine Korrekturbewegungen des Fahrers werden sich dabei um so stärker auswirken, je weniger das Rad geneigt ist. Die Grenzen des linearen Modells können besonders mit der Anzahl auffindbarer Fixpunkte für gegebene Fahrgeschwindigkeiten verdeutlicht werden. Für $v > v_{\pm}$ ist in beiden Modellen nur jeweils ein Fixpunkt zu einem Wert von w auffindbar. Sobald aber eine Geschwindigkeitskoordinate für $v < v_{\pm}$ gewählt wird, liefert das nichtlineare Modell zwei weitere Fixpunkte (wovon einer im Bereich von $\kappa < 0$ liegt).

Aus der Angabe eines Fixpunktes läßt sich noch nicht ersehen, ob der dort vorliegende Zustand gegenüber kleinen Störungen stabil bleibt oder wie ein Kartenhaus zusammenbricht. Derartige Schlüsse können nicht mehr aus einem stationären Modell gefolgert werden, sondern erfordern ein Modell zur Beschrei-

bung des Zeitverhaltens des Systems. Als Basis für die folgenden Stabilitätsbetrachtungen diene daher das oben erwähnte nichtlineare dynamische Modell.

Stabilität ohne Steuerung

Stabilitätsaussagen über das Fahrrad sind bereits zur Zeit der Jahrhundertwende u.a. von Whipple und Sommerfeld [1] getroffen worden. Diese frühen Modelle beruhen allerdings auf geometrischen Näherungen, wodurch sich ihre Aussagekraft weitgehend auf die Geradeausfahrt beschränkt. Teilergebnis der damaligen Untersuchungen war die Angabe einer unteren und oberen Grenzgeschwindigkeit, für die eigenstabiles Radfahren möglich ist, vorausgesetzt, der Fahrer übt keinerlei Einflüsse aus.

Gegenstand unserer Stabilitätsanalyse sind stationäre Kreisfahrten des Fahrrads. Zur Beschreibung dieses Fahrzustandes sind gemäß dem vorigen Abschnitt die vier Parameter ϕ, κ, w, v erforderlich. Aus diesen Angaben kann die Gesamtenergie des Systems errechnet werden. Fordert man umgekehrt die Einhaltung einer bestimmten Gesamtenergie, so ist dies ein zusätzlicher Fixpunktparameter. Einer der vier obigen Parameter kann daher entfallen. Die Wahl fällt auf v , da durch die verbleibenden Parameter die geometrische Lage des Fahrrades beschrieben wird. Wenn außerdem die Verschiebung w konstant bleiben soll, reduziert sich die Parameterzahl auf zwei. Störungen der stationären Fahrt (z.B. durch Bodenebenheiten verursacht) treten daher nur als Abweichungen der Größen ϕ und κ von ihrem Fixpunktwert auf. Durch den Störeinfluß gerät das System in Bewegung, so daß zu einer vollständigen Zustandsbeschreibung zusätzlich die Abweichungen der Winkelgeschwindigkeiten $\dot{\phi}$ und $\dot{\kappa}$ von ihrem Fixpunktwert Null angegeben werden müssen. Wenn die aufgetretenen Abweichungen $\Delta\phi, \Delta\kappa, \Delta\dot{\phi}, \Delta\dot{\kappa}$ durch entsprechende Dämpfung wieder verschwinden, so verhält sich das System eigenstabil. Daher ist für die Stabilitätsaussage die Frage nach dem Zeitverhalten der Abweichungen von zentraler Bedeutung. Das Zeitverhalten in unmittelbarer Nähe des Fixpunktes kann durch ein System linearer Bewegungsgleichungen repräsentiert werden, welches durch Linearisierung der Modellgleichungen am Fixpunkt geliefert wird. Typische Lösungen solcher Gleichungen sind Exponentialfunktionen Ae^{-Dt} . D hat dabei die Bedeutung einer Dämpfungskonstante, da die Störung exponentiell zum Wert Null strebt, wenn $D > 0$ ist. Umgekehrt wächst bei negativem Vorzeichen von D die Störung exponentiell an. Entsprechend der vier gestörten Größen $\Delta\phi, \Delta\kappa, \Delta\dot{\phi}, \Delta\dot{\kappa}$

treten in diesem Fall allerdings vier verschiedene Dämpfungskonstanten auf. Für $\Delta\phi$ ergibt sich z.B.

$$\Delta\phi(t) = Ae^{-D_1 t} + Be^{-D_2 t} + Ce^{-D_3 t} + De^{-D_4 t} \quad (14)$$

Stabilität ist daher nur möglich, wenn alle Summanden in der Gleichung gegen Null streben. Dafür müssen alle Dämpfungskonstanten positiv sein. Sobald für nur einen Summanden $D < 0$ ist, wächst die Abweichung exponentiell an und der Systemzustand entfernt sich zunehmend vom Fixpunkt.

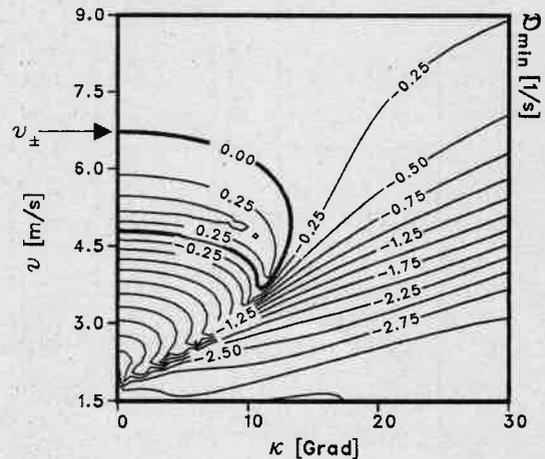


Abbildung 4: Kleinste Dämpfungskonstante D_{\min} .

Zur Angabe der Stabilität der in Abb.3 enthaltenen Fixpunkte ist es deshalb ausreichend nur den kleinsten Dämpfungsfaktor D_{\min} darzustellen, wie dies in Abb. 4 geschehen ist. Hier wird durch eine dick gezeichnete Linie eine Zone eingerahmt, für die $D_{\min} > 0$ ist. Innerhalb dieser Umrandung sind die Fixpunkte eigenstabil, das heißt, freihändige stationäre Kreisfahrt ließe sich trotz gelegentlicher kleiner Störungen ohne regelnden Eingriff des Fahrers aufrechterhalten. Außerhalb der Stabilitätszone ist dagegen eine Regelung (durch Verlagern des Fahrerswerpunkts) zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtszustandes erforderlich. Die Regeleingriffe müssen je nach Lage der Fixpunkte unterschiedlich schnell erfolgen. Je kleiner D_{\min} ist, um so schneller entfernt sich der Systemzustand von dem des Fixpunktes und um so kürzer muß die Reaktionszeit sein. Aus Abb. 4 folgt daher, daß das Gleichgewicht im Bereich hoher Geschwindigkeiten oberhalb der Stabilitätszone viel leichter zu halten ist, als bei niedrigen Geschwindigkeiten unterhalb der Zone.

Die in Gl. (13) hergeleitete charakteristische Geschwindigkeit v_{\pm} tritt bei kleinem κ und dem Vorzeichenwechsel von w (also bei $w = 0$) auf (siehe Abb. 3 oben). Aus mathematischen Gründen stimmt

sie mit der oberen Grenzggeschwindigkeit für die Eigenstabilität des Fahrrades überein. Diese Grenzggeschwindigkeit ist bedeutungsgleich mit der oberen Grenzggeschwindigkeit aus den klassischen Modellen der oben erwähnten linearen dynamischen Theorie [1], die außerdem ein unteres Limit für Stabilität liefern. Ein Modell nichtlinearer Dynamik des Fahrrades erweitert Stabilitätsaussagen um den Parameter des Kippwinkels und läßt asymmetrische Massenverteilungen zu.

Die Zone eigenstabiler Fahrzustände in Abb. 3 muß es zwar nicht bei jedem Fahrrad geben, allgemein läßt sich aber sagen: Wenn es einen solchen Bereich gibt, dann ist v_{\pm} seine obere Grenzggeschwindigkeit mit $\mathcal{D}_{\min} = 0$. Auch dies ist wieder ein Hinweis darauf, daß sich ein Fahrrad im Bereich der Geschwindigkeit v_{\pm} besonders leicht steuern läßt.

Wer sich bis hierher durchgearbeitet hat, wird festgestellt haben, daß sich mit physikalischen Methoden im wesentlichen nur physikalische Probleme lösen lassen, und nicht solche des "wirklichen Lebens". Daß die gewonnenen Ergebnisse nicht absurd sind, zeigen Konsistenzprüfungen und die Übereinstimmung mit der Alltagserfahrung in einigen Punkten. Aber selbst wenn eine aufwendige experimentelle Überprüfung das Modell verifizieren würde, wäre der konkrete Nutzen für den Radler oder den Fahrradbauer noch nicht erwiesen. Bislang fehlen wichtige Parameter des realen Fahrrads im Modell, so z.B. das Eigenschwingungsverhalten des Rahmens und der Reifenschlupf. Immerhin können Voraussagen über das zu erwartende Fahrverhalten von exotischen Rahmengeometrien gemacht werden, wobei allerdings eine geübte und geschickte FahrerIn die Grenzen des Fahrbaren weit hinaus schieben kann. Und auch dieses "Geschick" kann ansatzweise quantifiziert werden: nämlich als die aus den Dämpfungsfaktoren ableitbaren Zeitkonstanten, d.h. die Reaktionszeiten, innerhalb derer auf Instabilitäten geantwortet werden muß, können angegeben werden. Die Grenzen der Leistungsfähigkeit physikalischer Erkenntnismethoden sind zwar noch nicht erreicht, aber absehbar. Die subjektive Beurteilung des Fahrverhaltens von Fahrrädern kann durch sie jedenfalls nicht ersetzt werden.

Gert Franke, Wilfried Suhr und Falk Rieß,
Fachbereich Physik, Universität Oldenburg

Literatur

- [1] F.J.W. Whipple:
The stability of the motion of a bicycle
The Quarterly Journal of Pure and Applied Mathematics **30**, S. 312 (1899)
F. Klein, A. Sommerfeld: Über die Theorie des Kreisels, Band IV, Leipzig 1910
- [2] D.E.H. Jones: The stability of the bicycle
Physics today **23** No. 3, S. 34 (1970)
Y. Le Hénaff: Dynamical stability of the bicycle
European Journal of Physics **8**, S. 207 (1987)
- [3] J. Papadopoulos:
Bicycle dynamics, the meaning behind the math
Bike Tech 6/1988, S. 13
- [4] G. Franke, W. Suhr, F. Rieß:
An advanced model of bicycle dynamics
European Journal of Physics, im Druck

Anhang

Die vollständigen Formeln mit allen bisher vernachlässigten Beiträgen lauten:

$$\frac{w}{h} = -\phi \cos \beta \left\{ \tan \beta - \mu \frac{1+2\epsilon}{1+\epsilon} - \frac{\epsilon^2}{1+\epsilon} \frac{N \cos \beta}{L} - \frac{v^2}{gS} \frac{\Theta}{mrN} \left(\frac{\tan \beta}{1+\epsilon} - 2\mu \right) \right\}$$

$$\kappa = -\phi \cos \beta \left\{ \frac{v^2}{gS} \left(\frac{S}{L} + \frac{\Theta \tan \beta}{mrN(1+\epsilon)} \right) - \tan \beta + \frac{\epsilon}{1+\epsilon} \left(\epsilon \frac{N \cos \beta}{L} - \mu \right) - \epsilon \mu \cos \beta \right\}$$

$$v_{\pm} = \sqrt{gS} \frac{mrN}{\Theta} \sqrt{1 + \frac{\epsilon \tan \beta + \mu - \epsilon^2 \frac{N \cos \beta}{L}}{\tan \beta - 2\mu(1+\epsilon)}}$$

mit den Abkürzungen

$$\mu = \frac{NS}{hL} \quad \text{und} \quad \epsilon = \frac{m_v S_v}{mS} \frac{L}{N \cos \beta}$$

m_v ist dabei die Masse des Lenksystems (Vorderrad, Gabel, Lenker und evtl. Gepäck) und S_v der Abstand seines Schwerpunktes von der Lenkachse.

Bessere Fahrradrahmen können ohne "Hai-Teck" gebaut werden

Bisweilen überkommt einen Lohnschreiber in dürrtger Zeit die Lust an Eulenspiegelereien. Gern hätte ich Ihnen aus Herbert Alfred Garra's Buch "The Modern Safety Bicycle" einige Tabellenwerke als brandheiße Neuheit präsentiert, die den Sinn des Einsatzes von runden Rohren, Ovalrohren und Parallelrohren an verschiedenen Stellen des Fahrradrahmens abwägen helfen. Das Buch erschien 1899. Leider konnte ich es auch über den Weg der internationalen Fernleihe nicht herbeischaffen und mußte diese Idee begraben. Vielleicht kann ein Leser weiterhelfen, es wäre schließlich kein Fehler, zeigen zu können, wie unmodern einige irgendwie echt trendige Bikes nach bereits im letzten Jahrhundert bekannten Kriterien gebaut sind.

... and even now ... there are many frames on the market which evince on the part of their designers utter ignorance of mechanical science. If the present work is the means of influencing makers, or purchasers, to such an extent as to make the manufacture and sale of such mechanical monstrosities in the future more difficult than it has been in the past, the author will regard his labours as having been entirely successful", schrieb Archibald Sharp im Vorwort zu "Bicycles & Tricycles" 1896.

Armer Archibald Sharp. Würde er MTBs von heute betrachten, mit ihren geraden Gabeln, ihren "Wishbone"-Hinterbauten, ihren neuerdings hochgelegten Kettenstreben, er müßte feststellen, daß seine Arbeit "entirely unsuccessful" war. Die Erbauer mühen sich verzweifelt, dafür zu sorgen, daß ihr Rad anders aussieht als andere. Hierzu ein Vorschlag: Wie wäre es, wenn man das ungewöhnliche Aussehen mit sinnvollen Maßnahmen erzeugen würde?

