F 20145 F

PRO VELO

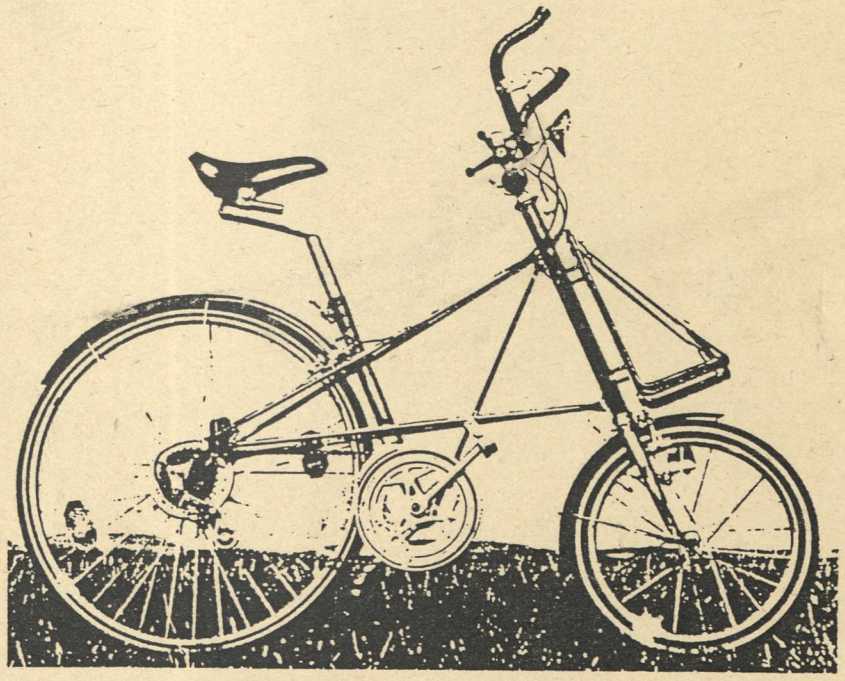
# Das Fahrrad-Magazin

3

3-85

## Theorie und Praxis rund ums Fahrrad

Fahrwiderstände für einen Radfahrer
Kraftübertragung der Felgenbremse
Energieverbrauch des Radfahrers
Fahrradwerkstatt in der Schule
Aerodynamik-Räder
Murks am Fahrrad
Kardan-Antrieb
Liegeräder
Reiseräder
Ergorad



5. Auflage 1989 6 DM

**IMPRESSUM**

Herausgeber
Dr. Friedrich Bode

Redaktion
Friedrich Bode, Hans-Joachim Zierke

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

Vertrieb
Pro Velo
Am Broicher Weg 2, 4053 Jüchen

Satz und Druck: INFOTEXT

**PRO VELO** erscheint viermal im Jahr: im März, Juni, September und Dezember. Einzelpreis 6 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 Bestellanschrift 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 5:** Fahrradtechnik I
**PRO VELO 6:** Fahrradtechnik II
**PRO VELO 7:** Neue Fahrräder I
**PRO VELO 8:** Neue Fahrräder II
**PRO VELO 9:** Fahrradsicherheit
**PRO VELO 10:** Fahrradzukunft
**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

**INHALT**

Impressum ....3
Sozial- und Technikgeschichte des Fahrrads ...4
Kann die Form des Fahrrads noch weiterentwickelt werden? ....7
Die Entwicklung des Ergorades ....8
Die "zweite" Erfindung des Kardanantriebs ....11
Erfahrungen mit Liegerädern ....13
Übersicht: Aerodynamik-Räder ....15
Kraftübertragungskennlinien für die Hinterrad-Felgenbremse an Damenrädern ....17
Fahrwiderstände für einen Radfahrer ....19
Fahrradwerkstatt in der Schule ....26
Fahrradthemen in der Schule ....30
Energieverbrauch des Radfahrers ....38
Dokumentation: Murks am Fahrrad ....39
Sind Fahrräder sicher genug? ....41
Reiseräder: Anforderungen und Ausstattung ...42
Gepäckliste für eine 14-tägige Fahrradtour innerhalb Westeuropas ....44
PRO VELO ... bisher ....45

Diese 5. Auflage wurde notwendig, weil die Nachfrage nach den ersten Heften von PRO VELO unvermindert anhält. Gegenüber der ursprünglichen Fassung sind die Auflagen 4 und 5 von PRO VELO 3 geringfügig um einige aktuelle Meldungen sowie kleinere, mittlerweile überholte Beiträge gekürzt.

Besonders auf die Neufassung des Artikels von Dieter Wobben: Fahrwiderstände für einen Radfahrer (Seiten 19 bis 25) möchte die Redaktion hinweisen. Die hier abgedruckte Version berücksichtigt die Korrekturen bzw. Erweiterung der Kapitel 5, 7 und 8, die in PRO VELO 7 abgedruckt wurden. Das vorliegende Heft enthält damit die berichtigte und vollständige Fassung des genannten Artikels.

PRO VELO 3 - 1. Aufl. März 1985
4., überarb. Aufl. 1987
5., korrig. Aufl. 1989

Copyright **c 1985, 1987, 1989** by Friedrich Bode

ISSN 0177-7661
ISBN 3-925209-03-4

# SOZIAL-UND TECHNIKGESCHICHTE DES FAHRRADS

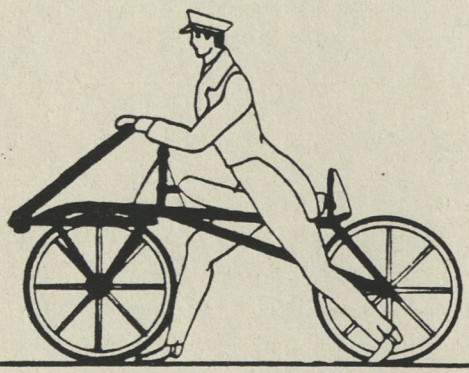
Von den Anfängen bis zur Entwicklung des Fünfeckrahmens

Am 29. April 1985 jährt sich zum 200. Mal der Geburtstag des Freiherrn Karl von Drais - jenes Mannes, dem eine der größten Erfindungen in der Geschichte des Straßenverkehrs zu verdanken ist. Er schuf mit dem ersten lenkbaren Laufrad den Urahn des heutigen Fahrrades, das lange nach seinem Tode einen Siegeszug durch die Welt antrat.

Von menschlicher Muskelkraft angetriebene Wagen geisterten schon seit Jahrhunderten durch Erfinderträume. Auch Drais baute 1813 ein solches Gefährt - und scheiterte ebenfalls. Dafür gab es gleich mehrere Gründe:

- Die Straßen waren katastrophal schlecht, so daß der Reibungsverlust der Räder größer war als der mögliche Kraftaufwand.
- Das Gewicht dieser Gefährte war zu groß. Noch waren die erforderlichen leichten Materialien nicht erfunden.
- Die Nachfrage nach solchen Fahrzeugen fehlte. Der Adel und das Bürgertum ließen sich vom Pferd transportieren, dessen hohe Kosten eine Ausbreitung dieser Fahrweise in den unteren sozialen Schichten verhinderten - womit das Privileg, reisen zu können, den Reichen allein erhalten blieb. Und selbst Treten kam ohnehin nicht in Betracht.

Die vergeblichen Versuche mit vierrädrigen muskelgetriebenen Wagen brachten den badischen Forstmeister auf die Idee, eine zweirädrige Laufmaschine zu konstruieren. Einspurige hölzerne Laufmaschinen ohne Lenkung waren bereits zu einem Spielzeug der vornehmen Gesellschaft geworden, vor allem in Paris. Den genialen Gedanken, sie steuerbar zu machen, setzte Drais als erster in die Tat um. Nach vielen Schwierigkeiten erhielt er 1818 ein Patent auf sein "Velociped".



Freiherr von Drais schafft mit seiner lenkbaren Laufmaschine den Vorläufer aller heutigen Fahrräder (1817)

Eine grundlegende Erkenntnis, die später die Entwicklung des Fahrrads beflügelte, verwirklichte Drais schon bei seiner Laufmaschine, die durch Abstoßen der Füße auf dem Boden vorwärtsrollte. Weil das Körpergewicht nicht mehr von den Beinen getragen und bei jedem Schritt angehoben werden mußte, brauchte bereits der Laufradbenutzer erheblich weniger Energie aufzubringen als ein Fußgänger.

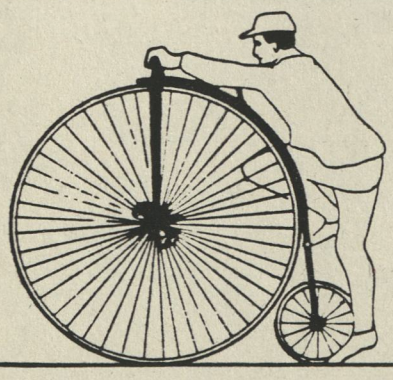
Der Stern des Freiherrn von Drais schien aufzugehen. Er erwarb Patente im In- und Ausland und fand auch Lizenznehmer. Es gab aber auch viele Nachahmer, die keine Lizenzgebühren entrichteten. Als der wenig geschäftstüchtige Drais die bisher von einem Stellmacher angefertigten Laufräder selbst produzieren wollte, geriet er in die Fänge unseriöser Lieferanten und Geldgeber, die ihn um sein Kapital brachten. Die Zeit, der er vorausgeeilt war, ging über ihn hinweg. Versuche, sich durch neue Erfindungen über Wasser zu halten, blieben erfolglos. Von seiner Umwelt verkannt und oft verspottet, starb Drais völlig verarmt 1851 in Karlsruhe. Vergessen war, daß er bereits in jungen JAhren unter anderem eine Tastenschreibmaschine erfunden und ein geniales Rechensystem erdacht hatte, auf dem letztlich die heutige Computertechnik beruht.