Qualitätskriterien

Sinnvolle Maßnahmen führen zu hoher Qualität. Diese stellt sich ein, wenn der Rahmen

- durch alle im Gebrauch auftretenden Kräfte nur elastisch verformt wird, weder bricht noch sich verbiegt. Diese Eigenschaft muß auch im Dauergebrauch gegeben sein. *Er soll fest genug sein.*

- Biege- und Torsionskräften, die durch das Treten oder den Straßenzustand auftreten, ausreichenden Widerstand entgegensetzt. *Er soll steif genug sein.*

- an den Achsaufnahmen eingeleitete Vertikalkräfte zu einem möglichst großen Anteil in elastische Verformung umsetzt und dadurch die Beschleunigung von Lenkerschaft und Sattelstütze deutlich verzögert. *Er soll komfortabel sein.*

- eine so geringe Masse aufweist, wie es bei Erfüllung der ersten beiden Anforderungen gerade noch möglich ist. *Er soll leicht sein.*

Fahrradkonstrukteure wirken überfordert, wenn sie sich mit allen Anforderungen gleichzeitig beschäftigen sollen. Vor zehn Jahren mühten sie sich ab, 6,5 kg- Rennräder zu erzeugen, heute sind nur Fahrräder interessant, die auch dann heil bleiben, wenn sie von großen Kindern im Gelände so behandelt werden, wie man dies mit einem Fahrrad normalerweise nur im Vollrausch tun würde. Blieben vor Jahren Steifheit und Festigkeit auf der Strecke, ist es heute der Komfort.

Das Komfort-Rad

Geht es um Federung, ist das wichtigste Bauteil die Gabel. Die Gabelscheiden sollten so dünn sein, wie es bei Berücksichtigung der ersten beiden Anforderungen an den Rahmen möglich ist. Die Durchbiegung sollte möglichst weit unten mit möglichst kleinem Radius durchgeführt werden. Die einzigen mir bekannten Serienfahrräder, die 1990 noch so gebaut werden, sind die Rennräder des VEB Elite-Diamant in Karl-Marx-Stadt.

Auch in der DDR gibt es sie nicht im Laden zu kaufen, sie werden bei unseren Nachbarn im Osten über die Radsportvereine ausgegeben.

Ziemlich vernachlässigen kann man in dieser Betrachtung den Hinterbau. Solange er in Dreieckform gebaut wird, sorgen vertikale Kräfte am Ausfallende für Zugspannung in den Kettenstreben und Druckspannung in den Sitzstreben. Die hierdurch entstehende Verformung ist kaum meßbar. Lange Kettenstreben sorgen aber für eine andere Gewichtsverteilung: Je länger der Hinterbau, desto weiter vorn liegt der Schwerpunkt, desto mehr elastische Verformungen treten im vorderen Teil des Rahmens auf.

Ersatz für runde Rohre

Der Hauptrahmen trägt bisher meist wenig zum sanften Fahrgefühl bei. Der Grund ist einfach: Eine knappere Dimensionierung der Rohre würde umgehend für weniger Seiten- und Torsions-

steifheit sowie geringere Festigkeit sorgen. Drei Möglichkeiten gibt es, dieses Problem zu umgehen :

Man kann statt eines runden Rohres zwei dünne parallele Rohre, ein Ovalrohr oder ein Rechteckrohr verwenden. Die lange Achse muß jeweils in Querrichtung liegen. In allen drei Fällen ist die Seitensteifheit bei gleichem Gewicht größer, als dies bei einem runden Rohr der Fall wäre. Mit allen drei Lösungen treten Probleme an den Verbindungsstellen auf. Notwendig ist entweder muffenloses Verbinden oder die Produktion von Spezialmuffen.

Ovale Rohre sind schon deshalb attraktiv, weil sie ohne allzu großen Aufwand aus vorhandenen Fahrradrahmenrohren gedrückt und zu einem harmonisch wirkenden Gesamtbild verbunden werden können. Das Ovaldrücken ist allerdings nicht zwischen planen Flächen möglich, sondern muß in speziell gearbeiteten Schienen erfolgen, damit das Rohr nicht in der Mitte einfällt. Für die folgende Beispielrechnung wird ein Stahlrohr mit 28,6 mm Durchmesser und 0,8 mm Wandstärke deshalb verwendet, weil dies ein Standardrohr der Fahrradmittelklasse, auch der oberen Mittelklasse ist. Man findet es beispielsweise in den Rohrsätzen Mannesmann 25 CrMo 4 und Columbus Aelle. Das Rohr, das bei dieser Bearbeitung herauskommt, ist nicht exakt elliptisch. Selbst wenn es gelingt, die äußere Umfangslinie in eine Ellipse umzuformen, kann sich bei konstanter Wandstärke dabei innen keine Ellipse bilden. Rainer Kühnpast hat in einem Leserbrief zu einem ersten Artikel über Ovalrohre in "Pro-Velo 19" hierauf aufmerksam gemacht. Um das Problem zu zeigen, werden in Abbildung 1 ovale Rohre mit konstanter Wandstärke und "elliptische" Rohre verglichen. Die schraffierten Felder zeigen an, um wieviel dünner die Rohrwand eines außen und innen elliptischen Rohres gegenüber einem Rohr mit konstanter Wandstärke ist. Der Unterschied wird größer, je flacher man das Rohr drückt. Da es für die tatsächlich entstehenden Rohre nur Abschätzungen und keine Berechnungsformeln gibt, ist es sinnvoll, dennoch mit elliptischen Rohren zu rechnen. Der Fehler ist klein, wie man der maßstäblichen Zeichnung entnehmen kann, und liegt im Sinne der Konstruktion auf der sicheren Seite. Auch dies hat der oben zitierte Archibald Sharp bereits beschrieben. An dem idealisierten Ovalrohr lassen sich interessante und gut übertragbare Beobachtungen machen.

In "ProVelo 19" ließ Traugott Droß die Graphiken und Tabellen bei einem Achsenverhältnis von 22 % enden, also bei einer Breite des ursprünglichen 28,6 mm dicken Rohres von 42 mm.

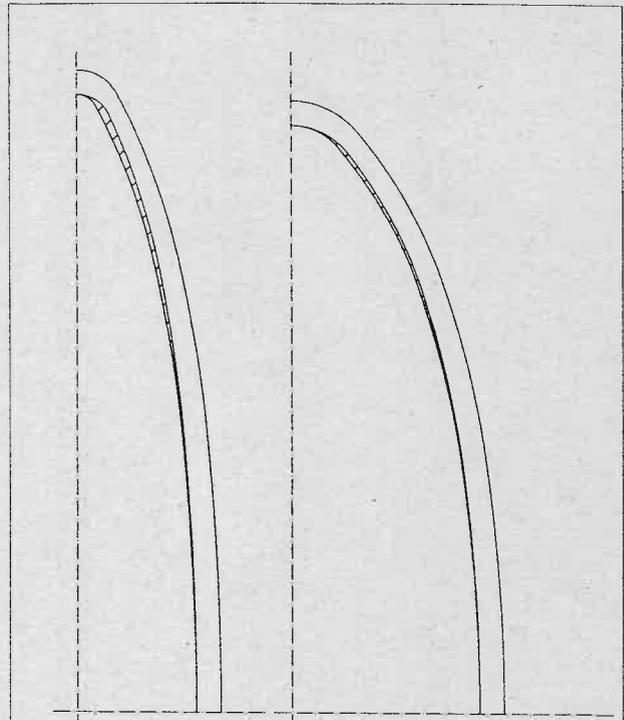


Abbildung 1: Unterschied zwischen ovalem Rohr mit konstanter Wandstärke und ideal elliptischem Rohr bei verschiedenen Achsenverhältnissen

Grund dafür war, daß der Rechenfehler in diesem Bereich stark ansteigt. Rainer Kühnpast wies in seinem Brief noch darauf hin, daß bei einem völlig flachgedrückten Rohr die Steifheit sehr hoch liegt und ein Abfall der Steifheit bei einem Achsenverhältnis von ca. 35 % daher unwahrscheinlich sei. Dieses Argument ist nicht stichhaltig, weil der Verlauf der Kurve zwischen stark flachgedrücktem und ganz flachgedrücktem Rohr nicht berechenbar ist und allenfalls durch Meßreihen ermittelt werden kann.

Sie finden in diesem Artikel weitere Graphiken vor: Abbildung 2 wurde bereits in Pro-Velo 19 (Seite 26) veröffentlicht, sie zeigt die Maße, die der Berechnung dienen. Abbildung 3 beschreibt, wie sich das Rohr durch Flachdrücken verändert, welche Achslängen zu welchem Achsenverhältnis gehören. Abbildung 4 enthält das Ergebnis der Bemühungen, im Gegensatz zum ersten Artikel wird diesmal nicht nur die Veränderung der Steifheit (Flächenträgheitsmomente), sondern auch die Veränderung der Festigkeit (Widerstandsmomente) dargestellt. Alle Querschnittskennwerte finden sich in Tabelle 1. **Gegenüber dem Artikel in Pro-Velo 19 wurden Zahlenwerte für die Flächenträgheitsmomente berichtigt, die Angaben für 1 in Prozent waren jedoch zutreffend (und deshalb auch die Graphiken richtig).**

Achsenverhältniss B / A in %



Abbildung 3

Die Anwendung in der Praxis

Alles bisher Ausgesagte gilt für einzelne Rohre. Für die Konstruktion des Rahmens kann dieses Wissen verwendet werden, wenn zusätzlich die Belastungen, wie sie in der Praxis vorkommen, gemessen werden. Ein Beispiel: Wir betrachten einen Rahmen mittlerer Höhe, der bekanntermaßen ausreichend steif ist, wenn er mit drei Hauptrohren 28,6 x 0,8 mm gebaut wird. Wir möchten das Unterrohr durch ein querovalen Rohr ersetzen. Mit Dehnungsmeßstreifen werden die tatsächlich während der Fahrt auftretenden Spannungen gemessen, aufgezeichnet und ausgewertet. Wir kommen dabei beispielsweise zum Ergebnis, daß bei Berücksichtigung einer hinreichenden Sicherheitsreserve ein Unterrohr als dauerhaft bezeichnet werden kann, das 80 % der Festigkeit des vorhandenen runden Rohres besitzt. Aus den Graphiken ist zu entnehmen, daß dieses Rohr auf 35 mm Breite gedrückt werden kann, damit sich diese 80 % einstellen. Bei 35 mm Breite sinkt die Steifigkeit auf 60 %. **Bei Verwendung querovaler Rohre können also stärkere Verformungen zugelassen werden, ohne daß diese Rohre brechen.** Gleichzeitig hat sich bei 35 mm Breite die seitliche Biegesteifigkeit auf 130 % erhöht! Sollen Unter- und Oberrohr durch querovale Exemplare ersetzt werden, wird die Berechnung schwieriger, da die Veränderung des einen auch die im anderen Rohr auftretenden Spannungen beeinflusst. Festzuhalten bleibt: Mit oval gedrückten Rohren kann bei unverändertem Gewicht und ausreichender

| Achse A | Achse B | a | b | Iy abs. | Iy | Ix abs. | Ix | Wy abs. | Wy | Wx abs. | Wx | B / A |
|---------|---------|-------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|-------|
| [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm ⁴] | [%] | [mm ⁴] | [%] | [mm ³] | [%] | [mm ³] | [%] | [%] |
| 28,60 | 28,60 | 14,30 | 14,30 | 6755 | 100 | 6755 | 100 | 472 | 100 | 472 | 100 | 100 |
| 30,00 | 27,16 | 15,00 | 13,58 | 7257 | 107 | 6225 | 92 | 484 | 102 | 458 | 97 | 91 |
| 31,00 | 26,10 | 15,50 | 13,05 | 7606 | 113 | 5832 | 86 | 491 | 104 | 447 | 95 | 84 |
| 32,00 | 24,99 | 16,00 | 12,50 | 7940 | 118 | 5419 | 80 | 496 | 105 | 434 | 92 | 78 |
| 33,00 | 23,83 | 16,50 | 11,92 | 8254 | 122 | 4988 | 74 | 500 | 106 | 419 | 89 | 72 |
| 34,00 | 22,62 | 17,00 | 11,31 | 8547 | 127 | 4545 | 67 | 503 | 106 | 402 | 85 | 67 |
| 35,00 | 21,36 | 17,50 | 10,68 | 8814 | 130 | 4094 | 61 | 504 | 107 | 383 | 81 | 61 |
| 36,00 | 20,04 | 18,00 | 10,02 | 9049 | 134 | 3634 | 54 | 503 | 106 | 363 | 77 | 56 |
| 37,00 | 18,64 | 18,50 | 9,32 | 9240 | 137 | 3165 | 47 | 499 | 106 | 340 | 72 | 50 |
| 38,00 | 17,15 | 19,00 | 8,58 | 9381 | 139 | 2691 | 40 | 494 | 105 | 314 | 66 | 45 |
| 39,00 | 15,55 | 19,50 | 7,78 | 9456 | 140 | 2214 | 33 | 485 | 103 | 285 | 60 | 40 |
| 40,00 | 13,79 | 20,00 | 6,90 | 9441 | 140 | 1735 | 26 | 472 | 100 | 252 | 53 | 34 |
| 41,00 | 11,79 | 20,50 | 5,90 | 9294 | 138 | 1252 | 19 | 453 | 96 | 212 | 45 | 29 |
| 42,00 | 9,33 | 21,00 | 4,67 | 8911 | 132 | 758 | 11 | 424 | 90 | 163 | 34 | 22 |

Wandstärke=0,8mm Umfang=konst.

Tabelle 1: Querschnittskennwerte elliptisch verformter Rohre

Festigkeit die Seitensteifheit erhöht und der Komfort vergrößert werden. Soll die Seitensteifheit gleich bleiben, ist eine Verminderung des Gewichtes bei größerem Komfort möglich. Voraussetzung von Berechnungen ist, daß die in

den bisher verwendeten runden Rohren auftretende Spannungen bekannt sind. Vielleicht eine Meß-Aufgabe für unsere Freunde an den Hochschulen???

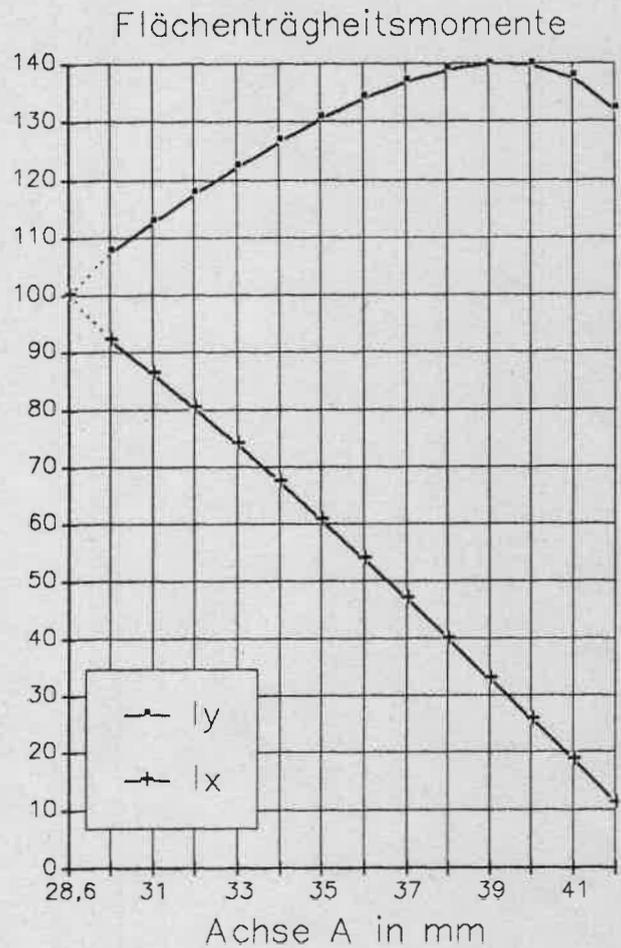
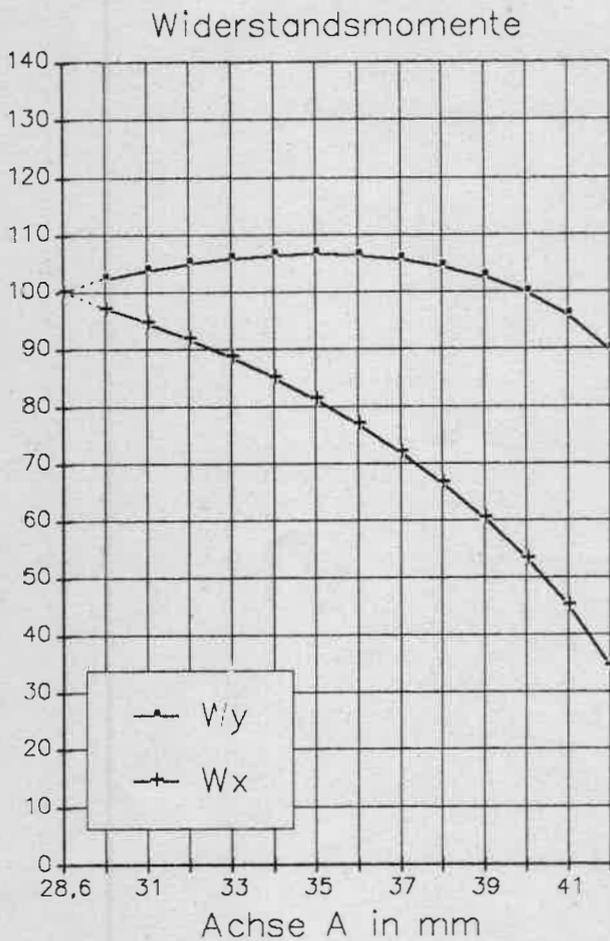


Abbildung 4 (Veränderung in Prozent)

Neue Bücher und Artikel

Hanno Kühnert: Die Rüpel-Radler. Wider den Freistil in der Fußgängerzone. In: *Die Zeit* (Nr. 21), 28.05.1990, Seite 86. (Letzter Satz: "Nach der Jahrtausendwende sind die Fahrradfahrer in den Städten die Hauptverkehrsteilnehmer. Dafür sind sie ersichtlich noch nicht gerüstet.")

Untersuchung zum Risiko einer Kopfverletzung bei Unfall oder Sturz mit und ohne Helm in der *"Medical Tribune"*, Heft 48/1989.

Radwanderwege an Main und Tauber. 7 Tourenvorschläge. 108 Seiten, DM 16,80. Verlag Echter, Würzburg.

Das Fahrradreisebuch. Hrsg. vom Fahrradbüro Berlin. 240 Seiten, DM 28,00. Bielefelder Verlagsanstalt. (Reiseführer, Erlebnisbuch, Kartenwerk, Einkaufsberater, Reparaturanleitung, Nachschlagewerk).

Stefan Etzel: Die schönsten Mountain-Bike-Touren. 198 Seiten, DM 19,80. Bielefelder Verlagsanstalt. (Fünfzehn Bergrade-Regionen vom Harz bis zu den Alpen).

Belgien/Luxemburg per Rad. Ein Fahrrad-Reiseführer. 240 Seiten, DM 19,80. Verlag Wolfgang Kettler, Berlin.

Ober-Italien per Rad. Ein Fahrrad-Reiseführer. 240 Seiten, DM 19,80. Verlag Wolfgang Kettler, Berlin.

Testbericht zum Reiserad der Bremer Fahrradmanufaktur

"Auf der Seidenstraße durch Pakistan und China" heißt der Fahrtbericht von Wolfgang Reiche und Joachim Stern, dessen "technischen" Teil wir nachfolgend in Auszügen wiedergeben.

Veränderungen an den Rädern vor dem Start:

Die für die Testfahrt bereitgestellten Reiseräder der Bremer Fahrrad-Manufaktur erhielten wir wenige Wochen vor Beginn der Fahrt. Schon bei der Übergabe war klar, daß wir bestimmte Komponenten auswechseln wollten. So übernahmen wir die Fahrzeuge bereits ohne Gepäckträger und brachten schon vor Ort unsere eigenen Sättel an. Später tauschten wir nach ausführlicher Diskussion (u.a. mit den Mitarbeitern der "Speiche" in Oldenburg) noch weitere Teile aus, die nicht unserer Philosophie von Stabilität und Sicherheit entsprachen. Im Folgenden will ich dies an einigen Beispielen verdeutlichen. Zugleich möchte ich aber darauf hinweisen, daß mit dem Wechsel der Teile nicht behauptet werden soll, die Original-Komponenten hätten die gesamte Tour mit Sicherheit nicht heil überstanden.

Nur: Uns waren andere Komponenten bekannt, die mit einer höheren Wahrscheinlichkeit die Strapazen und Belastungen einer derartigen Fahrt schadlos überstehen und vermutlich weniger Pannen hervorrufen würden. Schließlich ging es uns bei der halbjährigen Expedition durch's Reich der Mitte nicht nur um das Testen von Fahrradrahmen samt Zubehör - wir wollten auch heil und gesund wieder nach Hause kommen. Immerhin gab es ja über viele tausend Kilometer kaum eine Chance, im Ernstfall entsprechende Ersatzteile aufzutreiben zu können. Deshalb entschieden wir uns in einigen Fällen für die vertrauenswürdigeren Komponenten.

o **Laufräder:** Sie tauschten wir komplett aus, da zugleich mehrere Änderungen anstanden. Zum einen sollten die Speichen wegen der dadurch erreichbaren höheren Elastizität der Laufräder vierfach gekreuzt werden. Außerdem erhofften wir uns so eine geringere Bruchgefahr. Wir taten dies übrigens auch beim vorderen Laufrad, um nur eine Speichenlänge als Ersatz mitnehmen zu müssen.

Zum anderen wollten wir Felgen der nächst breiteren Art einsetzen. Ich rechnete nämlich aufgrund früherer Erfahrungen hin und wieder mit gewaltigen Stößen, wie sie beispielsweise

von Schlaglöchern ausgehen oder beim versehentlichen Überrollen von größeren Steinen - noch dazu bei hohen Auffahrgeschwindigkeiten - auftreten würden. Dann mußten die Felgen ausreichend stabil und steif sein und außerdem problemlos 37 mm Reifen akzeptieren können, die mit ihrem stärkeren Profil und der größeren Luftmenge im Innern einen deutlichen Schockdämpfer bilden.

o **Tretlager:** Das einfach gekapselte FAG-Tretlager ist sicherlich überaus preiswert und von der Manufaktur her leicht einzubauen. Obendrein erfüllt es in aller Regel die Wünsche der normalen Kunden. Da ich jedoch unter den zu erwartenden hohen Temperaturen in Zentralchina und bei den starken Pedalkräften während steiler und langer Gebirgsfahrten nicht ausschließen konnte, daß sich die Plastikteile des Tretlagers verformen, haben wir uns für das ebenfalls gekapselte, aber vollständig aus Metall hergestellte Modell von KAYITA entschieden. Es weist zudem den Vorteil verstellbarer Lagerschalen auf und kann deshalb - falls nötig - auch unterwegs nachgestellt werden.

o **Reifen:** Auf vielen Reisen, die zum Teil unter Extrembedingungen stattfanden, bewährte sich eindeutig die 37 mm Version des Schwalbe MARATHON. Diese Erfahrung haben unabhängig von mir noch viele weitere 'long-distant-cyclists' gemacht und den Schwalbe MARATHON damit zu einer unbestrittenen Position unter den Spitzenreifen verholfen. Um unserem Sicherheitsbedürfnis Rechnung zu tragen, haben wir deshalb diesen Reifentyp auch diesmal wieder mit dabei gehabt. Daneben ging es uns aber auch darum, andere Bereifungen auf ihre Tauglichkeit für lange Radreisen bei hoher Gewichtsbelastung sowie bei erhöhtem Abrieb durch schlechte Straßen und lange Steigungen hin zu untersuchen. Wir entschieden uns daher für zwei Typen, die von ihrer Konzeption und vom Bestimmungszweck her mit dem MARATHON vergleichbar sind: PANARACER Ridgeline II und CONTINENTAL TOP TOURING. Sie konnten wir während der Tour auf optimale Weise im Praxisvergleich testen. (Beide Testfahrer sind etwa gleich schwer, fahren einen ähnlichen Stil, benutzten die gleichen Räder und fuhren exakt die gleiche Strecke!)

o **Gepäckträger:** Auf grundsätzlicher Erwägung hinaus, bei Brüchen an Aluteilen in fernen Län-

ICH FAHRE WINORA



weil mein Reiserad nicht nur so heißt. Gegen schlechte Fahrbahnen hat es einen längeren Radstand. Ein längerer Radstand und bei niedrigen Rahmenhöhen das fallende Oberrohr bringen Stabilität im Lenkbereich.

Aerowing-Lenker – Kernledersattel – ESGE Low Rider Gepäckträgersystem – ist mein perfektes Trekking-Rad.
Ein Reiserad – für Fernreisen konstruiert und ausgestattet:



WINORA Super Trekking 28"
Modell-Nr. 742-21
Shimano 21-Gang Deore DX
RH: 51/54/57/61 cm
3 Rohre Tange Nr. 5
Kernledersattel
silber/schwarz

WINORA sssuper –
für einen für mich
vertretbaren Preis.

Jetzt neue Collection '90.
Gleich Farbprosperkte
anfordern.
Gratis!

WINORA®

E. Wiener GmbH & Co. KG · Zweiradwerk · 8720 Schweinfurt
Tel. 097 21/65 01-0 · Tx 673 381 · Fax 097 21/65 0160

dern vor großen Problemen zu stehen, entschied ich mich für einen Gepäckträger aus Stahl. Ihn konnte man bei Bedarf fast überall schweißen. Außerdem paßte der von mir angeschraubte KARRIMOR - Gepäckträger optimal mit den gleichnamigen Packtaschen und ihren speziellen Befestigungshaken zusammen. Joachim hingegen benutzte den ESGE Safari III mit der neuen Befestigung ohne gequetschtem Rundmaterial. Dieser gänzlich aus Alu gefertigte Gepäckträger mußte als Folge einer pragmatischen Entscheidung, die er aber später nicht bereute, noch kurz vor der Abreise mit viel Mühe und einer extra angefertigten Befestigungsplatte sicher mit dem Rahmen verbunden werden. (Die Lötösen am Rahmen paßten für diesen Gepäckträgertypen nicht.)

o Sattel: Da es an dieser, für das Wohlbefinden während der Fahrt so bedeutsame Stelle ganz auf die persönlichen Erfahrungswerte mit unterschiedlichen Satteltypen ankam, entschied sich jeder von uns für sein bevorzugtes Modell. Selbstverständlich spielten dabei auch grundsätzlich Überlegungen wie Kernleder oder Plastik, Spiralfederung oder nicht eine Rolle. Schließlich startet jeder mit einem stabilen, wenn auch harten und kaum gefederten Kernledersattel von BROOKS. Doch mit viel Fett und einer gehörigen Portion Walkarbeit - während der Fahrt von den Sitzknochen ausgeübt - ließen sich diese Sättel ausreichend erweichen.

o Pedalen: Da sich ihre Haken und Kanten deutlich in die Schuhsohle pressen, gelten die Tatzenpedalen der Originalversion als überaus rutschsicher. Für lange Reisen, bei denen man viele Stunden täglich kräftig in die Pedale treten muß, scheinen sie mir jedoch ungeeignet zu sein. Dies gilt insbesondere bei Schuhen mit flexibler, möglicherweise auch noch dünner Sohle, die sowohl auf dem Rad, als auch sonst beim Laufen getragen werden. Schmerzhafte Druckstellen und beschädigte Sohlen sind die Folge dieser Kombination. Wir entschieden uns deshalb für die von SHIMANO gefertigten PDT 100, deren vergleichsweise große Trittlfläche selbst bei weichen und dünnen Turnschuhen keinerlei Schmerzen verursacht. Damit verbunden ist aber auch der Einsatz von Pedalhaken mit fest eingestellten Lederriemen, mit denen ich schon von früheren Reisen her vertraut war.