Ein Zeitgenosse des Erfinders berichtet 1818 aus eigener Erfahrung:
"Auf sehr sandigen Wegen sowie in grundlosem Moraste geht die Laufmaschine zwar nur langsam und natürlich auch nicht geschwinder als ein Fußgänger; dasselbe gilt von steilen Bergen und steinigen Hohlwegen, wo man am besten absteigt und das leichte Fahrzeug an der Lenkstange neben sich schiebt. Auf dem Steinpflaster läuft sie ebenfalls weniger gut, und wer sie hier fahren will, muss für sehr elastische Polsterung des Sattels Sorge tragen. Sanft anlaufende Berge werden aber mit Leichtigkeit und geschwinder als von Fußgängern damit erstiegen; selbst kotige Wege legen, sobald der Grund nur fest ist, dem Fortrollen der Maschine kein sonderliches Hindernis entgegen. Stets und besonders bei schlechtem Wegen ist aber anzuraten, den Fussstеig zu suchen, welcher durch dieses leichte Fuhrwerk nicht im geringsten für andere Fussgänger verderbt wird. Selbst die schmälsten Fusssteige kann der Geübte damit ohne Bedenken befahren. Am besten aber rollt man auf harten und ebenen Chausseewegen hin."
Aus: Rauck, Volke, Paturi. S. 22

Der Autor eines Zeitungsartikels, der um 1817/18 in Sachsen erschien, erkannte schon sehr früh die Möglichkeiten des Fahrrads:
"Dank dem Erfinder, aus dessen Genie jene herrliche Idee zu unsrer Reisemaschine entsprang, die ausser andern nicht zu berechnenden wichtigen Folgen in der Staats-Oeconomie, auch den Ärzten Gelegenheit verschafft, den nach Hilfe schmachtenden entfernten Kranken solche weit schneller, und mit weit weniger Umständen, als bisher, zu gewähren.
Da durch die Draisine manches, in der Anschaffung und Unterhaltung so kostspielige Reitpferd als entbehrlich dürfte abgeschafft werden, so stehet zu hoffen, dass der Hafer in Zukunft im Preise fallen werden."
Aus: Rauck, Volke, Paturi. S. 25.

Etwa 50 Jahre lang stagnierte die technische Weiterentwicklung des Zweirades: Noch war ein nennenswertes soziales Bedürfnis nach einem Individualverkehrsmittel nicht vorhanden. Doch wurden in jenen Jahren einige wichtige Details erfunden, die zunächst kaum Beachtung fanden, sich später aber als Voraussetzung für die Verbreitung des Fahrrads erwiesen.

Vom Schleifstein und von der Lokomotive wurden mechanische Antriebe aufs Fahrrad übertragen (Schwinghebel, Tretkurbel). 1869 war für die Entwicklung besonders wichtig: Nun gab es Ganzmetallgestelle, Rohrrahmen, Eisenfelgen mit Drahtspeichen und Vollgummireifen, Vorderradbremsen, Vorderradfederung, Kotflügel, Freilauf, Geschwindigkeitswechselgetriebe mit zwei und vier Gängen, Kugellager und Räder mit vergrößertem Antriebsrad. Auch die endlose Antriebskette wurde erfunden, doch ihre Möglichkeiten für den Fahrradantrieb zunächst verkannt. Noch vermochte man nicht, die genannten Details so zusammenzufügen, daß ein praktisches Verkehrsmittel daraus wurde: Die passende Rahmenform war noch nicht gefunden.



Pierre Michaux entwickelt das Tretkurbelfahrrad (1867), aus dem schon bald das bekannte Hochrad von James Starley entsteht (1870)

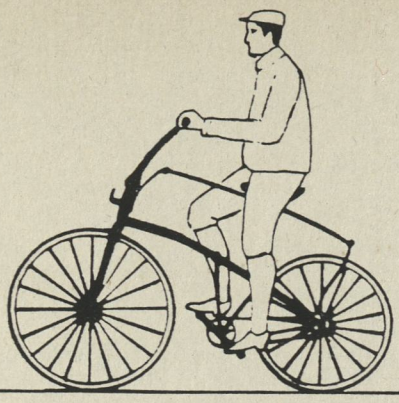
Der kettengetriebene Hinterradantrieb setzte sich (noch) nicht durch, weil die frontgetriebenen Räder in Serie produziert wurden und damit billiger waren. Die Entwicklung ging zunächst zum Hochrad, dessen technische Grenzen noch nicht erkannt waren.

Die Eisenbahn ist dem Fahrrad als Beförderungsmittel vorausgegangen und hat ihm Bahn gebrochen. Die Eisenbahn hat die langen Distanzen für viele geöffnet. Aber sie selbst genügte den wechselnden Ansprüchen des modernen Verkehrs nicht mehr. Feste Gleise, feste Fahrpläne. Sie gehört nur der Masse, die sich ihr unterordnet und anpaßt und ihre Bewegungen nach der Schablone des offiziellen Fahrplans regeln muß. Das Rad aber unterliegt keinem Fahrplan, es ist frei. Nicht folgt es dem allgemeinen Gleise, sondern auf tausend selbstgewählten Pfaden schweift es dahin. Zu jeder Stunde, nach allen Himmelsrichtungen führt es seinen Reiter. Es dient ganz und gar dem individuellen Bedürfnis; es trägt der unendlichen Vielfalt menschlichen Wollens und Strebens Rechnung. Der einzelne, der im großen Zuge verschwand, kommt auf dem Rad wieder zur Geltung. Es ist die Maschine, die den einzelnen zu sich selbst bringt.
Uwe Timm: Der Mann auf dem Hochrad. Eine Legende. Köln 1984. (Vgl. PRO VELO 2, S. 46)

Vorläufig - und das war entscheidend - fuhr das Hochrad schneller als alle Vorgänger. Das Kurbelgetriebene Vorderrad hatte einen gößeren Durchmesser als die bisherigen Maschinen; mit einer Kurbelumdrehung konnte man damit eine größere Strecke zurücklegen als mit einem kleineren Antriebsrad.

Bis in die frühen 80er Jahre blieb das Hochrad das Standard-Fahrrad der oberen Mittelklasse und nur ihr vorbehalten. Die eleganten Gefährte weren nicht billig: 1881 kostete ein Starley-Hochrad 20 bis 26 Pfund - gemessen an der Kaufkraft entsprach das etwa dem heutigen Preis für einen Kleinwagen.

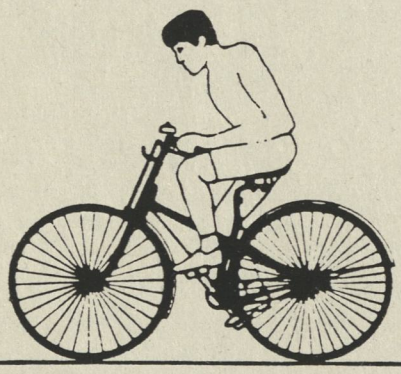
Dennoch: der Umsatz florierte, sorgte doch das Fahrrad neben Nervenkitzel in hohem Maß für Sozialprestige. Herren der vermögenden Gesellschaft ließen ihre Pferde im Stall und "ritten" auf den als äußerst vornehm und "gentlemanlike" geltenden Hochrädern spazieren, in Sonntagsrobe, kerzengerade im Sattel und über alles, was zu Fuß ging, unnahbar hinwegsehend. Das Gesamtbild der noblen Erscheinung krönte meistens ein stark gepolsterter Tropenhelm, der den sportlich-gefährlichen Charakter des "Ausritts" unterstrich.
Aus: Rauck, Volke, Paturi. S. 50.



André Guilmet zeigt auf der Pariser Fahrradausstellung das erste Niederfahrrad mit Kettenantrieb (1869)

Inzwischen waren die ökonomischen, geographischen und sozialen Bedingungen herangereift, daß das Fahrrad als Personenverkehrsmittel benötigt wurde.

Erst als die Distanzen im städtischen Bereich größer wurden (Bevölkerungswachstum, Ausbreitung der Fabriken), schlug die Stunde des Fahrrads. Viele Fabriken wurden außerhalb der Städte und Dörfer an den die notwendige Energie leifernden Bächen und Flüssen gebaut: Die Arbeiter mußten vom Haus



Als mit John Kemp's Rover I Fahrrad ein sensationeller Weltrekord aufgestellt wird, beginnt die Zeit des Niederfahrrads (1884)

zum Arbeitsplatz Strecken zurücklegen, für die Eisenbahn und Pferdebahnen unrentabel, zu teuer und zu wenig individuell waren. Zum ersten Mal in der Geschichte trat jenes Problem in Erscheinung, das heute "Pendlerverkehr" genannt wird und der Trennung von Wohn- und Arbeitsort geschuldet ist. Das Fahrrad ermöglichte eine wesentliche Verkürzung des Arbeitsweges und längere Feierabende, und obwohl die Anschaffungskosten anfangs sehr hoch waren, stand bald in jeder Arbeiterfamilie ein solches Gefährt.

Zwischen 1880 und 1890 wurde die Entwicklung des Fahrradrahmens vollendet. An der Entwicklung des noch heute üblichen Fünfeckrahmens war Humber maßgeblich beteiligt.