Beurteilung von Rahmen und Komponenten nach Abschluß der Testfahrt

a) Rahmen

- Rohmaterial, Geometrie und Verarbeitung:
Der komplett aus CrMo-Röhren gefertigte, überdimensionierte TANGE No. 5 Rahmen ist zwar vergleichsweise schwer, aber sehr stabil. Gerade

seine Stabilität und die daraus resultierende Betriebszuverlässigkeit sind es jedoch, die bei der Rahmenkonstruktion von Fahrrädern für ausgedehnte Radreisen über schwieriges Gelände eine entscheidende Rolle spielen. Daher sollte vor jeder Änderung am Rahmen an erster Stelle gefragt werden, ob darunter seine Stabilität leidet. Ein Gewinn an Leichtgewichtigkeit durch "Abmagerungskuren" ist meines Erachtens nach weniger hoch einzustufen, als der möglicherweise damit einhergehende Verlust an Stabilität und Schwingungssteifigkeit. Vor der Feilscherei um Gramm und Millimeter beim Fahrzeug selbst sollte deshalb eher der Umfang und das Gewicht des zugeladenen Gepäcks einer kritischen Prüfung unterzogen werden. Zudem sind "Abmagerungskuren" beim Fahrer, diese Bemerkung sei mir verziehen, oft wirkungsvoller und von zusätzlichen positiven Nebeneffekten begleitet, als ein deutlich gewichtsreduzierender Rahmen. Ich habe grundsätzlich nichts gegen einen leichteren Rahmen einzuwenden, wenn er die gleichen Stabilitäts- und Schwingungswerte zeigt wie ein schwerer! Die Rahmengenometrie zog weder negative Folgen für das Fahrverhalten der Fahrzeuge selbst nach sich, noch beeinträchtigte sie unser aus Sitz-, Lenk- und Tretposition abgeleitetes Wohlbefinden während der Tour. Die anfängliche Skepsis hinsichtlich der Winkelgleichheit zwischen den Rahmenrohren beider Manufakturmodelle (ATB und Reiserad) ist von der Praxis nicht erhärtet worden. Die von uns getestete Reiseradausstattung des baugleichen Rahmenmodells beförderte uns klaglos über die 9.000 km lange Strecke. Grundsätzliche Mängel an den Muffen und Lötstellen konnten wir nicht beobachten. Sie alle überstanden den erschütterungsreichen Parcours über das höchste Gebirge der Welt ohne jeden Schaden. Obwohl die Rahmengenometrie grundsätzlich auch Laufäder mit 37 mm Reifenbreite zuläßt (positiv!), gab es vor allem unterwegs nach der Behebung von "Platten" Schwierigkeiten. Das aufgepumpte und fertige Laufrad war dann nur noch mit Mühen wieder an seinen angestammten Platz zu befördern (negativ!). Hier war wohl der Abstand zwischen Ausfallenden und Stegen etwas zu knapp ausgefallen.

Unser Vorschlag: Die umständliche und schmutzbehaftete Fummelei mit Kette, Ritzeln, Schaltwerk und Speichenrad könnte erleichtert werden, wenn sich die hinteren Ausfallenden einen Tick weiter nach hinten versetzen ließen. Gleichzeitig würde dies dem Laufrad mehr Luft zwischen Reifen und Schutzblech verschaffen und es für Schlammfahrten angenehmer machen (siehe unten).

- Schwingungsverhalten: Das Manufaktur-Reise-

rad wies generell ein ruhiges Fahrverhalten auf. Es lag ausgesprochen ruhig in den Kurven. Selbst bei Geschwindigkeiten um 50 km/h, die es hin und wieder bei geraden Schuffahrten gab, beherrschten wir die Räder sicher. Bei einigen früher von mir getesteten Fahrrädern mußte ich zeitweilig den Rahmen dadurch stabilisieren, daß ich eines der Knie gegen das Oberrohr preßte, hier war dies nicht erforderlich. Auf langen und steilen Abfahrten verspürten wir kein Flattergefühl. Selbst Schlinger- und Schwingeffekte, die auf mögliche Konstruktionsmängel aufmerksam machen könnten, blieben aus.

- Befestigungstechnik der Komponenten:

Unser Vorschlag: Trotz reichlicher Ausstattung mit angelöteten Schraubösen könnte hier und da doch noch eine zusätzliche Öse nützlich sein. Zum Beispiel brachen bei beiden Rädern nach einiger Zeit die zusätzlich am Unterrohr mit Schellen angebrachten Flaschenhalter ab, während die anderen beiden Flaschenhalter - angeschraubt an den dafür vorgesehenen Schraubösen im Rahmen - die Tortour der Erschütterungen gut überstanden. (Allerdings müßte auch der Flaschenhalter selbst aus besserem, d. h. stabilerem Material gefertigt sein.)

Unser Vorschlag: Sinnvoll könnte es auch sein, den Gegenhalter für die Schaltzugaußenhülle des hinteren Schaltwerks mit einem Schlitz zu versehen, so daß man bei der Montage oder Demontage bzw. vor Justierarbeiten das Schaltseil leicht aus- bzw. einhängen kann.

b) Laufräder: Der Gesamteindruck der von uns verwendeten und zuvor extra zusammengestellten und eingespeicherten Laufrädern ist gegen meine Erwartungen gut bis sehr gut gewesen.

Doch hier die Einzelheiten:

- Naben: Nach vorheriger Diskussion mit den Leuten von der "Speiche" in OL haben wir uns zum Kauf von zwei Paar SANSIN-Naben entschlossen. Gute Naben, voll gekapselt und schmutzgeschützt, schienen uns wichtig zu sein. Auch wollte ich erstmals auf großer Tour und unter extremen Bedingungen derartige Laufradlager mit Industriekugellagern testen. Dabei hatte ich vorher auf die Auswechselbarkeit der Lager im Ernstfall geachtet und sogar ein entsprechendes Ersatzkugellager eingepackt. Benötigt haben wir es jedoch nicht. (Weiter: siehe unter Laufradlager)

- Felgen: Gleichfalls noch vor der Reise ausgewechselt, verwenden wir die nächst größere Breite der Alesa-Alu-Felgen (Typ 921), wobei für hinten die gehärtete Version zum Einsatz kam. Mit dieser Entscheidung waren wir während der Reise überaus zufrieden. Ein unfreiwilliger Gewalttest auf den Straßen Chinas bestätigte die Qualität dieses wichtigen Fahrrad-

teils: Als wir an einem Nachmittag im flotten Tempo (laut Tacho 28 km/h) auf einer Art Wirtschaftsweg nebeneinander herrollten und uns unterhielten, bemerkte ich nicht, wie ich direkt auf einen hochkant stehenden, gewöhnlichen Ziegelstein zurollte. Joachim's Ruf in letzter Sekunde kam zu spät - ich donnerte mit voller Wucht und mit rund 110 kg Fahrgewicht mit Vorder- und Hinterrad über dieses kantige Hindernis. Diesen Stoß, so glaubte ich gleich danach, hätten die Felgen nicht schadenlos überstanden. Doch ich täuschte mich gewaltig: So viel ich auch suchte und fühlte, ich fand keine Delle oder gar gebrochene Speiche. Ein erstaunliches Ergebnis, wie ich finde!

- Speichen: Vorn und hinten setzten wir die gleiche Art Speichen mit der gleichen Länge ein (ED-Niro-Speichen), um so weniger unterschiedliche Ersatzteile mitnehmen zu müssen. Wir kreuzten die Speichen bei beiden Laufrädern vierfach, obgleich dies für vorn eigentlich nicht notwendig gewesen wäre. Dort gab es auch keine Pannen. Lediglich hinten riß bei mir schon nach rund 2000 km eine Speiche an der üblichen Stelle am Kopf ab. Ich vermute hier einen Materialfehler als Grund für diese frühe Verabschiedung. Später verursachte ein faustgroßer Stein, den ein vorbeifahrender LKW direkt gegen mein Hinterrad schleuderte, einen weiteren, den zweiten und letzten, Speichenbruch. Diesmal brach - völlig außergewöhnlich - die getroffene und eingeknickte Speiche direkt am Ende des Nippelgewindes ab.

- Reifen: Wenn zwei exakt die gleiche Strecke fahren, ähnliche Fahrverhalten an den Tag legen und auch vom Fahrgewicht her keine großen Unterschiede aufweisen, dann eignen sich ihre Räder recht gut für einen Vergleichstest. Das gilt insbesondere auch für die Bereifung. Drei Typen kamen diesmal zum Einsatz: Schwalbe "MARATHON", PANARACER "Ridgeline II" und Conti "TOP TOURING". Sie bewährten sich auch, ohne einer genaueren Analyse und Bewertung vorzugreifen zu wollen, in dieser Reihenfolge. Nur eins vorweg: Den TOP TOUTRING mußten wir wegen eines sich ständig vergrößernden und am Ende rund 3 cm langen Einrisses direkt über der Felgenkante nach 6580 km aus dem Verkehr ziehen. Die dadurch entstandene Ausbeulung des Reifens begann zusehend am Rahmen zu schleifen. Der Reifen drohte zu platzen.

c) Lager:

- Trelager: Beide benutzten wir die schon oben erwähnten KAYITA Runner, die wir kurz vor dem Start anstelle der Original FAG-Kunststofflager einschraubten. Wir versprachen uns von ihnen eine problemlose Reise und hofften insbesondere auf ihre Zuverlässigkeit bei Sandstürmen und Staubfahrten. Nun, ganz vergessen

konnte ich sie nach dem Einbau leider nicht, während Joachim da eindeutig besser fuhr. Mag sein, daß ich die rechte Lagerschale nach der Montage nicht fest genug gekontert hatte. Mag auch sein, daß sich ihr Feingewinde von Anfang an zu leicht in das Tretlagergehäuse schrauben ließ (das ich vorher nicht noch einmal vorge-schnitten hatte). Denkbar ist aber auch, daß das Tretlagergehäuse für dieses Lager ein wenig zu lang war und die beteiligten Gewindezüge in Lagerschale und Kontermutter nicht für eine gute, dauerhafte Klemmwirkung ausreichten. Auf jeden Fall lockerte sich die Lagerschale während der ganzen Reise immer wieder, obgleich ich sie mehr als einmal mit allen mir zur Verfügung stehenden Mitteln anzog. Das dadurch entstandene Spiel zwischen Lagerschale und Tretlagergehäuse spürte ich zwar, mein Tret- und Schaltverhalten wurde davon aber kaum beeinflußt. Insbesondere hielten sich die seitlichen Auslenkungen der Kettenblattzähne in engen Grenzen. Schwankungen im Kettenverlauf mit den sonst dazugehörigen Schleifgeräuschen der Kette am vorderen Umwerfer gab es deshalb nur selten.

Änderungsvorschlag (mehr an meine Adresse gerichtet): Das Tretlagergehäuse vorab um 1-2 mm abräsen. Einen etwas breiteren Gewindering zum Kontern benutzen. Gegebenenfalls beim Einschrauben kein Schmierfett, sondern ein irgendwie leicht bremsendes, blockierendes Mittel einsetzen.

- Laufradlager: Hiermit rollte ich ohne jedwede Schwierigkeiten durch die Lande. Aber nun hatte es Joachim erwischt. Eines Tages, wir hielten uns inmitten der Quilian Berge auf, wies mich mein Cousin auf ein eigentümliches Geräusch hin, das hell und metallisch klang, fast quietschte. Es fiel uns nicht leicht, dieses Geräusch zu lokalisieren. Wieder und wieder horchten wir beim Fahren darauf. Wir suchten lange - schließlich fand es Joachim nach halsbrecherischen Kopfverrenkungen während flotter Abfahrten: Es kam vom vorderen Laufradlager. Als er es sich bei nächster Gelegenheit vornahm und öffnete, sah man zwar noch allerhand Lagerfett. Zugleich war jedoch deutlich zu erkennen, daß die eigentliche Lauflinie und der direkte Bereich daneben trocken lagen. Offensichtlich hatte man das aufgetragene Kugellagerfett bei der Montage nicht tief genug in das Lager gepreßt. Ein wenig gutes Lagerfett, tief in die Zwischenräume des Lagerringes gedrückt, beendete das unangenehme Quietschkonzert schlagartig.

- Lenkungslager/ Steuerkopf: Hier gab es auf der Tour keine Problemfälle. Trotzdem würde ich bei zukünftigen Modellen, die auf solchen oder ähn-

lichen Extremtouren starken Erschütterungen und Stößen von unten ausgesetzt sind, an dieser Stelle lieber ein Walzenlager wissen.

c) Lenkung:

- Lenker: Wolfgang tauschte den noch nicht gepolsterten und umwickelten Randonneurbügel der Originalversion gegen den kompletten Lenker seines alten Reiserades aus (aus Zeitgründen, nicht etwa wegen bestehender Bedenken). Dieser Lenker bot keinen Anlaß zu irgendwelchen Beschwerden, war er doch schon auf früheren ausgedehnten Radreisen erprobt und für gut befunden worden. Joachim überzog den Randonneur-Lenker mit soft-grip-Polstern. Dies sehe ich als eine wichtige Voraussetzung für lange Fahrten an, erst recht, wenn dabei die Erschütterungen von der Straße enorm sind und der Gegenwind häufig eine weit nach vorn geneigte, abstützende Sitzposition erforderlich macht. Außerdem sind sie, der größeren Haltbarkeit und des besseren Griffgefühls wegen, mit Baumwoll-lenkerband zu umwickeln.

- Gabel: Die Originalgabel hat alles bestens überstanden und scheint mir für starke Schwingungsbelastungen ausgelegt zu sein. Irgendwelche Änderungen daran sind meiner Ansicht nach nicht erforderlich.

e) Bremsen:

- Cantileverbremsen: Die Cantileverbremsen an unseren Rädern erfüllten ihre Aufgabe eigentlich immer zu unserer Zufriedenheit. Wir konnten unsere Räder jederzeit wunschgemäß abbremsen. Dennoch gibt es einige Anmerkungen, die sich vielleicht in Zukunft berücksichtigen lassen:

o Gelegentlich recht unangenehm und dem "leisen Fahrzeug Fahrrad" überaus abträglich ist das erschütternde Gequietsche gewesen, das über längere Zeit beim Bremsen auftrat. Insbesondere gingen von Joachim's Hinterrad solche unfeinen Töne aus, doch auch meines quietschte hin und wieder mächtig. Wir versuchten es mit verschiedenen Mitteln (Reinigung von Felgen und Bremsklötzen mit Spiritus etc.), aber keines wirkte ausreichend und dauerhaft genug. Erst als Joachim die Original-Bremsklötze abschraubte und dafür die etwas weicheren von Shimano einsetzte, hörte das unangenehme Quietschen auf.

o Nach meiner Auffassung reicht die Bremswirkung von Cantileverbremsen bei Trockenheit in aller Regel aus, um den Anforderungen des Verkehrs gerecht zu werden. Auch dort, wo starke Beschleunigungswerte auftreten, verzögert eine gut eingestellte Felgenbremse dieser Art das Fahrrad wirksam genug. Deshalb sind beispielsweise Hydraulik-Bremsen aus meiner Sicht für Reiseräder nicht erforderlich. Sie wären überdies auf ausgedehnten Reisen in fernen Ländern un-

angebracht, da sie sich im Pannenfall (gerissener Hydraulikschlauch, Verlust des Öles) nur mühsam reparieren ließen.

o Als sinnvoll betrachte ich jedoch die weitere Suche nach einer Bremsgummi-Felgen-Kombination, die auch bei Regen immer zuverlässig wirkt, sofort greift und gute Bremswerte aufweist. Das ist bei den von uns benutzten "Kool Stop" und den schwarz eloxierten Alufelgen leider noch nicht der Fall. Überigens sehe ich in der schwarzen oder bunten Eloxierung keinen praktischen Nutzen: Die Schicht ist am Anfang glatt und wirkt damit beim Bremsen nicht ganz so gut wie blankes Alu. Später wird sie abgerieben und verliert ihr anfänglich schönes Aussehen. Wäre es da nicht angebracht, entweder ganz auf die bunte Eloxierung zu verzichten, nur eine durchsichtige, glasklare zuzulassen oder die Felgen zu eloxieren, daß die Felgenflanken davon ausgenommen blieben? - Bremshebel: Wir benutzten beide sog. Sicherheitsbremshebel und waren damit durchaus zufrieden. Zwar lassen sich derartige Hebel konstruktionsbedingt nicht so stark beanspruchen. Aber auch ihre Wirksamkeit ist aufgrund des geringen Spielraumes zwischen Bremshebel und Lenkerbügel geringer als bei den Rennbremshebeln. In den allermeisten Bremsfällen reichte dieser Hebel aber völlig aus. Beim Verkehr durch Ortschaften oder wenn es durch landschaftlich interessante Gebiete geht, ist eine aufrechte Sitzposition notwendig oder wünschenswert. Unter solchen Umständen bieten die Sicherheitshebel die bessere Voraussetzung für reaktionsschnelles oder auch gelassenes Bremsen, denn ein Umgreifen am Lenker ist dann nicht erforderlich.