Damit hatte das Fahrrad seine endgültige praktische und einfache Form gefunden. Eine letzte technische Voraussetzung für seine Verbreitung als Massenverkehrsmittel steuerte der irische Arzt John Boyd Dunlop 1888 bei: Er erfand den Luftreifen. Seine Tochter Jean Dunlop hat die Umstände der Erfindung der Nachwelt überliefert:

*«Eigentlich war es mein Bruder Johnny, dem es zu verdanken ist, dass mein Vater den Reifen erfand, ohne den heute kein Fahrzeug mehr denkbar ist. Mein Bruder hatte ein Dreirad geschenkt bekommen, und in einem unbedachten Augenblick sagte der Vater zu ihm, dass er ihm die schnellsten Räder der Welt für sein Gefährt bauen könne – wenn er wolle. Dass er dann auch wirklich wollte, dafür sorgte mein Bruder. Beide zogen sich in sein Schlafzimmer zurück. Ich erinnere mich sehr wohl, dass meine Mutter höchst bestürzt war, als sie nach ein paar Tagen die Unordnung in dieser ‹Notwerkstatt› feststellte, in der es von Gummi- und Tuchstreifen, Leim, Holz, Scheren und allem möglichen Gerät nur so wimmelte. Völlig ausser Fassung geriet sie, als Streifen amerikanischen Ulmenholzes in der Badewanne versenkt wurden, wo sie sich vollsaugen sollten, damit man sie besser biegen konnte. Bald war das ganze Haus völlig durcheinander – mein Vater arbeitete fröhlich weiter.*

*Es fällt mir heute sehr schwer, mir die wirklichen Schwierigkeiten vorzustellen, die mein Vater bei seiner Erfindertätigkeit zu überwinden hatte, ganz zu schweigen von der Ironie und dem mitleidigen Lächeln der Nachbarn und später der Fachwelt, die er zu ertragen hatte. Aber unerschütterliche Zielstrebigkeit war eine seiner grossen Charaktereigenschaften.*

*Ich habe oft die Meinung gehört, die Erfindung des pneumatischen Gummireifens sei mehr oder weniger ein Zufall oder das Ergebnis einer Inspiration. Nichts ist weniger wahr als das. Schon von Kindheit an hatte sich mein Vater für wissenschaftliche Probleme interessiert. Sein Spezialgebiet war schon immer der Strassenverkehr. Er hatte lange vorher die Kraftverschwendung und den Verlust an Geschwindigkeit erkannt, die durch den schlechten Zustand der Strassen in damaliger Zeit verursacht wurden, und sich Gedanken über biegsame Speichen, besondere Federungen und ähnliches gemacht.*

*Aber ihm blieb wenig Zeit für Experimente, da der Veterinärberuf ihn voll in Anspruch nahm. Erst als er sich zur Ruhe setzen konnte, kam ihm der Gedanke, Luft in einen Schlauch aus Gummi und Kanevas zu komprimieren und um den äusseren Rand des Rades herumzulegen. Das war damals höchst ungewöhnlich und revolutionär.*

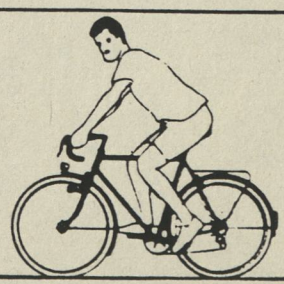
*Ich erinnere mich genau an den Tag, an dem mein Vater seinen ersten pneumatischen Reifen im Freien ausprobierte. Er nahm zwei Räder, das eine war das gewöhnliche Vorderrad vom Dreirad meines Bruders, das andere eine runde Holzscheibe, um deren Rand mein Vater seinen Pneu mit Hilfe einer ‹Decke› aus Leinen befestigt hatte. Der Pneu wurde mit Johnnys Fussballpumpe aufgepumpt und das Ventil abgebunden, wie man es heute noch bei Fussbällen macht.*

*Mein Vater fragte dann seinen Freund John Caldwell, welches von den beiden Rädern wohl am schnellsten laufen würde. Caldwell antwortete: ‹Natürlich das kleine da vom Dreirad.› Als mein Vater nun das kleine Rad in Schwung setzte und über den Hof rollen liess, blieb es schon in der Mitte des Platzes liegen. Die Holzscheibe mit dem luftgefüllten Reifen durchlief nicht nur die ganze Länge des Hofes, sondern prallte noch ein ganzes Stück vom Tor am anderen Ende zurück.*

*Mein Bruder Johnny bekam also Luftreifen um die Räder seines Dreirades gelegt. Er war sehr glücklich darüber und bald von allen Dreiradfahrern der weiteren Nachbarschaft der schnellste und wendigste. Zu lösen war noch das Problem, wie man einen solchen Reifen möglichst haltbar machen konnte.*

*Mein Vater kaufte ein Fahrrad ohne Räder. Aus Bandeisenstücken konstruierte er sich dann die Räder selbst und bog deren Ränder zu Felgen zurecht, auf denen die pneumatischen Reifen aufgezogen werden konnten – genau so, wie das heute noch geschieht. Als Reifendecken benutzte er diesmal erstklassiges Segeltuch. Das fertiggestellte Fahrrad wurde sodann ausgedehnten Tests unterworfen und legte dabei mehr als 4000 Kilometer zurück. Das Vorderrad erlitt dabei auch nicht eine einzige Panne und brauchte während der ganzen Prüfzeit nicht ein einziges Mal von den Felgen abgenommen zu werden.»*

aus: Rauck, Volke, Paturi: Mit dem Rad durch zwei Jahrhunderte. Das Fahrrad und seine Geschichte. Aarau/ Stuttgart 1979, S. 106/107.



# Kann die Form des Fahrradrahmens noch weiterentwickelt werden?

Nachdem 1890 der englische Konstrukteur Humber den Fünfeck-Rahmen entwickelt hatte, wird davon ausgegangen, daß der Fahrrad-Rahmen seine endgültige Form gefunden hat. Und tatsächlich muß anerkannt werden, daß diese Konstruktion sich weithin bewährt hat: Der Fünfeck-Rahmen ist bei optimaler Stabilität materialsparend und leicht; seine Form federnd und praktisch.

Die nebenstehende Skizze verdeutlicht das Prinzip, durch das der Fahrrad-Rahmen seine große Belastbarkeit und seine guten Federungseigenschaften zugleich erhält.

Die Grundform baut auf dem halben Kreisbogen auf, der optimal geeignet ist, vertikale Kräfte auf zwei Punkte überzuleiten ( - wie es von Gewölben, Tunnels, Brücken und Kuppeln bekannt ist). Diese einfache Form (1) leitet die Belastung auf die beiden Radmittelpunkte über.

Das Vorderrad muß beweglich gehalten werden (2), daher die geringfügige Abweichung von der Basis.

In (3) kommt die Lenkung hinzu, die (anatomisch bedingt) nach oben verlängert wird. Das Rohr, das die Lenksäule führt, darf nicht gebogen sein.

Der Sitz muß sinnvoll plaziert sein (4), und weil er als punktförmige Kraft auf den Kreisbogen wirkt, wird er zusätzlich an der Basis (hier bietet sich das Tretlager an) abgestützt.

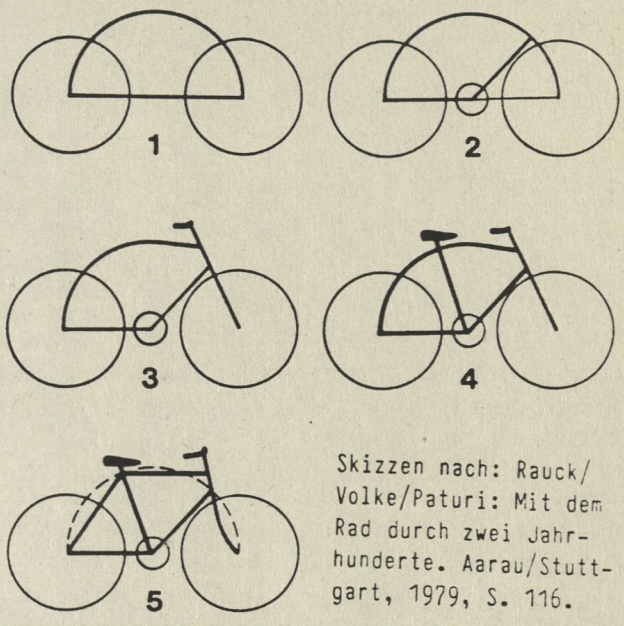
Die Skizze (5) verdeutlicht, daß alle entscheidenden Belastungspunkte (Hinterradachse, Sattelbasis, Lenkrohrende, Vorderradachse) auf dem (fiktiven) halben Kreisbogen angeordnet sind.

Aus fertigungstechnischen Gründen - gebogene Rohre sollen möglichst vermieden werden - sind die Streben zwischen Sattel und Hinterrad sowie zwischen Sattel und Lenksäule begradigt (5). Die Vorderradgabel wird nach außen gebogen; dadurch federt sie, und der entstehende "Nachlauf" verbessert die Geradeauslauf-Eigenschaften des Fahrrads.

Das Reglement für Radrennen und die Orientierung der Fahrradindustrie (und vieler Fahrradkäufer) am Rennrad und seinem Image haben Variationen dieser Konstruktionsprinzipien weitgehend verhindert. Ohne Verzicht auf die Vorteile des Fachwerk- oder Brückenbauweise beim Fahrrad-Rahmen sind folgende Modifikationen denkbar:

- unterschiedlich große Laufräder
- Lenkstange in ergonomisch richtiger Höhe
- andere Positionierung des Sattels
- tiefere Anbringung des Tretlagers (wodurch der Einschluß der Kette in den Rahmen-Hinterbau vermieden wird).

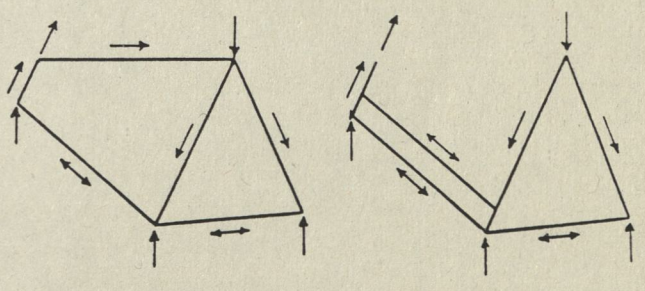
PRINZIP-SKIZZE DES FAHRRADRAHMENS



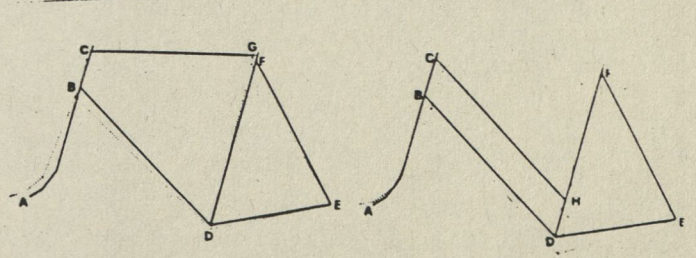

Skizzen nach: Rauck/ Volke/Paturi: Mit dem Rad durch zwei Jahrhunderte. Aarau/Stuttgart, 1979, S. 116.

Auf der Basis des bewährten Rahmen-Bauprinzips sind Variationen denkbar, die folgende Eigenschaften vereinen oder betonen:

- komfortablere Sitzposition
- verbesserter Federungskomfort
- größere Transportkapazität
- kürzere Bauweise (je nach Einsatzzweck)
- geringeres Gewicht
- neue Antriebsarten (z.B. Zahnriemen).



Kräfteverlauf (Zug und Druck) bei statischer Belastung: Herrenrahmen und Damenrahmen.

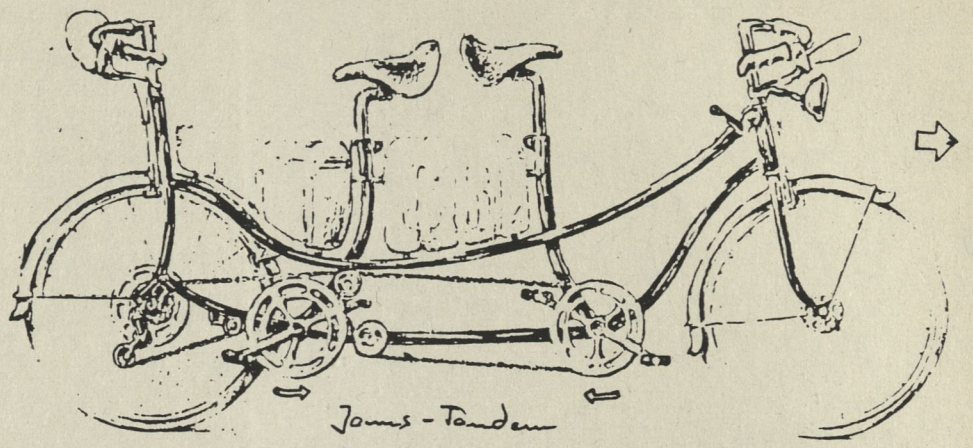



Unverformte und verformte Struktur am ebenen Herrenrahmen und Damenrahmen (nach v.d. Osten-Sacken)

# DIE ENTWICKLUNG DES ERGORADES

Von Helmut Reichmann

Meine beiden Kinder Eva, 15, und Fritz, 13, hatten seit Jahren im Keller Fahrradschrott gesammelt. Irgendwann wollte ich daraus irgendwas bauen, ob Seifenkiste, 'Holländer'-Tandem oder was auch immer. Technisch sah ich keine Probleme, da ich von der Arbeit in der Segelflugwerkstatt unter anderem Schweißen und vom Studium her Hartlöten kannte.




Im Sommer 1983 hatt ich ein wenig Zeit zum Basteln. Ein Tandem sollte es werden, doch bald schien mir das nicht mehr interessant genug, weil schon zu oft vorgekaut. Fest stand jedoch, daß das zu bauende Vehikel Spaß machen sollte. So verfiel ich auf die Idee, den 2. Fahrer umzudrehen. Vorbild war meine 1970 selbstgebaute Rückwärts-Uhr - lange bevor sie als 'Bayerische Uhr' von anderen vermarktet wurde.

Einen Entwurfsplan gab es nicht; das erste Tandem-Exemplar entstand unmittelbar. Dabei bereitete die Richtungsumkehr über Stirnzahnräder weit mehr Schwierigkeiten als erwartet. Das 'Ding' fuhr aber sehr gut, machte riesig Spaß, und ich ließ es - eigentlich nur, um dem Unsinn zu krönen - für 100 Mark hochoffiziell patentieren.

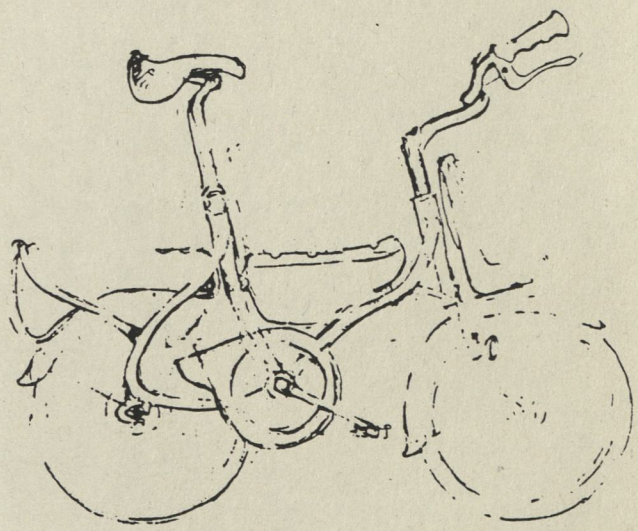
Irgendwie war mein Interesse an dem Vehikel aber doch so gewachsen, daß ich mit Herstellern in Kontakt trat und das Tandem bis zur Serienreife weiterentwickelte. Dabei arbeitete ich mich immer weiter in die Fahrradtechnik ein, besorgte mir Informationen und ruhte nicht eher, bis ich sicher war, daß es einfacher, besser und schöner wohl nicht zu machen wäre. (Ähnlich war es, als ich Flugmodelle entwarf und baute.)

Ohne diese Tandem-Vorgeschichte wäre die Entwicklung des Ergorades nicht erfolgt. Doch vielleicht noch dies: Beim Bau des ungewöhnlichen Janus Tandems konnte man den Glauben an die Menschheit wiedergewinnen: Sehr viele Leute (Fahrradhändler, Schrotthändler, Meister in der Lehrwerkstatt, Patentamt-Mitarbeiter, Polizei, TÜV, Journalisten von Radio, TV und Presse u.v.a.) haben geholfen, selber Spaß gehabt, die Sache unterstützt oder zumindest uneigennützig beraten. Ich hätte nie geglaubt, daß unsere langweilige Konsumgesellschaft derart positiv auf Kreatives, Neues und Spielerisches reagiert.

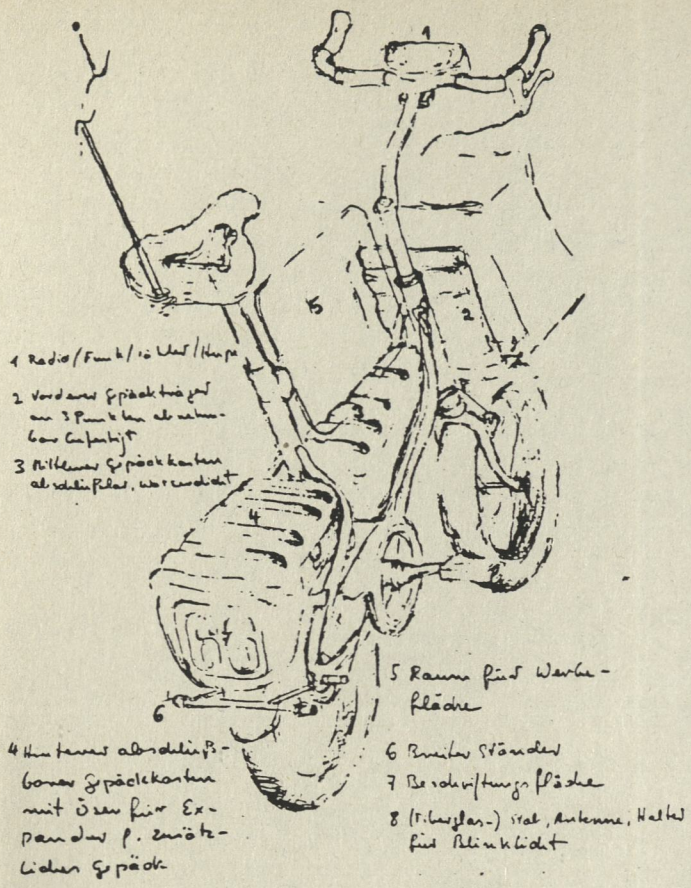
Die eigentliche Geschichte des Ergorades begann so: Ich hatte mich schon oft geärgert, daß man als Normalfahrer relativ unbequem auf dem Fahrrad sitzt; möglicherweise hat die Geometrie des Rennrades zu stark auf Gebrauchsfahrräder abgefärbt. Zudem sind Fahrräder meist unhandlich und Klappräder ein Mittel zum Abgewöhnen des Radfahrens überhaupt.

Einen weiteren Anstoß in dieser Richtung erhielt ich durch negative Erfahrungen mit Messerädern (City-Hopper) auf der IAA 1983 in Frankfurt. Ein Freund regte mich an, ich sollte mir doch mal Gedanken über Messeräder machen, anstatt Spieltandems zu entwickeln.

So entstand eine Reihe von Zeichnungen, die eher Ideenskizzen darstellten - auch zu Übungszwecken für meinen Beruf. Natürlich sind noch viele technische Ungereimtheiten darin enthalten (Lenkervorbau, VR-Nachlauf u.a.). Die Ideenskizzen für das 'Messerad' zeigen allerdings bereits wichtige Elemente, die später am Ergorad wieder auftauchen: Hornlenker, gefederter Sattel, rahmenfester VR-Gepäckträger.



Diese Ideen habe ich erst im Januar 1984 wieder aufgegriffen und - über das 'Messerad' hinaus - versucht, ein bequemes Fahrrad zu entwickeln - immer noch ohne den Zwang, auf die Verwendung von Serienteilen zu achten. (Diese Anforderung holte mich dann später ein.)