- Bremszüge: Alle von uns benutzten Niro-Bremszüge (ebenso wie die Schaltungszüge) überdauerten die Reise unbeschadet. Lediglich ihre unangenehme Eigenschaft, sich anfangs unter Belastung stärker als sonst üblich zu strecken, fiel auf. Bei den Schaltungszügen erforderte das häufigeres Justieren, eine besonders bei Index-Schaltungen wenig wünschenswerte Situation.

g) Kraftübertragung:

- Vorderen Kettenblätter: Die ungewöhnliche Kombination aus einem großen runden und zwei kleineren ovalen Kettenblättern war erst gewöhnungsbedürftig. Joachim schätzte diesen ständigen Wechsel zwischen rund und oval, weil er ihm eine gewisse Abwechslung im Tret-rythmus bot. Mir fiel der Unterschied nach einer Weile kaum mehr auf, so daß ich eigentlich keinen erkennbaren Sinn im Wechsel der unterschiedlichen Kettenblätter sehe. Mit anderen Worten: Mir sind eigentlich drei runde Kettenblätter lieber als eine Mischung aus runden und

ovalen. Ovale lassen sich, wenn der Verschleiß fortschreitet, dann nur noch durch neue ersetzen (was ja vielleicht vom Hersteller so gewünscht wird). Kreisrunde hingegen können je nach Befestigungstechnik in der Regel jeweils um ein Fünftel des Vollkreises (also 72 Grad) verdreht werden und sich damit "rundum" (und nicht nur mit zwei gegenüberliegenden Quadranten) nutzbar. Das kommt den Vielradlern auf großer Tour schon eher gelegen. Im übrigen wiesen die Kettenblätter eine normale Abnutzung auf.

- Kette: Kette und Schaltung beschäftigten uns während der gesamten Tour am meisten. An ihnen gab es immer wieder etwas zu reinigen oder nachzustellen. Gerade auf den sandigen, staubigen oder schlammigen Straßen Chinas verging oft weniger als ein Tag, und die zuvor mühsam gereinigte Kette war wieder völlig versaut. Problematisch gestaltete sich dies vor allem deshalb, weil die feinen Sandkörnchen, in Verbindung mit dem Kettenöl, hier ihr unterschwelliges Zerstörungswerk verrichteten und die Kette schneller als sonst ins technische Jenseits beförderten. Nun gibt es auf derartigen Reisen aber nicht alle paar tausend Kilometer eine neue Kette, und mehrere davon mitzuschleppen, das verbietet einem schon die bloße Vernunft. Also mußte immer wieder gereinigt werden - eine andere Lösung sahen wir nicht. Wer hier eine Fahrradkette anbieten könnte, die besser wäre und derartige Eigenschaften nicht besäße, der würde ganz bestimmt unter den Vielradlern auf einhelliges Lob stoßen.

h) Schaltung:

- vorderer Umwerfer: Der Original-Umwerfer bot keinen Anlaß zu irgendwelchen Ärgernissen. Seine Einstellung war einfach, eine Wartung nur selten notwendig.

- hinteres Schaltwerk: Hier gab es naturgemäß schon mehr Schwierigkeiten. Bereits nach rund tausend Kilometern spürte Joachim die ersten Unannehmlichkeiten beim Schalten. Sein Raster-schalthebel beförderte die Kette nicht immer wie gewünscht in die entsprechende Position. Häufig mußte er anhalten oder in Pausen die Schaltung nachstellen, eine lästige Notwendigkeit.

In meinem Fall konnte ich immer dann, wenn unterwegs die Schaltung rasselte, einfach von Rasterung auf Friction umstellen und dann das Schaltröllchen in die richtige Position befördern. Das gestattete mir mein Schalthebel, während an Joachim Lenkerrohr lediglich ein Rasterhebel montiert war. Im Verlauf der gesamten Radreise häuften sich zum Ende zu die Fälle mit Nachstell- und Reinigungsarbeiten am hinteren Schaltwerk. Als Ursachen für unsaubere Schaltungsvorgänge bzw. für ausbleibende Kettensprünge haben wir folgende Punkte herausgefunden:

- o Streckung des Schaltseils
- o Zusammendrücken der Schaltseilhülle
- o Verschmutzung aller beweglichen Teile des Schaltwerks
- o zunehmendes Spiel in den Gelenken des Schaltwerks
- o Einklemmen des Schaltseiles zwischen Rahmen und Gepäckträgerteilen.

- Bowdenzüge: Die von uns vor dem Start ausgewechselten Niro-Schaltzüge (Schaltseile) dehnten bzw. streckten sich während der Reise. Dann hatte vor allem dort zu Schaltproblemen geführt, wo bei den Schalthebeln keine Umschaltmöglichkeit von Rasterung auf Friction bestand (bei Joachims Hebeln). Ansonsten ist auf der gesamten Tour weder ein Schaltzug gerissen noch haben sich einzelne Fasern des verdrehten Drahtbündels im Bereich der jeweiligen Nippel gelöst.

- Schalthebel: Aus dem vorhergesagten wird unser Tip eindeutig klar: Wer mit einer indexierten Schaltung auf Reisen geht, sollte nur solche Schalthebel anbringen, die ein Umschalten von Rasterung auf Reibung möglich machen.

i) Pedalen: Die von uns benutzten Shimano Triathlon-Pedalen haben sich bestens bewährt. Es gab weder Probleme mit der Lagerung selbst, noch lösten sich die abgeschrägten Staubschutzkappen im rauen Umgang während der Tour. Auch ein Nachstellen des Lagerspiels war in beiden Fällen nicht erforderlich. Außerdem zeichnet sich dieser Pedaltyp, zusammen mit Haken und Lederriemchen, gerade für ausgedehnte Radreisen besonders aus. Dann werden nämlich in aller Regel keine Rennschuhe mit sehr fester Sohle, sondern jede Art von Turnschuhen getragen. Seine breite Auflagefläche hilft dann, daß sich die Tretkräfte besser verteilen können. Taube Partien an den Fußsohlen oder gar schmerzhaft Stellen treten auf diese Weise weit seltener auf. Trotzdem gäbe es an ihnen etwas zu verbessern, wie wir während der Fahrt herausfanden.

Unser Wunsch: Zur Abwechslung, d. h. um den Fuß gelegentlich in eine andere Stellung bringen zu können, benutzen wir auch die eigentlich nicht dafür vorgesehenen Rückseiten der Pedalen. Sie so zu gestalten, daß die Füße an anderen Stellen als zuvor gedrückt werden und man sie auf ihnen auch rutschsicher lagern kann, wäre ein Wunsch von uns Fernradlern an die Pedalfirma Shimano.

j) Sattel: Die beiden unterschiedlichen Brooks-Kernledersättel, die wir benutzten, waren zwar anfangs sehr hart (und sind es in Grenzen auch 9000 km danach noch geblieben), boten aber kaum Anlaß zu substantieller Kritik. Selbstverständlich litt jeder von uns hin und wieder unter

Sitzproblemen. Dann rutschten wir von einer Poseite auf die andere und fanden eigentlich kaum eine gute Position, auf der es sich über viele Stunden hin aushalten ließe. Vor allem ernsthafte Dinge wie Furunkel, Pickel oder wundgeriebene Hautpartien sind auf einem harten Sattel eine schmerzhaft Angelegenheit, die man schleunigst hinter sich bringen möchte. In solchen Fällen helfen andere, deutlich weichere Sättel nur begrenzt. Die nachgiebigeren Kunststoff-, Gel- oder Schaumgummisättel bzw. Polsterungen atmen nämlich schlechter und führen daher den Schweiß nicht so gut ab, wie es das Naturleder vermag. Folglich können die durch Reibung und Druck gereizten Hautpartien wegen erhöhter Schweißbildung nicht abheilen. Einzig wirkungsvoller Trick: die Tagesleistung reduzieren oder einige Tage Pause einlegen und den Allerwertesten immer gut lüften.

k) Gepäckträger: Mit ihnen hatten wir während der Reise leider großen Ärger. Beide von uns ammontierten Gepäckträger (Joachim: ESGE Safari III; Wolfgang: orig. Karrimor- Gepäckträger) zeigten Schwachstellen und brachen, wobei der Karrimor-Träger die größten Sorgen bereitete. Zuerst brach nach rund 5000 km eine Strebe dieses Gepäckträgers kurz vor dem Querstück, das zur Aufnahme des Spanngummihakens der Packtasche diente. Dann drei Wochen und tausend Kilometer weiter brechen auf einmal gleich beide hintere Gepäckträgerstreben am Ende der oberen Biegung. Bei allen drei Brüchen, und das ist in solchen Situationen sicher als vorteilhaft einzustufen, fanden wir schon im nächsten Dorf einen Schweißer, der die aus 6 mm Stahldraht bestehenden Gepäckträgerstreben wieder autogen verschweißen konnte. Die Gründe für alle drei Brüche am Karrimor-Träger sind: extreme Erschütterungen auf starken Schotterstrecken bei einer Gewichtsbelastung von rund 20 kg und fabrikseitig nur schlecht ausgeführte Schweißverbindungen der verwendeten Drahtstege. Im Falle ESGE-Trägers war der Schaden nicht von gleicher Tragweite. Dennoch konnte wegen einer abgebrochenen Öse, die der Aufnahme des Abspannhakens diente, die linke Packtasche nicht mehr optimal eingehakt und befestigt werden. Außerdem scheuerte die scharfkantige Bruchstelle an der Packtasche und setzte ihr arg zu. Abhilfe bildeten hier zwei zurechtgeschnittene und provisorisch von Schlauchschellen gehaltene Distanzstückchen aus Holz. Als Gründe für diesen Schaden sehen wir die starken Erschütterungen und harten Stöße gegen die Packtasche an, die das Alu-Gußteil brechen ließen.

l) sonstige Komponenten

- Lichtenlage: Hin und wieder benutzten wir die Original- Lichtenlage, obgleich es in dem Milli-

onenheer chinesischer Fahrräder vermutlich weniger als ein Prozent mit Licht gibt: Fast alle fahren nämlich ohne! Sie funktionierte während der seltenen Einsätze zufriedenstellend, zeigte nur bei Feuchtigkeit und Schlamm das übliche Durchrutschen.

- "Schutzbleche" : Für die von uns aufgezogenen 37 mm Reifen waren die Original-Schutzbleche vielleicht etwas zu knapp. Vor allem der geringe Abstand zwischen Schutzblech und Reifen erfordert schon im Normalbetrieb eine genaue Justierung der Schutzblechstreben (hier wären bessere und größere Muttern für die Klemmschrauben wünschenswert). Bei Dreck und Schlamm machte uns die geringe Luft zwischen beiden Teilen arg zu schaffen. Mit Freude schien sich der Schlamm gerade im oberen Bereich des Hinterrades festzusetzen und ließ sich dann nur noch mit viel Mühe, mit einem kleinen Stöckchen und der nötigen Geduld (bei Regen und garstigem Wetter hoch in den Bergen eine seltene Tugend) entfernen.

- Klingel: Die Original-Glocke war im Konzert der chinesischen Glocken vielleicht etwas zu schwach auf der Brust.....

- Schraubverbindungen: Durch den Verlust einiger Befestigungsschrauben aufmerksam gewor-

den, sollte vor und während einer Reise verstärkt darauf geachtet werden, daß Schraubverbindungen - insbes. an entscheidenden oder nur umständlich erreichbaren Stellen wie Gepäckträgerbefestigung, Dynamolasche, Schutzbleche etc. - besonders gesichert werden. Offenbar sind manche selbstsichernden Muttern noch immer nicht der Weisheit letzter Schluß.

Zusammenfassung

Aus dem umfangreichen Material, das wir während unserer langen Reise zusammenstellten, wird deutlich, daß das Reiserad der Bremer Fahrradmanufaktur sich gut für Radfernreisen auch unter extremen Bedingungen eignet.

Die einzelnen Schwachstellen, die das Rad bzw. einige seiner Komponenten noch aufweisen, mögen in unserem Bericht stärker betont worden sein, als sie es in Wirklichkeit waren. Der Grund: Die guten Eigenschaften eines Fahrrads werden eher als gegeben, vielleicht sogar als selbstverständlich hingenommen und deshalb zwar innerlich begrüßt, nicht aber besonders hervorgehoben. Unser Bericht sollte hauptsächlich auf Möglichkeiten aufmerksam machen, wie ein durchaus gutes Fahrrad für eine Fernreise optimiert werden kann.