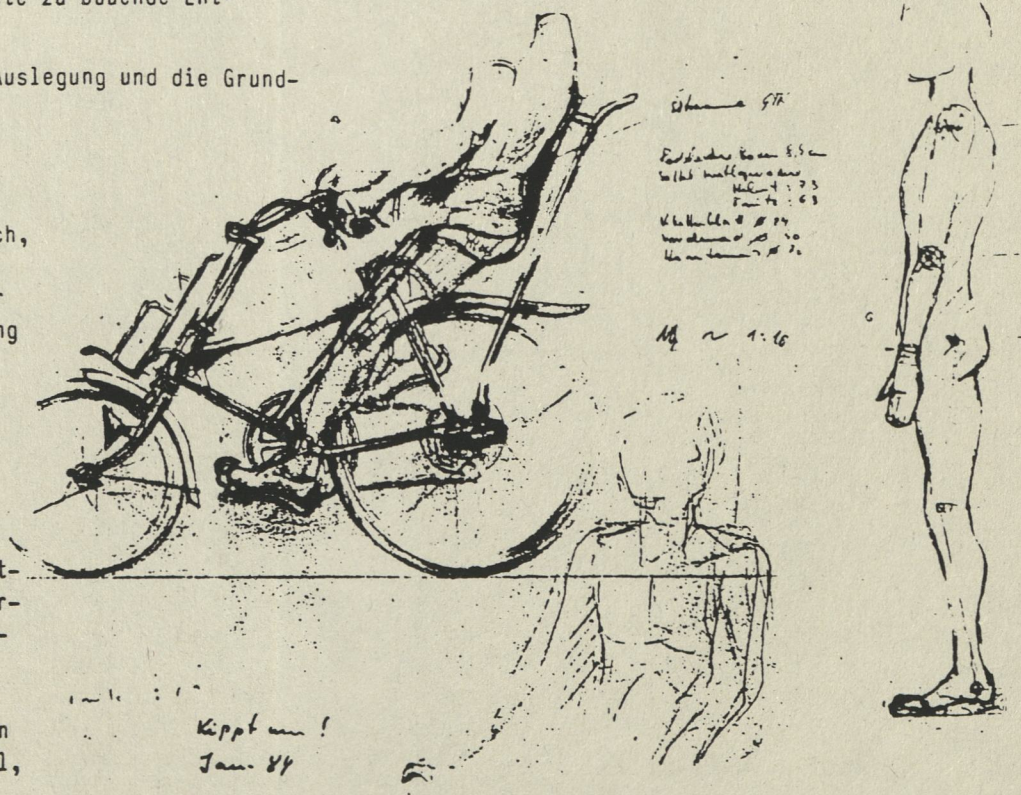


Die ersten Entwürfe: Sessel-Sitz, stark geneigtes Sitzrohr, normalgroßes belastetes HR, entlastetes kleines VR. Schwerpunkt zu weit hinten: das Fahrrad kippt! Neue Zielrichtung: Variationsspielraum ausloten, weniger der konkrete zu bauende Entwurf.

Irgendwie gefielen mir die Auslegung und die Grundidee:

1. Gewicht nach hinten
2. VR entlastet und klein
3. Aufrechte Sitzposition
4. Kürzeres Fahrrad, handlich, wendig
5. Rahmenfester Gepäckträger
6. Gefederte Sattelaufhängung

Diese Vorgaben schienen mir konkretere Entwicklungen zu rechtfertigen. Ein erster 'machbarer' Entwurf entstand, den ich im Maßstab 1:1 groß zeichnete und baute - wiederum aus Schrottteilen, die ich freundlicherweise von einem Fahrradhändler und vom Metallschrott-Großhandel geschenkt bekam. Die Rahmenrohre stammten von einem Krankenhausbettgestell, das ich aus einem großen Schrotthaufen herauszog: es hatte vor allem die gewünschte Biegung! Den Hornlenker stückselte ich mir aus kleinen Rohrstücken zusammen und veränderte so lange, bis er mir gut und bequem schien. (Das war sehr viel Arbeit.) Dann baute ich den ganzen Bügel nochmal.



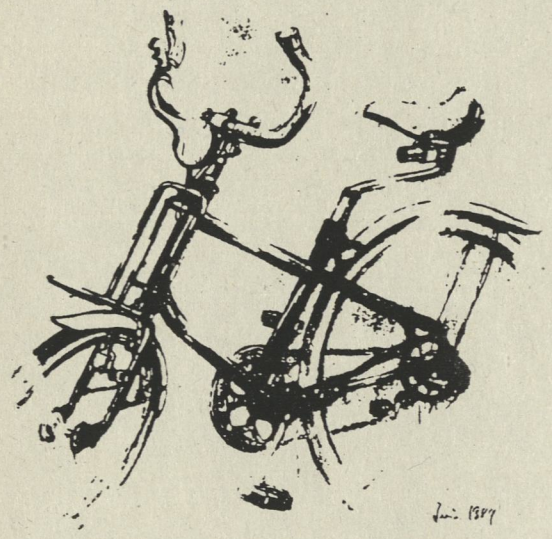
Inzwischen war der Prokurist eines Zweirad-Großhandels auf mein Tandem aufmerksam geworden und von dem gerade fahrbereiten kleinen Rad so angetan, daß er mich mit Rat und Material weiter unterstützte. So erhielt ich sämtliche Anbauteile geschenkt. Das war so etwa im Juni 1984. Vom Tandem kannte ich die Patent-Prozedur und meldete das kleine Rad entsprechend an. Später sicherte ich mir auf weitere Einzelteile Patent- bzw. Gebrauchsmusterschutz.

Bis dahin lief alles recht gut und zügig. Doch bis mal jemand was Neues in Serie baut ... Zunächst war ich selbst skeptisch, ob und inwieweit mein Ergorad gebrauchstauglich ist. Es fanden sich jedoch immer häufiger Fachleute, die geradezu begeistert Probefahrten unternahmen. Ich habe sehr viele Leute auf dem Rad fahren lassen. Bei der IFMA (September 1984) habe ich meine Unterlagen 4 Herstellern gezeigt, 2 interessierten sich für Probefahrten auf dem mitgebrachten Prototyp und beide waren spontan bereit, ihre Möglichkeiten zu prüfen. Einer sagte direkt zu, er würde bauen ... und dann?

Na ja, auf den zweiten Blick ist auch recht viel an dem Rad, was man nicht im Zubehörladen erhält: die gefederte Sattelstütze ist im Serienbau absolutes Neuland, Ausfallenden sind Sonderteile, ebenso die Bleche, die das Sitzrohr im Rahmen befestigen, der Gepäckträger ist eine Sonderkonstruktion usw. usw.

Ärgerlich ist die Tatsache, daß das Rad nicht komplizierter, wohl aber anders als die heute üblichen Fahrräder aufgebaut ist und allein da-

durch solche Probleme aufwirft. Andererseits hat mich die Zähigkeit der Industrie verblüfft, ein neues Konzept in Angriff zu nehmen. Man scheut - obwohl vom Objekt ehrlich begeistert - das Risiko, Neuland zu betreten. Dies scheint mir für ein lohnintensives, hochtechnisiertes Land wie die BRD eine Einstellung zu sein, die über kurzzeitige Geschäfte infolge Rationalisierung der Massenfertigung zu technischem Rückstand gegenüber flexibleren Herstellerländern (z.B. Fernost) führt. Vielleicht rettet zur Zeit nur der hohe Stand des US $ die deutsche Fahrradindustrie?



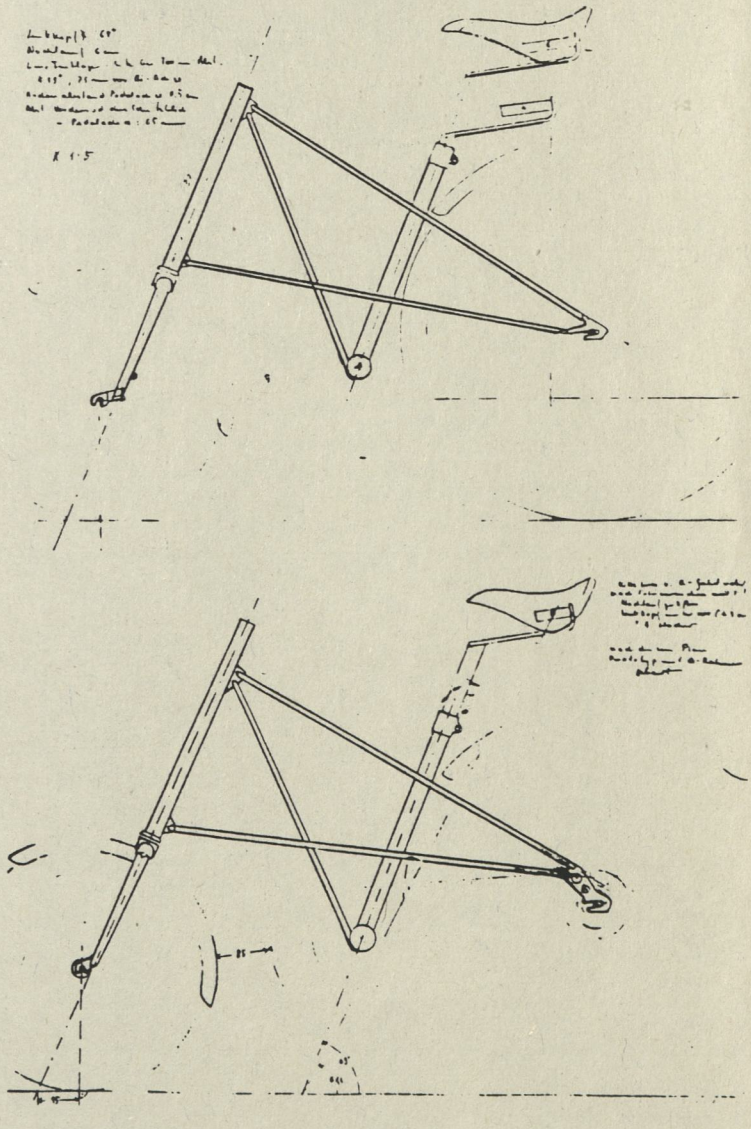
Doch zurück zur Ergorad-Entwicklungsgeschichte. In einem Radladen habe ich dann das Pedersen-Fahrrad gesehen. Diesen Rahmen fand ich so überzeugend, daß ich mich nochmals an den Zeichentisch gesetzt habe, um zu versuchen, einen Rahmen aus geraden Rohren in konsequenter Dreieck-Konstruktion zu entwickeln. Das Ergebnis schien mir optisch und technisch machbar, und so begann ich, die Rohre zuzuschneiden. Gerade noch noch rechtzeitig fiel mir etwas Schlimmes auf: Kette und rechte Hinterradgabel durchdrangen sich räumlich! Der im Maßstab 1:1 bereits vorliegende Bauplan wurde entsprechend geändert, so daß das Gabelrohr oberhalb der Kette liegt und erst die Ausfallenden zur Achse hinunterführen. Dadurch ergab sich eine interessante Wirkung: Die Kette kann geschlossen von unten eingebaut werden, sie durchdringt den Hinterbau der Rahmens nicht. Damit ist das Ergorad hervorragend zum Einbau von Hülltrieben geeignet, die nicht geöffnet werden können (z.B. Zahnriemen).

Das Ergorad hat meines Erachtens folgende Vorteile:

1. Kleiner, handlicher, verpackbarer
2. wendiger
3. bequemere Sitzposition
4. die Wirbelsäule bleibt gerade
5. Lenkergriff-Stellung ergonomisch richtig
6. Lenkergriff ideal für Gegenzug der Arme
7. Sattel gefedert, aber nicht zu weich
8. gute Verkehrssicherheit durch aufrechte Kopfhaltung
9. Gepäckträger da, wo er hingehört
   - rahmenfest
   - in Sicht (es fällt nichts unbemerkt hinunter)
   - schwere Lasten problemlos transportierbar
10. sieht gut aus, erlaubt z.T. Trickradfahren
11. für Fahrer von 140 bis ca 188 cm Größe passend

Dem stehen als Nachteile gegenüber:

1. Bei extremen Steigungen und beim kraftvollen Start mit festem tritt kann das VR abheben, wenn sich der Fahrer nicht vorlehnt
2. höherer Luftwiderstand bei schneller Fahrt störend (wegen der aufrechten Sitzposition)
3. hoffentlich nicht sehr lange - teuer



Die Chance des Massenverkaufs behindern möglicherweise:

1. das ungewöhnliche Aussehen
2. der hohe Preis, der durch die handwerkliche Einzelfertigung vieler Teile bedingt ist
3. man muß darauf fahren, um die Vorteile des Ergorades zu erfahren - schriftlich läßt sich das nur unzureichend darstellen.

Die Entwicklungsmöglichkeiten des Ergorades sehe ich in folgenden Bereichen:

- Sattel (mein selbstkonstruierter Versuchssattel ist noch immer der bequemste)
- Kindersitz vorne an oder anstelle des Gepäckträgers mit Auffahrschutz(?)
- Ausführung mit Zahnriemen statt Kette.

Auch das 'Janus'-Tandem wird inzwischen in Serie produziert.

Portrait des Erfinders von Ergorad und Janus-Tandem

Geb. 1941, seit 1981 Professor für Design, FH Saarbrücken
Segelflieger, erster Pilot mit drei WM-Titeln: 1970, 1974, 1978.
Ehrenamtlicher Bundestrainer Segelflug.

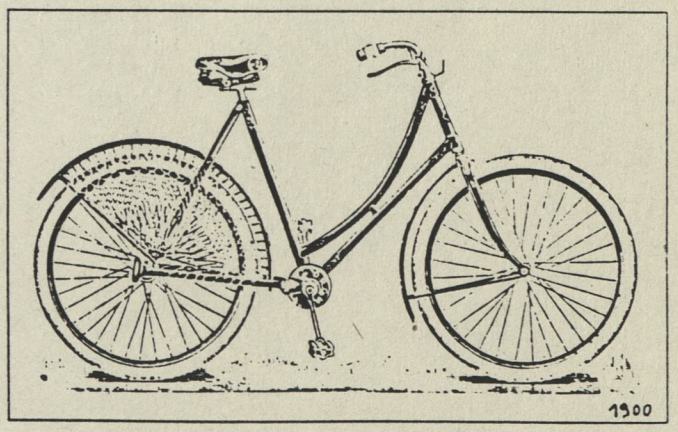
*Bequeme Sitzhaltung und große Transportkapazität: Prof. Reichmann und sein „Ergorad".*

# DIE «ZWEITE» ERFINDUNG DES KARDAN-ANTRIEBS

Von Peter Fendt, Marktoberdorf

Nach meinem Studium der Betriebswirtschaftslehre schrieb ich mich an der Technischen Universität in München ein, um auch ein paar Semester Technik zu studieren. Während einer Vorlesungspause diskutierten einige Kommilitonen über die Möglichkeit, ein Fahrrad mit Kegelradantrieb zu bauen. Nachdem die Kommilitonen die Verzahnung durchgerechnet hatten, stellten sie fest, daß ein solcher Antrieb von der Theorie her nicht funktionieren kann und somit auch nicht praktikabel sein kann.

Mich selbst hat die Idee aber fasziniert, und mit meinem Kommilitonen Kurt Hofgärtner, der an besagter Diskussion auch teilnahm, saß ich oft zusammen, um über diese Angelegenheit zu diskutieren. Bald erhielt unser Diskussionsthema den Namen "Projekt F". Während der Jahre 1979 und 1980 verbrachten Herr Hofgärtner und ich viel Zeit damit, über Projekt F zu diskutieren.



Am 5.12.1980 faßte ich schließlich den Entschluß, das Projekt F zu realisieren. Am 22.12.1980 gründete ich zusammen mit Herrn Höfgärtner beim Notar Jungsberger in München die Fendt&Hofgärtner GmbH, Sitz Wilhelm-Meister-Str. 7 in München.

Der Firmensitz war die Dachkammer von Herrn Hofgärtner. Herr Hofgärtner war technischer Geschäftsführer, ich selbst war kaufmännischer Geschäftsführer und hauptberuflich damals bei der Firma Krauss Maffei als Revisor tätig.

Über Projekt F erstellte ich ein Lastenheft, daß ein Fahrrad mit folgenden Eigenschaften zu konstruieren sei:

- Antrieb durch einen Kardanantrieb
- Federung des Hinterrades
- Gewicht maximal 15 kg
- Preis maximal DM 800,--

Ich hatte das Gefühl, daß ein solches Fahrrad am Markt eine gewisse Chance haben müsse, auch deshalb, da sich der Markt seinerzeit in einer Expansionsphase befand.

Herr Hofgärtner entwickelte nun einen Kardanantrieb, den wir auch zum Patent anmelden wollten. Bei den Recherchen stießen wir zu unserem größten Erstaunen darauf, daß bereits 100 Jahre vorher ein derartiger Antrieb zum Patent angemeldet worden war. Während wir glaubten, die Fahrradinnovation des Jahrzehnts entdeckt zu haben, haben wir in Wirklichkeit eine uralte Klamotte reaktiviert.

Nichtsdestotrotz gingen die Entwicklungsarbeiten weiter. Herr Hofgärtner baute dann den ersten Prototypen, der am 12.8.1981 auf einer Pressekonferenz in Marktoberdorf der erstaunten Fachwelt vorgestellt wurde. Als "Fahrrad ohne Kette" fand dieses Modell regen Zuspruch sämtlicher Medien.

Unsere Firma siedelte mittlerweile nach Marktoberdorf, meinen Heimatort, über. Wir mieteten das Anwesen am Buchenweg 12 und begannen mit der Serienproduktion unseres Fahrrades, dem wir den Namen FEHO STS 1-26 gaben.

Am 5.12.1981 lieferten wir die ersten Serienfahrräder aus und zwar an den Zweiradhändler Bäuml in Augsburg und den Sportfachhändler Rädler in Sonthofen.

Seit unserer Pressevorstellung im August hatten wir einen regen Auftragseingang zu verzeichnen gehabt, sodaß wir nun in argen Lieferengpässen waren. Zudem: Das Modell FEHO STS 1-26 entsprach beileibe nicht dem oben genannten Lastenheft. Es wog 21 kg, war also 6 kg zu schwer. Es kostete, normal üblich kalkuliert, DM 1.050, war also DM 250 zu teuer.

Die Herstellungskosten lagen über dem Verkaufspreis, da wir eben doch noch keine erfahrenen Fahrradfabrikanten waren. Über drei Monate dümpelte die Firma so dahin, die Absatzzahlen waren aber weit unter den Erwartungen, da das Rad einfach zu schwer und zu teuer war; auch tauchten diverse Kinderkrankheiten auf, die dem Rad beim Handel auch noch einen schlechten Ruf einbrachten.

Ab 1.3.1982 bin ich hauptberuflich in die Firma eingetreten und war erschrocken, da der tägliche Produktionsausstoß nur bei 2 bis 3 Fahrrädern lag. Aufgrund der großen Probleme gab es auch Auseinandersetzungen mit Herrn Hofgärtner, der schließlich aus der Firma ausschied und in München sein Studium fortsetzte. Ich stand nun, 2 Monate nach Aufgabe meiner gutbezahlten, gesicherten Stelle in München vor den Trümmern meiner Firma.

Unter archaischen Produktionsvoraussetzungen bauten drei Mann pro Tag 2 bis 3 Fahrräder, die viel zu schwer und viel zu teuer und somit kaum verkäuflich waren. Mittlerweile waren schon TDM 100 an Verlusten aufgelaufen. In euphorischer Voraussicht hatte Herr Hofgärtner Teile für den Bau von weiteren 500 Fahrrädern disponiert, so daß ich nun vor der schwierigen Entscheidung stand, entweder alles zu verschrotten oder weiterzumachen. Ich lernte dann Herrn Preisinger kennen, einen ehemaligen Motorradrennfahrer, der in Marktoberdorf eine mechanische Werkstatt betreibt. Er beseitigte die Kinderkrankheiten, so daß die ausgelieferten Fahrräder wenigstens 100%ig zuverlässig waren.