Henning Boëtius

So zärtlich ist der Sattel

Absolut erster Versuch einer Ethnologie des Fahrradfahrers als solchem

"Ein Auto entsteht, wenn zwei Fahrradfahrer lange genug nebeneinanderher fahren." Dieser Satz amüsierte mich vor vielen Jahren, als mir die Originalität eines Einfalls noch wichtiger war als seine Treffsicherheit. Obwohl ich seit meinem ersten Rad, einem viel zu großen 28^{er} Marke "Bauer" mit schwarzem Rahmen und rot-grau geflammten Zierstreifen, ein fast körperliches Liebesverhältnis zu diesem Fahrzeugtyp unterhalte, habe ich mir bis vor kurzem keinerlei Gedanken über die ethnologisch sehr interessanten Eigenschaften des Stammes der Radfahrer gemacht, dem ich seit nun fast vierzig Jahren angehöre. Mein "Bauer" konnte ich damals übrigens nur mit einem ständig auf dem Gepäckträger mit geführten Hocker besteigen, so hoch war die Mittelstange, so kurz meine Beine und so sinnlich-schmerzhaft mein Verhältnis zu diesem

Rad. Auch wenn ich heute bequemer fahre, die Rahmenhöhe stimmt und die Form des Lenkers, mit Schmerzen ist meine Beziehung zu Rädern immer noch verbunden. Dafür sorgt schon der Sattel und ebenso die Wahrheit, daß es keine Erotik gibt, die nicht irgendwo auch wehtut.

Um auf obiges Bonmot zurückzukommen: Es gibt keinen harmonischen Übergang vom Rad zum Auto. Ein Fahrer, der vom einen Fahrzeugtyp auf den anderen wechselt, ändert sein Wesen stärker als Doktor Jekyll in dem Moment, als er Mister Hyde wird. Radfahrer zeigen zum Beispiel nie den berühmten Vogel, hingegen fliegen sie manchmal. Da sie kaum Fahrgeräusche erzeugen und ohne Windschutzscheibe auskommen, müssen sie auch nie ein unhörbares "Idiot" brüllen. Dafür rufen sie zuweilen Kindern, Großmüttern und Glasscherben "Achtung", "Vorsicht"

und "Aufgepaßt" zu. Die Psyche des Radfahrers unterscheidet sich in allen Bereichen von der des Autofahrers wie die Klingel von der Hupe.

Heutzutage begegnet man mindestens fünf Typen von Zweiradfahrern. Sie sind durch Äußerlichkeiten wie Ausdruck, Kleidung und Grußformen zu unterscheiden, jedoch auch durch Indizien ihrer Gemütsverfassung wie Fahrstil und Gesichtsausdruck. Als erste Gruppe möchte ich die Sportfahrer anführen. Sie sind an ihren nackten, gepäckträger- und lampenlosen Rennmaschinen zu erkennen, zu denen sie glänzende Trikots in den Rahmenfarben tragen. Diese Schlüpfer dienen zur Verringerung des Luftwiderstandes, den die Sportfahrer für eine subversive politische Strömung halten. Die meisten von ihnen haben Helme auf, als gelte es, in ihren Köpfen einen verbotenen Gedanken zu verbergen, zum Beispiel den an den Tretroller der Kindheit.

Sportfahrer rasen einzeln oder in Gruppen vorbei, als wollten sie der Landschaft das gelbe Trikot abjagen. Dennoch wirken sie merkwürdig stationär dabei. Man könnte sie für motorisierte Heimtrainer halten. Glücklicherweise meiden sie enge Radwege und bevorzugen Landstraßen. Ihre Haltung erinnert an die zornbuckelnde Katzen. Ihre gewaltigen Wadenmuskeln sind immer gespannt. In den Plastikflaschen, die alle Sportfahrer am Rahmen tragen, befindet sich das Flugzeugbenzin, mit dem sie ihre Oberschenkel speisen. Sie grüßen nie, höchstens einmal einen Porschefahrer, den sie gerade überholt haben. Einfache Radfahrer scheinen für sie substanzlos zu sein, weswegen es zuweilen vorkommt, daß sie einem wie der fliegende Holländer zwischen Lenker und Sattel mitten hindurchfahren. Dann spürt man für den Bruchteil einer Sekunde eine Leere, die einen zugleich beschämt und mit der Freude erfüllt, nicht ebenso zu sein.

Die Mitglieder der zweiten Gruppe treten immer nur in Einzelexemplaren und auch dies vergleichsweise selten auf. Es handelt sich um die einsamen Wölfe der Radbewegung, um die extremen Wildlifefahrer. Sie benutzen ebenfalls nur ungern Radwege. Dafür fahren sie um so lieber querfeldein, über Gletscherfirne oder in Städten in den Dachrinnen, in die ihre breiten Stollenreifen genau hineinpassen. Ihre Maschinen sind lehmverkrustete Mountainbikes mit heruntergekommenen, jedoch soliden Taschen. Die Fahrer sind gewöhnlich hagere, durchtrainierte Gestalten mit sattellederfarbener Haut, unterwegs auf dem Trip von Alaska in die innere Mandschurei. So kreuzen sie wie edles und scheues Wild die Asphaltwege der Normalfahrer. Erstaunlicherweise geht von diesen Helden keinerlei Dünkel aus. Sie grüßen freundlich und ohne Arroganz den harmlosen Pedalisten, der

auf seine 50 Kilometer Tagesleistung stolz ist und in Pensionen übernachtet.

Man sollte sich jedoch nicht unbedingt auf ein Gespräch mit diesen Halbgöttern einlassen. Es kann mit Depressionen enden, wenn man etwas von der komplizierten Reparatur eines Achsbruchs mit Hilfe eines Fingerknochens, Auge in Auge mit einer knurrenden Bärenmutter unter dem gläsernen Dach eines Wasserfalls zu hören bekommt und dabei an den eigenen Platten denkt, den man sich mittels eines Reißzwecke auf dem Hanauer Marktplatz geholt hat, und dessen mühselige Beseitigung zu einer Kette weiterer Perforationen des Schlauches führte.

So ist es ein Glück, daß jene Samurai der Weite, die mit ihren Bikes verwachsen sind, so daß man vergeblich nach einem Sattel suchen würde, von sich aus zur Schweigsamkeit neigen. Man fährt eine Weile neben ihnen, sie nicken einem plötzlich zu und entschwinden unversehens quer über das wüste Schottergelände eines stillgelegten Güterbahnhofs. Man blickt ihnen sehnsüchtig nach und verspürt dabei den tropischen Eishauch des Kilimandscharo, den sie als Zwischenstop auf ihrer Route abhaken werden.

Die dritte Kategorie von Radfahrern ist ähnlich, wenn nicht besser ausgerüstet als die zweite. Teure Mountainbikes oder 18-Gang-Reiseräder. Beste Taschen. Lowrider. Fahrradcomputer. Alles sieht jedoch nagelneu aus und wie aus dem Prospekt. Die Besitzer dieser Kostbarkeiten gehen mit ihnen so vorsichtig um wie mit frisch polierten Klavierdeckeln. Sie fahren im übrigen häufig mit einer Begleiterin, die ein billiges Hollandrad benutzt, das dafür weniger beladen ist. Der Rahmen des männlichen Rades besteht zum Beispiel aus in Amerika handgezogenem Leichtstahl, die übrige Ausrüstung, die sogenannten Komponenten, stammen aus Japan. Schon so ist in diese Hightech-Räder die Weite der Welt hineingebaut. Fahren tut man allerdings nur das Maintal hinauf oder, wenn es hochkommt, durch den Spessart.

Diese Fahrergruppe ist die freundlichste und kommunikativste, wobei ich ehrlicherweise meinen subjektiven Standort zugeben muß, denn auch ich rechne mich zu ihr. Wir sind Fahrer, die von der Weite träumen, von der Grenzenlosigkeit einer Welt, die ein einziger ballonartig aufgeblasener Globus ist. Wir sind auch stolz darauf, uns schadstofffrei durch diese Welt zu bewegen, mehr noch, wir sind unfreiwillige 3-Wege-Katalysatoren, denn wir atmen durch Mund und beide Nasenlöcher die Abgase der Autos ein und entgiften sie in unseren Lungen.

Leider fehlt uns die Zeit, Fitneß und wirkliche Motivation, mit unserem Fernweh ernst zu ma-

chen. Dies hängt damit zusammen, daß nur in dieser Gruppe soviel Geld verdient wird, um sich solch eine extreme Ausrüstung leisten zu können. Dies ist eine verbreitete Tragik: Um das Werkzeug zu haben, die Ketten des Daseins zu sprengen, muß man in seinen Fesseln leben! Es gibt übrigens in dieser Gruppe besonders viele Lehrer, Ärzte, Rechtsanwälte, auch Freischaffende mit wenig Bewegungsfreiheit, wie beispielsweise Bildhauer. Daß alle so freundlich grüßen und hilfsbereit Rat über die Streckenführung mit Hilfe der zahlreich mitgeführten topographischen Karten geben, hängt mit dem schlechten gewissen zusammen, den oben genannter Widerspruch bei unsereins bewirkt. Man kann sich das Theatergebäude leisten, das Stück jedoch nicht. Welch eine Sackgasse, auch wenn sie als Radweg ausgebaut ist!

Solche existentiellen Probleme kennt die vierte Kategorie nicht. Es sind die Sonntagsfahrer allen Alters. Oft ganze Familien oder Ver eine. An schönen Feiertagen verstopfen sie die Radwege so sehr, daß man sich Leitplanken und Überholspuren wünscht. Sie fahren die häßlichsten Billigräder mit rostigen Ketten, schlecht aufgepumpten Reifen, der Kleinste oft mit Stützrädern, und haben niemals einen Platten. Viele benützen auch Klappräder, wobei man den Eindruck gewinnt, daß sich dieses Wort etymologisch von "klappern" herleitet. Wegen des Lärms solcher Fahrzeuge brauchen sie auch keine Klingeln.

Diese Leute fahren oft erstaunliche Strecken bis zum nächsten Ausflugslokal. Sie haben die Fliegenklatsche gegen Wespen dabei, den Picknickkorb mit Wurstbrot für die Rückfahrt. Alles an ihnen ist unprofessionell. Man sieht sogar noch die sagenhafte Fahrradklammer in der braunen Gabardinehose. Diese Fahrer sind nur untereinander kommunikativ. Sie unterhalten sich von hinten nach vorn und zurück über so wichtige Dinge wie die korrekte Lagerung von Dahlienknollen oder die Trombose der Großmutter, die an der Spitze des Geleitzuges radelt, weil sie den Weg noch aus den 20er Jahren kennt.

Einen Entgegenkommer grüßen diese Leute nie. Sie grüßen jedoch einer nach dem anderen zurück, wenn jener damit angefangen hat. Dies kann zur Katastrophe werden, wenn es sich um einen Bandwurm von 14 Rädern handelt. Das bedeutet 28 mal "Moin", "Servus", "Grüß Gott" oder "Guten Tag", je nach Gegend oder Weltanschauung. Für den Entgegenkommer, der die Hälfte dieser Grüße zu bewältigen hat, bedeutet dies eine qualvolle Steigerung des sowieso schon schmerzhaften Durstgefühls und ein beständiges Kopfnicken wie bei der Nahrungssuche auf dem Hühnerhof. Ich weiß den Grund, warum diese Gruppe niemals von sich aus grüßt: Man stelle

sich zwei solche Geleitzüge à 14 Rädern bei der Begegnung vor. Würde man sich an die Grußkonvention halten, müßten nun 14 mal 14 mal 2, also 392 Grüße getauscht werden, was eine CO₂-Wolke von beträchtlicher Größe entstehen ließe! Kommen wir zur fünften Gruppe. Man sieht ihre Angehörigen selten, aber wenn, dann ist der optische Eindruck überwältigend. Er ist es durch die Erscheinung dieser Stahl gewordenen Solidarität, dieser unbeschreiblichen Einigkeit der Gliederbewegung. Paddelnde Paare zum Beispiel erreichen niemals die Perfektion synchroner Motorik, die jedem Tandempaar eigen ist. Es handelt sich übrigens immer um fremdgeschlechtliche Paare. Nie sah ich ein gleichgeschlechtliches darunter. Es ist auch anzunehmen, daß Tandemfahrer grundsätzlich verheiratet sind. Nur die Ehe kann diesen schönen Masochismus eines vollendeten Gleichklangs der Körperteile in Bewegung und Richtung hervorbringen. Verliebte leisten sich zumeist noch den Luxus, mal hinter-, mal vor-, mal auseinander zu fahren. Das Tandem läßt einen Wechsel der Positionen nur beim Aufsteigen zu Beginn der Fahrt zu, doch auch hier gibt es feste Rituale.

Immer sitzt der Mann vorne und steuert nach den Anweisungen der Frau in seinem Rücken. Es ist die eheliche Kette, die beider Beinpaare so exakt zu einem Pas de deux des Tretens koordiniert. Man sieht übrigens von außen nie, wer stärker tritt bei einem solchen Paar, und auch dies gehört zu den Mysterien, die die eheliche Verbindung anderen Formen der Zusammenarbeit so überlegen macht. Der hinten sitzenden Frau fällt zuweilen auch die Rolle des Richtungsblinkers zu, der eine ausgestreckte Hand ist. Mit Ehering signalisiert sie Rechtsabbiegen, ohne das Gegenteil.

Ein Tandempaar grüßt meiner Erfahrung nach nie. Es lächelt auch nicht, noch macht es ein unwirsch Gesicht. Seine Physiognomie hat etwas von der starren Heiligkeit einer mittelalterlichen Steingruppe an sich. Man denke etwa an Darstellungen der Anna selbdritt. Anna ist das Tandem mit Maria auf dem Schoß, die ihrerseits ihr Kind auf dem Arm hält.

Dieser erste Versuch einer Ethnologie des Fahrradfahrers ist sicher noch nicht vollständig. Er vernachlässigt Randgruppen wie den Einradfahrer, der immer mit dem Umfallen kämpft, was vielleicht mit der Gefährdung des Singels zusammenhängt, doch noch im Hafen einer Tandemehe zu landen. Ebenso vernachlässigt wurde der Fahrradstreicher, der sein altes Fahrzeug hoch wie einen Mistwagen mit seiner ganzen in Koffern und Säcken verstaute Habe beladen hat und daher immer nur schiebt und so nicht einmal die Selbsthaftigkeit einer Sattelposition kennenlernt.

Weiter kommt der Fahrradsoldat nicht vor, der im Ernstfall wegen der natürlichen Verletzungsgefahr seiner Pneus nur mit geschulterter Luftpumpe und einem Tornister voller Flickzeug an die Front radelt. Auch die gelben Postradler fehlen, deren Gangschaltung die Markierung "Normalbrief", "Einbrief", "Telegramm" aufweist. Wichtig ist mir, überhaupt einen ersten Versuch gemacht zu haben, das ständig an Bedeutung zunehmende Phänomen der Fahrradbewegung der wissenschaftlichen Analyse zuzuführen. Hier wurde ein neues Lebensgefühl entdeckt, das jedem Autofahrer unzugänglich bleiben muß. Er ist kein Freigänger, er lebt zumeist in Einzelhaft mit allen damit verbundenen seelischen und körperlichen Schäden. Um auf den Anfang meiner Betrachtungen zu-

rückzukommen: Das Nebeneinander zweier Radfahrer erzeugt mitnichten ein Auto. Es bringt vielmehr Gespräche hervor von wunderlicher Leichtigkeit. Sätze, die zwischen Autositzen abgeschmact klingen würden, haben plötzlich wieder den alten Glanz: "Weißt du, ich finde es schön, daß wir immer noch zusammen sind." Es ist Bewegung in dieser Formulierung vom Sattel aus. Ich glaube fest daran, daß dies mit einem Wunder zusammenhängt, das nur der Fahrradfahrer kennt, nämlich nicht umzufallen, obwohl man nur eine zweidimensionale Basis hat. Dieses Wunder ist ausschließlich der Bewegung zu verdanken. Sobald man anhält, muß man sich abstützen, um nicht zu kippen. Insofern ist jeder Fahrradfahrer, wenn auch in einem angenehm bescheidenen Maße, ein Revolutionär.

Fahrrad - Technik - Freizeit

Bericht vom 2. Burgdorfer Fahrradseminar

Mit folgender inhaltlicher Ankündigung hatte ich zu einem Technikseminar am 28./29. April 1990 nach Burgdorf eingeladen:

Das Seminar soll technische Möglichkeiten aufzeigen, das Fahrrad als Nahverkehrsmittel zu optimieren. Ferner soll aufgezeigt werden, daß das Fahrrad unter einer freizeitpädagogischen Perspektive Technikbegeisterung in ökologischer Sicht fördert. Es sollen Entwürfe und Entwicklungen vorgestellt und diskutiert werden, die mit einfachen handwerklichen Möglichkeiten zu realisieren sind. Sowohl der Theorie als auch der Praxis ist ein entsprechender Raum zuzugestehen.

Während das erste Seminar vom Januar '89 das weite Feld der Fahrradtechnik abdeckte, sollen diesmal kontroverse Entwürfe vorgestellt und unter dem Aspekt der Alltagstauglichkeit und ihrer Realisierungsmöglichkeit diskutiert werden:

Anforderungen an ein mit Muskelkraft getriebenes Nahverkehrsmittel:

- ein- oder mehrspurig?
 - Wetterschutz - ja oder nein?
 - motorische Kraftunterstützung - ja oder nein?
- Ein weiterer Schwerpunkt beinhaltet das Verhältnis von Technik und Verkehr:*
- Randbedingungen des Verkehrs
 - heutige Verkehrsbedingungen
 - Sicherheit.

Wenn ich als Initiator des Seminars einen Bericht verfasse, so fehlt mir sicherlich die kritische Distanz. Dies sei mir nachgesehen. Andererseits sehe ich deutlicher als ein neutraler Beobachter die Diskrepanz zwischen Intentionen und deren Umsetzung.

Zu den Intentionen des Seminars:

a) Ich bin der Meinung, daß das Fahrrad, um als Verkehrsmittel eine wirkliche Alternative zum Auto darzustellen, technisch weiterentwickelt werden muß. Die Fahrradweiterentwicklung ging im letzten Jahrzehnt weitgehend von Privatpersonen aus, die z.T. mit großem Engagement und wenig Kapital zu erstaunlichen Ergebnissen gelangt sind. Ich sehe die Aufgabe des Seminars darin, den technisch kreativen Leuten ein Forum des Gedankenaustausches, der wechselseitigen Kritik, aber auch des sich gegenseitig Mut machen zu geben. Durch Fachreferate soll der derzeitige Wissensstand der Fahrradtechnik vermittelt werden, um durch Rückgriff auf den aktuellen technischen Wissensstandard bei eigenen Ideen Zeit und Geld zu sparen.

b) Eine weiteres Ziel des Seminars ist es aufzuzeigen, daß technische Höchstleistungen auch in einer dem Menschen angepaßten Technik erbracht werden können. Damit möchte ich technikbegeisterte Jugendliche für die "sanfte" Technik gewinnen, sie nicht zur "harten" Technik abdriften lassen.

c) Von den Medien werden Fahrradinnovationen oft als Kuriositäten herausgestellt, marktschreierisch wird sich über deren Exotik amüsiert. Das Seminar verfolgt auch den Zweck, der Öffentlichkeit zu verdeutlichen, daß diese neuen Objekte Resultate einer ernsthaften Auseinandersetzung sind.

Nach einer langen Vorbereitungszeit und vielen Telefonaten hatte ich für das Seminar folgende Referenten zu den aufgeführten Themen gewinnen können:

Helge Herrmann / Andreas Lange (Hannover):
"Wechselwirkung von Technik und Infrastruktur"

Harry Hoffmann (Leipzig):

"Alternative Fahrradtechnik in der DDR"

Werner Stiffel (Karlsruhe) / Thomas Liebich (Aachen): "Unterschiedliche Konzeptionen von ein- und mehrspurigen Rädern"

Walter Euhus (Langenhagen):

"Fahrradmotorisierung - ein Rückblick"

Dr. Stensschke (Umweltbundesamt Berlin):

"Umweltverträglichkeit der Radmotorisierung"

Herr Beck (Norderstedt):

"Das mit E-Motor angetriebene Fahrrad"

Wolfgang Bredow (Lilienthal):

"Alternative Energiegewinnung (Sonne, Wind) zwecks Fahrradmotorisierung"

Werner Stiffel (Karlsruhe):

"Die Teilverkleidung"

Wilfried Eichhorn (Traunstein):

"Das Aichhorn-Ei"

C. Rasmussen (Ballerup/Dänemark):

"Die LEITRA"

Um die Ergebnisse des Seminars nicht nur den Seminarteilnehmern vorzubehalten, wurde ein Reader angefertigt, der die zentralen Gedanken der Referate enthält. Der Reader ist über den ADFC-Bezirksverein Hannover, Postfach 305, 3000 Hannover 1 für 12,- DM (Vorauszahlung per V-Scheck) zu beziehen.

In ihrem Eröffnungsreferat beschäftigten *Andreas Lange* und *Helge Herrmann* (Uni Hannover) sich mit der "Wechselwirkung von Technik und Infrastruktur". *Andreas Lange* zeigte in einem historischen Rückblick auf, wie der Einsatz von Fahrzeugen abhängig ist von jeweiligen Stand der Straßenbautechnik. Während der Fernstraßenbau Europas besonders von Napoleon unter militärischem Aspekt intensiviert wurde, stand in der Stadt das Interesse der Befriedigung der Transportbedürfnisse des Bürgertums (Fuhrwerke) im Vordergrund. Der Radler wurde eher als Störenfried angesehen, dem durch Auflagen (Durchfahrverbote, Registrierungsverordnungen etc.) das Leben erschwert wurde. Neben den ökonomischen

Aspekten (Fahrrad als Luxus- und Sportartikel) ist in den miserablen Straßenverhältnissen ein weiterer Grund zu sehen, warum seit den Anfängen des Fahrrads zu Beginn des 19. Jahrhunderts es mehr als 50 Jahre gedauert hat, bis es sich durchsetzen konnte. Immense Schubkraft gewann das Fahrrad durch den massenhaften gesellschaftlichen Bedarf nach einem Individualverkehrsmittel durch die Trennung von Wohn- und Arbeitsort im Zuge der industriellen Revolution. Jetzt war das Rad auch kapitalistisch verwertbar. Dem Fahrrad als Wirtschaftsfaktor wurde Rechnung getragen, indem neue verkehrspolitische Maßnahmen in Angriff genommen wurden: Anlage von Fahrradwegen, bewachte Fahrradabstellplätze etc. Eine interessante Vermutung schnitt *Andreas Lange* in seinem Vortrag nur an: Die Verbesserung der Straßenqualität hat zu einer Vereinfachung der Fahrradtechnik geführt. Kann u.a. das Pedersen-Rad (selbst das Jaray-Liegerad) auch als Antwort auf die miserablen Straßenverhältnisse begriffen werden, so wurden gefederte Räder und aufwendige Sättel immer überflüssiger, je besser die Straßenverhältnisse wurden. (Vielleicht können deshalb umgekehrt die Mountain-Bikes als Antwort auf die heutigen Bedingungen des Radfahrens verstanden werden.)

Helge Herrmann stellte dagegen die heutigen Verkehrsbedingungen in den Vordergrund. An vielen Fotos aus dem Alltagsverkehr in Hannover dokumentierte er, daß das Radfahren in der Stadt eher einem Hindernislauf gleicht als einer zügigen und gleichberechtigten Teilnahme am Straßenverkehr. Viele Maßnahmen behindern bereits die Benutzung des herkömmlichen Fahrrads (Verkehrsführung, Sperrgitter, Parkregelungen). Technische Weiterentwicklungen des Fahrrads (Liege-, Drei- und Kabinenräder) haben noch andere Ansprüche an eine fahrradgerechte Infrastruktur. Die Förderung des pedalgetriebenen Nahverkehrs durch andere und bessere Räder müßte diesen speziellen Anforderungen Rechnung tragen, sollten diese Techniken realisiert werden. Eine Tendenz in diese Richtung ist jedoch gegenwärtig nicht erkennbar. Das Problem bleibt bestehen: Handeln die Entscheidungsträger des politischen Raumes erst unter Problemdruck, d.h. der Bedarf nach entsprechenden Straßen muß erst vorhanden sein (Nachfragemodell), oder sollten nicht zunächst Infrastrukturen geschaffen werden (Angebotsmodell), die den muskelkraftgetriebenen Nahverkehr geradezu herausfordern?

Der Technik-Infrastruktur-Problematik ist *Werner Stiffel* (HPV-Vorsitzender, Karlsruhe) vom Nachfragemodell aus nachgegangen. Wenn überhaupt, dann sind Infrastrukturmaßnahmen

auf das traditionelle Fahrrad hin angelegt. Darauf muß sich z.B. der Benutzer eines Liegerades einstellen. Aus Sicherheitsgründen (Kippsicherheit über das Vorderrad) befürwortet *W. Stiffel* das "lange Liegerad" (Tretlager hinter dem Vorderrad). Andererseits muß es auch wieder so kurz sein, daß es bequem auf Treppen mitgenommen oder in Garagen ohne größeren Platzbedarf abgestellt werden kann. Auf dem Seminar stellte er deshalb sein Konzept eines "kurzen" Liegerades vor: Durch den Einbau von 450mm-Laufrädern vorne und hinten ist eine Gesamtlänge des Rades unter 2,00 m möglich. Den Einwand des erhöhten Rollwiderstandes begegnete er durch eine Gesamtrechnung: Wird hinten statt eines großen Laufrades ein kleines eingebaut, erhöht sich zwar der Rollwiderstand um ca. 40 %, jedoch macht der Rollwiderstand an den gesamt-fahrowiderständen bei einer Geschwindigkeit von z.B. 20 km/h nur einen relativ kleinen Teil aus, so daß der Gesamtwiderstand (Luft- und Rollwiderstand) durch den kleineren Laufraddurchmesser nur um zirka 1,5 % zunimmt. Die Verringerung des Raddurchmessers wird mit einer Verschlechterung des Fahrkomforts erkauft: Kleine Radien schlucken Fahrbahnebenheiten schlechter als große. Natürlich könnte die Forderung nach besseren Radwegen gestellt werden, sicherer ist es jedoch, daß der Komfortnachteil der kleineren Räder durch andere technische Maßnahmen ausgeglichen wird. *W. Stiffel* ist ein konsequenter Vertreter der Fahrradfederung. Aus seinen reichen Erfahrungen und Experimenten stellte er verschiedene Federungskonzeptionen gegenüber: Sitzfederung, Vorder- und Hinterradfederung. Die Vorhaltung, der Fahrkomfort gehe auf Kosten der Fortbewegungsenergie, fand *W. Stiffel* nicht zwingend. Natürlich seien besondere konstruktive Gesichtspunkte hierbei wichtig, um die Energie nicht zu verschenken, z.B. sei besonders auf den Drehpunkt der Schwinge zu achten. Die Federung wirft aber weitere Probleme auf, die nach *Stiffels* Auffassung lösbar sind: Anbringung der Bremse, Verstellbarkeit der Federung, Schwingungsdämpfung, geeignete Federkörper.

Nach *Stiffels* Auffassung stehe die derzeitige Fahrradinfrastruktur dem Einsatz des Dreirades entgegen: "Für den Einsatz im Stadtverkehr: Es ist schwierig zu transportieren, über Treppen zu tragen, teuer, unbeweglicher und durch das höhere Gewicht nach den zahlreichen Stops in der Stadt schlechter zu beschleunigen, als ein Einspurer."

Daß diese Kritik nicht zwingend ist, bewies *C.G. Rasmussen* (Ballerup/Dänemark) mit seinem Vortrag über sein Kabinendreirad LEITRA. In einem Videofilm führte er vor, wie Durchschnittsfahrer

die LEITRA in zwei Teile zerlegt und auf einem Wege eine längere Treppe hinuntertragen können. Da die LEITRA lediglich 25 kg (einschließlich Kabine) wiegt, gibt es seiner Ansicht nach keine Beschleunigungsprobleme in der Stadt: "Das LEITRA-Dreirad beschleunigt durch die günstige Verbindung von niedrigem Gewicht, gut angepaßter Schaltung und wirkungsvoller Unterstützung des Rückens besser als ein normales Fahrrad." *Rasmussen* ist mit der LEITRA selbst bereits 150.000 km gefahren, insgesamt haben die im Betrieb befindlichen LEITRAs mehr als 500.000 km zurückgelegt.