Zur gleichen Zeit lernte ich den Ingenieur Muck aus Kempten kennen, der auf der Basis des sehr schweren alten Antriebs daran ging, ihn vom Gewicht her leichter und vom Preis her billiger zu machen. Anstatt U-Profile aus Stahl kompliziert zu bearbeiten, wurde umgestellt auf leichten Alu-Guß. Anstatt der teuren und schweren Alu-Druckguß-laufräder stellten wir um auf normale Speichenräder. Herr Preisinger entwickelte die neue Befestigungsvorrichtung für die Federbeine, die wesentlich stabiler war und auch optisch besser aussah als beim ersten Modell.

Der Prototyp 1 der neuen Serie war im September 1982 fertig und wurde nun von einem eigens engagierten Testfahrer erprobt. Durch den extrem harten Einsatz (hauptsächlich Gebirgsfahrten) konnte der Antrieb weiter verbessert werden. Er ging ab März 1983 in Serie. Gleichzeitig habe ich mich entschlossen, die teure und für mich unrentable Fahrradmontage aufzugeben. Ich suchte nun eine Fahrradfabrik, die bereit war, unser Fahrrad nach Zulieferung des Antriebs zu bauen. Wir fanden einen optimalen Partner in den beiden Herren Kleinebenne von den Patria-Werken. Im Sommer 1983 lief die neue Serie vom Band, die Modelle FENDT Cardano Comfort und FENDT Cardano.

Das Modell Cardano hatte die Federung, wog jetzt 16,8 kg und konnte vom Handel für DM 890 verkauft werden. Das Modell Cardano war ohne Federung und wurde zu DM 790 angeboten. Es wog nur 15,5 kg. Somit konnten die Richtwerte des damaligen Lastenheftes einigermaßen erreicht werden.

Zur Technik

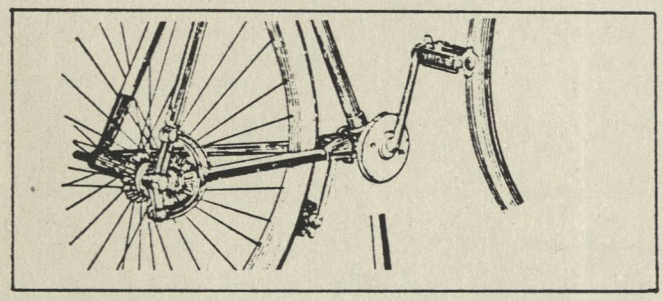
Das alte Modell FEHO lief relativ rauh und ging auch schwer. Dies lag mitunter auch daran, daß durch die schweren Gußräder nahezu doppelt soviel Masse gedreht werden mußte wie beim normalen Speichenfahrrad. Die Übersetzung war 1 : 2,5. Wichtigstes Ziel beim neuen Antrieb war die Erzielung eines leichten Laufs. Dies ist uns auch gelungen. Nachdem die Übersetzung heute 1 : 2,2 beträgt, ist subjektiv kein Unterschied mehr zwischen einem FENDT Cardano Comfort und einem vergleichbaren Fahrrad mit einer Dreigangnabenschaltung feststellbar.

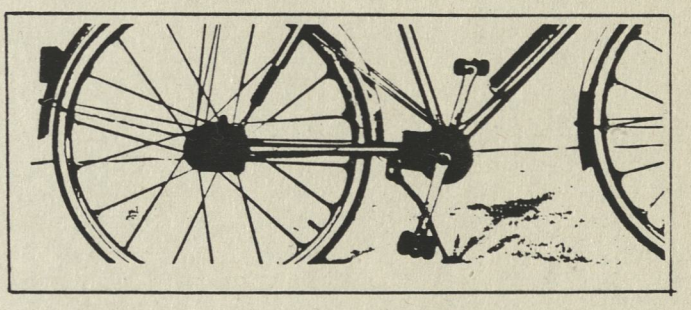
Wir verfügen leider über keinerlei eigene Meßergebnisse bezüglich des Wirkungsgrades unseres Antriebs. Wir wissen aber von Meßergebnissen, die mit unserem alten Modell durchgeführt worden sind: Sie zeigen, daß der Wirkungsgrad bei 90 % lag, gegenüber 95 % bei einem normalen Dreigangfahrrad. Fahrräder mit Kettenschaltung wiesen sogar 97 % Wirkungsgrad auf.

Man muß dabei aber berücksichtigen, daß diese Ergebnisse nur bei einer frisch geschmierten Kette erzielt wurden. Bei einer schlecht oder gar nicht geschmierten Kette nimmt deren Wirkungsgrad stark ab, wohingegen der Kardanantrieb durch seine Dauerschmierung stets einen gleichbleibenden Wirkungsgrad hat. Wir räumen dem effektiven Wert des Wirkungsgrades auch nicht die große Bedeutung bei. Für uns ist es wichtig, daß der Fahrer subjektiv das Gefühl hat, daß sich unser Fahrrad nicht schwerer treten läßt als ein normales Dreigangrad. Viele Besucher, die zu uns kamen und erstmalig das Kardanrad fuhren, waren sogar erstaunt, wie leicht dieses Rad sich fahren läßt. Wichtig ist der Gesamteindruck, zu dem ja auch das Komforterlebnis mit der Hinterradfederung gehört.

Möglichkeiten der Weiterentwicklung

Nachdem feststeht, daß unser Kardanrad erheblich leichter läuft als das damalige Dürkopp-Fahrrad, kann man die Laufeigenschaften des Antriebs akzeptieren. Auch das Gewicht ist mit 16,8 kg für ein Tourensportrad annehmbar. Wer es noch leichter haben will, kann seit der IFMA 1984 auch einen Chrommolybän-Rahmen haben, womit er weitere 800 g einspart.





# *Erfahrungen mit Liegerädern*

**PRO VELO fragte Gerhard John, einen erfahrenen Liegerad-Spezialisten vom ADFC Darmstadt, nach seinen Erfahrungen mit Liegerädern.**

**Frage: Auf der einen Seite gibt es überragende Erfolge von Fahrrad-Sonderkonstruktionen bei Rennen, was auf ein schnelles, wettergeschütztes Rad Hoffnung macht. Andererseits ernüchtert freilich die Tatsache, daß trotz einiger Serienproduktionen kein Liegerad jemals wirklich populär wurde. Woran liegt das?**

**Gerhard John: Man orientiert sich zu sehr am normalen Fahrrad. Das führt zum Minimalkonzept eines Zweirades (das bei niedrigem Schwerpunkt schwierig zu balancieren ist) ohne guten Gepäckträger und Wetterschutz.**

**Natürlich bin ich auch für diese Räder. Bei Spazierfahrten auf glatter Fahrbahn ohne viel Verkehr und bei schönem Wetter sind sie optimal.**

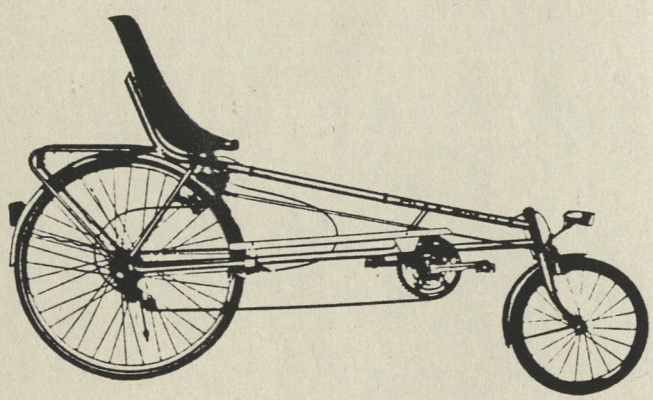
**Frage: Können Sie einige dieser Fahrzeuge kurz vorstellen?**

**Gerhard John: Beispiele für relativ brauchbare Räder dieser Art sind der Easy Racer (ca. 2.300 Mark), der Avatar (ca. 7.000 Mark), das Kateba (Avatar-Nachbau, ca. 2.000 Mark) und das Roulandt (1.250 Mark).**
**Das neue Billig-Liegerad BioBike (800 Mark) ist schwer, nicht aerodynamisch und hat keinen Gepäckträger. Der bequeme Sitz ist der einzige Vorteil - gegenüber dem Normalrad natürlich.**

Das Veleric (2.500 Mark) ist demgegenüber bewußt auf möglichst gute Aerodynamik gebaut. Es ist ein sehr flaches Liegezweirad, eingebaut in eine rundum schließbare Glasfaser-Plexiglaskabine mit dem phantastischen Cw-Wert 0,18, dazu eine gute Trommel-Scheibenbremse im Vorderrad - was will man mehr?

Frage: Welche konkreten Erfahrungen haben Sie mit dem Veleric gemacht?

Gerhard John: Ich habe das Veleric gekauft und erprobt und daraus sehr genaue Vorstellungen darüber entwickelt, wie das ideale Liegerad aussehen muß und durch welche Kriterien man dazu kommt.
Es sollte ein Dreirad mit Verkleidung sein. Nur dieses Konzept bietet soviele Vorteile ohne Sicherheitsverlust, daß sich der hohe Aufwand lohnt. Allerdings sollte auf die imposante Plexiglaskanzel, die auf der IFMA '82 auf allen vollverkleideten Rädern prangte, unbedingt verzichtet werden. Wie soll denn der Fahrer seine höchstempfindliche und dazu noch großflächige Sichtscheibe von Regen, Schnee, Nebel oder auch nur Frühtau freihalten?



Roulandt, Belgien

Frage: Wie ist das denn nun ganz praktisch, wenn Sie sich mit dem Veleric im Verkehrsgewühl bewegen?

Gerhard John: Ich bin damit zweimal von Darmstadt nach Frankfurt gefahren. Das ging recht schnell - eine Stunde statt 1 1/2 Stunden. Ich habe mich auch bei der Rückfahrt um 2 Uhr morgens noch wohl gefühlt, wogegen ich auf meinem normalen Rad in der gleichen Situation unter kalten Händen, kalten Füßen, schmerzendem Hintern und allgemeiner Verkrampfung zu leiden habe. Doch es war auch sehr gefährlich: Bei Neben mußte ich alle 500 Meter anhalten, um die Scheibe zu wischen, und dann fahr ich doch beinah in einen parkenden VW-Bus rein. Kaum hatte ich den Schrecken überwunden, taucht vor mir ein riesiger Kopf im Nebel auf. Ich bremse ganz entsetzt - und tatsächlich handelt es sich um eine querstehende Mauer mit einem Wahlplakat drauf. Das Veleric hat prima Bremsen, ich komme 30 Zentimeter davor zum Stehen, aber der Schreck sitzt.
Unsicher fühle ich mich auch, wenn die Straße schlecht ist, wenn ich sehr langsam in der Fußgängerzone fahre oder auf der Straße wende. Dichter Autoverkehr macht mir gar keine Angst. Ich denke mir nur immer, hätte ich bloß drei Räder und keine so blöde Scheibe, dann würde ich gern damit einkaufen oder zur Arbeit fahren.