Wenn *Werner Stiffel* mit dem Hinweis auf den VECTOR die Alltagstauglichkeit von Kabinenrädern anzweifelt, so wird er von *C.G. Rasmussen* mit seiner LEITRA widerlegt. An dieser Kontroverse wird das Dilemma der HPV-Szene der letzten Jahre deutlich: Viele Entwicklungen wurden unter sportlichen Aspekten vorangetrieben, da ist der VECTOR Vorbild. Die LEITRA ist dagegen konsequent als Verkehrsmittel entwickelt worden. Mir stellt sich die Frage, ob der Weg, über sportliche Herausforderungen alltagstaugliche Erfahrungen zu sammeln, nicht ein Umweg ist. Trotz des überzeugenden Konzeptes ist leider nicht zu erwarten, daß die LEITRA in absehbarer Zeit massenhaft im Straßenbild auftauchen wird. Der Preis von 5.500 DM aufwärts stellt sicherlich eine erhebliche Hemmschwelle dar. Einen Ausweg bieten da Eigenbauten, die auch auf dem Seminar vertreten waren, jedoch an den hohen technischen Standard der LEITRA nicht heranreichen.

Als Alternative zu den vollverkleideten Dreirädern sind die einspurigen Räder mit Teilverkleidung (*W. Stiffel*) oder mit Vollverkleidung (*W. Aichhorn*, Traunstein) zu sehen.

Wilfried Aichhorn hat die Entwicklung einer Vollverkleidung für herkömmliche Fahrräder zu einem Zeitpunkt begonnen, als Liegeräder noch nicht bzw. nicht mehr bekannt waren. Aus gesundheitlichen Gründen (körperliche Bewegung) wollte er das Fahrradfahren mit seinen geschäftlichen Interessen (als Geschäftsmann mit seinen Kunden in berufsmäßiger Bekleidung verhandeln zu können) verbinden. So entstand seine als "Aichhorn-Ei" bekannte Vollverkleidung, die in unterschiedlichen Ausbaustufen auch käuflich zu erwerben ist. *W. Aichhorn* stellte in seinem Diavortrag die sportlichen Leistungen heraus, die auf entsprechenden Veranstaltungen mit seinem Gefährt erzielt worden sind. Besonderes Interesse fanden aber seine Ausführungen zu den technischen Details seiner Konstruktion, vor allem hinsichtlich Fertigung und verwendeter Materialien. Hervorzuheben ist dabei der Hinweis, daß als Sichtfenster das von Laienkonstruk-

teuren häufig gern benutzte, weil über Baumärkte leicht zu erhaltene, klare Kunststoffmaterial von der Rolle völlig ungeeignet ist, weil es zu weich und daher leicht zerkratzbar ist. *W. Aichhorn* benutzt das kratzeste Macrolan, das aber sehr schwer erhältlich ist, da es von dem Hersteller (Securit) nur an Großverbraucher abgegeben wird.

W. Stiffel lehnt die unterschiedlichen Vollverkleidungen grundsätzlich ab, weil sie nach seiner Auffassung entweder das Fahrzeug zu schwer (Dreirad), zu unhandlich oder zu seitenwindanfällig (Zweirad) machen. Ferner entwickeln Kabinen Fahrgräusche, die dem Charakter des Fahrrades als lautlosem Verkehrsmittel entgegenlaufen. Als Vertreter des Liegerades gesteht *Stiffel* allerdings zu, daß das unverkleidete Liegerad gegenüber dem herkömmlichen Rad gerade bei schlechtem Wetter erhebliche Nachteile hat. Deshalb befürwortet er eine klappbare Teilverkleidung für diesen Radtyp. Diese Verkleidung erhält das besondere Fahrerlebnis des Radlers (Fahrtwind, Geräuscharm) bei angemessenem Wetterschutz. Eien Bauanleitung seiner Vorrichtung legte *W. Stiffel* dem Seminarpapier bei. Als ich *Thomas Liebich* (Aachen) bat, auf dem Seminar das Thema "Dreirad" zu übernehmen, hatte ich an eine Kontroverse über die Vor- und

Nachteile zwischen Zwei- und Dreirad gedacht. Einem möglichen Streit nahm *Th. Liebich* jedoch gleich den Wind aus den Segeln: "Das Zweirad ist prinzipiell besser für die gegenwärtige Verkehrssituation geeignet, das Dreirad bietet dagegen mehr konstruktiven Freiraum und könnte in einem weniger autoorientierten Verkehrssystem große Bedeutung erlangen." Die Präferenz für das Nachfragemodell (siehe oben) könnte sicherlich in Frage gestellt werden, im Vordergrund von *Th. Liebichs* Referat stand jedoch nicht das Dreirad im Verkehr, sondern die konstruktive Gestaltung dieses Fahrzeugtyps. Zentrales Augenmerk legte der Referent auf die Kippsicherheit zweier gegensätzlicher Dreiradkonfigurationen. Gilt allgemein das Dreirad mit zwei vorgehen Gelenkten Rädern unter diesem Gesichtspunkt dem mit zwei hinten angetriebenen Rädern überlegen, so widerlegt dies *Th. Liebich* in einer Modellrechnung beider Fahrzeugtypen, die hier nur skizzenhaft dargestellt werden kann: Die Kippsicherheit des Dreirades ist am höchsten, wenn der Masseschwerpunkt des Gefährtes einschließlich Fahrer möglichst auf der Achse mit den beiden Rädern liegt. Wenn dieses Ideal aus anderen Gründen nicht zu erreichen ist, so kann ihm bei dem Fahrzeug mit den beiden Rädern hinten am nächsten gekommen werden.

Burkhard Fleischer, Burgdorf

Forschungsdienst Fahrrad

Nr. 105

Sichere Gestaltung markierter Wege für Fahrradfahrer. Band 2. Bericht zum Forschungsprojekt 8315 der Bundesanstalt für Straßenwesen. Bereich Unfallforschung. Reihe Forschungsberichte Bd. 202. Bergisch-Gladbach 1989.

Nr. 108

Bicycle Safety and Parking Systems in Japan. In: Pro Bike 88 Proceedings. Hg. Bicycle Federation of America. Washington D.C. 1989, S. 223 - 244.

Nr. 109

Fahrradbesitz und Fahrradnutzung in Städten - eine spezielle Auswertung des SrV 1987. In: Die Straße. 29. Jg, Nr. 11. Berlin (DDR) 1989, S. 321/322.

Nr. 110

Kölner Protokoll '89 zum Radverkehr. Mitteilungen der Beratungsstelle für Schadensverhütung. Hg. Verband der Autoversicherer (HUK-Verband). Beratungsstelle für Schadensverhütung. Köln 1989.

Nr. 111

Fahrradständer - Dokumentation eines Wettbewerbs. Von N. Rheinlaender u. U. Saade. (Vertrieb über Velophil Fahrradhandel GmbH, Jagowstr. 12, 1000 Berlin 21.)

Nr. 112

Erfahrungen und Ergebnisse bei der Entwicklung und Förderung des Fahrradverkehrs. Von Dietmar Hunger. In: DDR-Verkehr. Jg. 21, Heft 6, 1988, S. 189 - 191.

Nr. 113

Cycleways. Hg. National Capital Development Commission. Technical Paper 37. Canberra 1983.

Nr. 114

Auswertung der Unfälle mit Radlerbeteiligung in den Jahren 1979 bis 1987. Von D. Habermeier. Stadt Erlangen. (Interner Vermerk.)

Nr. 116

Zweiradanlagen - Empfehlungen für Maßnahmen. Kantonaales Tiefbauamt. Bern 1988/1990.

PRO VELO - bisher

Heft 1: Erfahrungen mit Fahrrädern I

Fahrberichte über Stadträder, Langstreckenräder, Tandems, Fahrradanhänger, Sättel. 1. Aufl. August 1984, 6., überarb. Aufl. 1987, 7. Aufl. 1989.

Heft 2: Fahrrad für Frauen (... und Männer)

IFMA-Rundgang 1984: Das Fahrrad auf dem Weg zum Verkehrsmittel. Tips: Mit dem Fahrrad umgehen. Referate der ADFC-Fachtagung Stadtfahrrad«. Entwicklungslinien moderner Stadträder. Fahrtests. 1. Aufl. Dezember 1984, 6. Aufl. 1989.

Heft 3: Theorie und Praxis rund ums Fahrrad.

Fahrwiderstände für einen Radfahrer, Felgenbremse, Klassifikation Aerodynamik-Räder. Fahrberichte: Kardan-Antrieb, Liegeräder, Reiseräder, Ergorad. 1. Aufl. März 1985, 4., überarb. Aufl. 1987, 5. Aufl. 1989.

Heft 4: Erfahrungen mit Fahrrädern II

Test: Reiseräder, Stadträder, Moulton, Kardan, Gepäcktaschen, Fahrradanhänger, Federung am Fahrrad, Fahrradbeleuchtung, Fahrradunfälle. 1. Aufl. September 1985, 2., überarb. Aufl. 1987, 3. Aufl. 1989.

Heft 5: Fahrradtechnik I

Auslegung von Kettenschaltungen. Messung von Fahrwiderständen. Wirkungsgrad im Fahrrad-antrieb. Test: Leitra. 1. Aufl. März 1986, 2. überarb. Aufl. 1987, 3. Aufl. 1989.

Heft 6: Fahrradtechnik II

Beleuchtung. Auslegung der Kettenschaltung. Wartung und Verlegung von Seilzügen. Test: Fahrrad-Rollstuhl, Veloschlösser. 1986.

Heft 7: Neue Fahrräder I

IFMA-Bilanz 1986. Neue Fahrrad-Technik. Hydraulik-, Monolever-Bremsen. Test: Reiserad. Fahrwiderstände. Hybrid-Laufräder. 5-Gang-Nabenschaltung. 1986.

Heft 8: Neue Fahrräder II

Marktübersicht '87. Fahrberichte/Tests. Fahrrad-Lichtmaschinen. März 1987.

Heft 9: Fahrradsicherheit I

Haftung bei Unfällen. Bauformen Muskelfahrzeuge. Anpassung an den Menschen. Fahrradwegweisung. Juni 1987.

Heft 10: Fahrradzukunft

Fahrradkultur. Leichtfahrzeuge. Radwege. September 1987.

Heft 11: Neue Fahrrad-Komponenten

5-Gang-Bremsnabe. Neue Bremsen. Beleuchtung. Leichtlauf. Radwegebau. Fahrrad-Image '87. Dezember 1987.

Heft 12: Erfahrungen mit Fahrrädern III

Mountain-Bikes: Reiserad, Stadtrad, Schaltung, Praxistest. 5-Gang-Nabe. Fahrradkauf. Reisetandem. Schwingungskomfort an Fahrrädern. März 1988.

Heft 13: Fahrrad-Tests I

Fahrtests. Sicherheitsmängel. Gefährliche Lenkerbügel. Radverkehrsplanung. Juni 1988.

Heft 14: Fahrradtechnik III

Bremsentest. Technik und Entwicklung der Kettenschaltung. Großstadtverkehr. Fahrrad-Anhänger. Hydraulik-Bremse. September 1988.

Heft 15: Fahrradzukunft II

IFMA-Rundgang 1988. Neue DIN-Sicherheitsvorschriften. Konstruktive Gestaltung von Liegerädern. Dezember 1988.

Heft 16: Fahrradtechnik IV

Mountain-Bike-Test. STS-Power-Pedal. Liegeräder. Radiale Einspeichung. Praxistips. März 1989.

Heft 17: Fahrradtechnik V

Qualitäts- und Sicherheitsdefizite bei Alltagsfahrrädern. Tests: Bremer Stadt-ATB; Reisetandem Follis; Speichendynamo G-S 2000. Ergonomie bei Fahrradschaltungen. Juni 1989.

Heft 18: Fahrradkomponenten II

Fahrradbeleuchtung: Speichen-/Seitendynamo. Qualitätslaufräder: Naben/Speichen. "Fahrräder mit Rückenwind". September 1989.

Heft 19: Fahrradtechnik VI

Schaltssysteme. Speichendynamo und Halogenlicht. Fahrberichte. Speichenspannung. Qualitätslaufräder. Elliptisch geformte Rahmenrohre. Radfahrgalerie. Fahrrad-Kuriere. Dez. 1989.

Heft 20: Fahrradsicherheit II

Produkthaftung. Neue Fahrrad-Norm. Bremsentests. Fahrradunfälle und Schutzhelm. Praxistest: Reiserad, Dynamo. März 1990.

Heft 21: Fahrraddynamik

Physikalische Modelle der Fahrraddynamik. Bessere Fahrradrahmen. Test: Bremer Reiserad. Erster Versuch einer Ethnologie des Fahrradfahrers. Juni 1990.

Einzelpreis 7,50 DM zuzüglich 1 DM Porto. Bei Vorauszahlung portofrei. Abo 20 DM für 4 Hefte. PRO VELO-Verlag, Arn Broicher Weg 2, 4053 Jüchen. Postgiro Essen 16909-431 (BLZ 360 100 43). Sonderaktion: Ab 10 Exemplare (Zusammenstellung nach Wahl) pro Heft 4 DM (Bestellung durch Vorauszahlung)

DAS BIKE-VERGNÜGEN IM NEUEN STIL

ob offroad-sportlich oder city-aktiv



Enik SPACE
LINE



erhältlich
im beratenden Fachhandel

Das sind die TOP-BIKES der ENIK-SPACE-LINE:

- ▶ GALAXIS
- ▶ ALLROUND
- ▶ SUPERNOVA
- ▶ PACER
- ▶ GEMINI
- ▶ ENTERPRISE

(siehe Abbildung, GEMINI ab DM 1.295.- unverb. Preisempfehlung)



KETTLER ALU-RAD

FAHR AB AUF ALU-LEICHT!

Leihgabe von:
Andreas Pooch
Römerstr. 44
53840 Troisdorf

21-
Lenkerbügel, Griffe,
Einfinger-Vorbau, Sportsattel, Cantilever-Bremsen,
U-Brake, Kettler Kettenabweiser mit
integrierten Reservespeichen, Schaltwerkschutz
mit Astabweiser.



Ganz egal ob Sie in die Stadt zum Shopping fahren oder unterwegs auf einer Radtour durch den Wald sind. Sie brauchen ein Rad, das keine Kompromisse macht. Das für jedes Einsatzgebiet seine Tauglichkeit beweist. Ein Rad, das zuver-

Der neu entwickelte
Alu-Rahmen
„P 2000“



lässig, stabil und trotzdem leicht ist. Für einen ungetrübten Fahrradspaß. Ein Radprogramm zum Abfahren. Street von Kettler. – Das macht uns so leicht keiner nach.



DAS ALU-RAD.