Frage: Können Sie uns die anderen Liegeräder noch kurz vorstellen?

Gerhard John: Zum Avatar 2000 - das Fahrgefühl ist wahrscheinlich wie beim Roulandt, der Sitz ist bequemer: Er ist elastisch (Federung!) und durchlässig für Schweiß. Ich habe mir den Avatar bei der Firma Schröder in Bremen zeigen lassen und kann beste Verarbeitung bestätigen. Allerdins muß die Lenkübertragungsstange alle 2 Jahre ersetzt werden (50 Mark), wenn die Kugelgelenke ausgeleiert sind.

Das Roulandt ist in Darmstadt zuerst von einem gekauft worden, der wollte damit über den Acker fahren. Der hat es nach 10 Kilometern wieder verkauft. Jetzt gehört es meinem Freund Jens Thomas, der sucht sich zum Spazierenfahren ebene und gute Straßen aus und ist damit zufrieden. Insgesamt gibt es in Darmstadt vier Roulandts, ein ganz neues ist in unserer Fahrradwerkstatt zu besichtigen (und zu kaufen). Wir können die Vorteile, die der Prospekt anführt, gelten lassen ("leicht lernbar, bequem und sicher"), müssen aber hinzufügen, daß wir es doch nur als Zweit- oder Freizeitrad einsetzen. Die Schwachstellen sind mangelnde Federung und daß man vom Regen noch mehr abkriegt als beim normalen Rad. Bei Schnee kann man schlecht fahren, weil zuwenig Gewicht auf dem Vorderrad liegt, was aber sonst grad der Vorteil ist - und zwar beim Bremsen. Wir sind mit der Hinterrad-Trommelbremse ganz zufrieden.

Trelo Grille - von Fahrgestell, Bremse und Aerodynamik nur für sehr langsames Tempo geeignet, aber zum Einkaufen ganz prima. Wegen der Kippgefahr (nur 1 Rad vorn) muß man langsamer fahren als man könnte. Das ist sehr frustrierend, nichts für junge Leute, zumal es nach Invalidenrad aussieht.

Das Windcheetah wurde Sieger bei der Practical Vehicle Competition der IHPVA. Es ist ein erfolgreiches Stadtrad, Transportrad, Reiserad und bei Rennen 62 km/h schnell - was ist der Cheetah nicht? Er ist nicht gefedert. Er ist übrigens kein Serienfahrzeug, denn Ingenieur Mike Burrows baut nur 10 Stück im Jahr, mehr möchte er gar nicht bauen.. Er verkauft die maßgeschneiderten, nicht verstellbaren Maschinen für 632 Pfund ohne Verkleidung. Die Verkleidung kostet etwa 300 bis 400 Pfund. In Deutschland kostet der Cheetah 3.600 Mark.

Frage: Woran arbeiten Sie zur Zeit in Ihrer Werkstatt?

Gerhard John: In unserer Werkstatt treffen sich alle, die die Brauchbarkeit des Fahrrads verbessern wollen; meistens handelt es sich um Reparaturen am normalen Fahrrad.

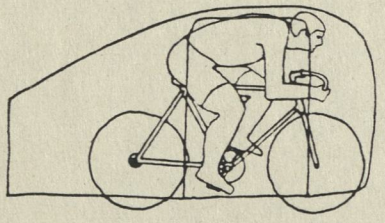
Wir sind eine lockere Gruppe von etwa 20 Leuten, größtenteils Jugendliche. Wir haben ein starkes Umwelbewußtsein durch Grüne Radler und ADFC und konzentrieren uns jetzt auf die Entwicklung der Fahrradtechnik, ähnlich wie die IHPVA, jedoch mit dem Anspruch möglichst großer Alltagstauglichkeit bzw. Nützlichkeit.
Bei uns laufen folgende Projekte: Bau eines Zweirad-Liegerades (Mit Federung), aerodynamische Windschutzscheibe aus Plastik/Holz, Hoch-Einrad, hinten gelenktes Rad, Tandem, Anhänger, Spaßdreirad, Dreirad, das sich in die Kurve legt.
Mein wichtigstes Ziel ist der Bau eines geschützten Liegedreirades ähnlich dem Windcheetah, weil ich mir persönlich so ein Fahrzeug wünsche.

Kontakt: Gerhard John, Am Kleinen Woog 4,
6100 Darmstadt, Tel. 06151-291038

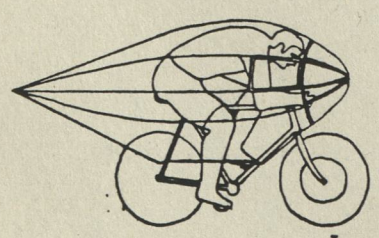
Trelo

---

# Übersicht Aerodynamik-Räder



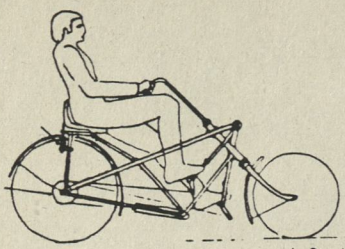
Velo Porpille 1913
56 km/h auf 1000 m



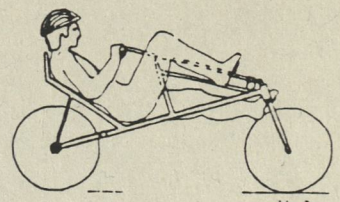
Tropfenrad 1914
Göricke-Werke

Seit 1890, als in England der erste "Humber" - eine Weiterentwicklung des Rover - auftauchte, hat sich die Form des Fahrrads kaum mehr verändert. Ein wesentlicher Grund für dieses Beharren auf der traditionellen Fünfeck-Rahmenbauweise dürfte in den Statuten der Union Cycliste Internationale, dem internationalen Verband für den Radsport, zu finden sein. Die UCI verbietet sämtliche aerodynamischen Hilfsmittel und schließt Liegefahrräder prinzipiell vom Radsport aus. Und da das Fahrrad in den Industriestaaten im wesentlichen als Sportgerät angesehen wird, orientiert sich auch die Form der Gebrauchsfahrräder am von der Form her festgelegten Rennsportrad.

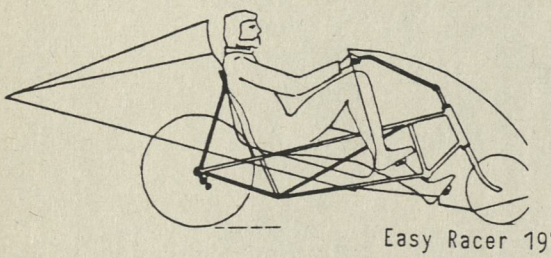
Es ist erstaunlich, daß die Geschwindigkeit bzw. Leistungsfähigkeit von Flugzeugen und Automobilen durch die konsequente Anwendung aerodynamischer Prinzipien und Erkenntnisse ständig gesteigert werden konnte, während beim Bau von muskelkraftgetriebenen Fahrzeugen diese Gesichtspunkte weitgehend außer acht gelassen wurden. Dabei stellt der Luftwiderstand das größte Hemmnis bei der Nutzung solcher Fahrzeuge dar: Beim Fahrrad trägt er zur gesammten bremsenden Kraft zu über 80 Prozent bei (bei Geschwingigkeiten von 30 km/h und mehr).



J-Rad 1920
Hesperus-Werke

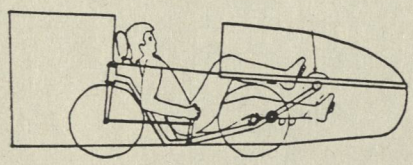


Velocar 1934
48 km auf 1 Std.

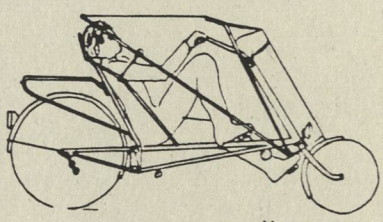


Easy Racer 1977
52,3 km auf 1 Std.
Bausatz 2000,- DM

Im Rennsport hatte sich daher bereits vor 1900 die stark nach vorn gebeugte Haltung des Fahrers durchgesetzt, die den Luftwiderstand spürbar verringerte. Der Geschwingigkeitsrekord stand 1895 auf 46,03 km in einer Stunde - gefahren im Windschatten eines Vierer-Schrittmacher-Tandems. 1899 wurde die Rekordmarke auf 101,77 km/h hochgeschraubt, als der Amerikaner Charles Murphy im Windschatten eines Zuges auf einem eigens angelegten Radweg 1 Meile in 56,9 Sekunden zurücklegte.

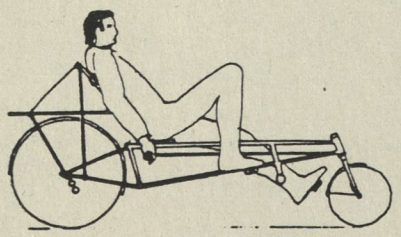


Einkaufsrad 1983
Gazelle



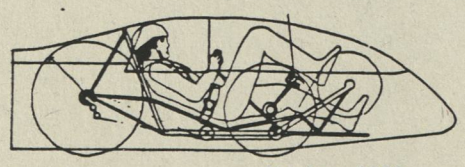
Muscooter 1981
Prof. Schöndorf
FH Köln

1912 baute der französische Flugzeugkonstrukteur Etienne Buneau-Varilla eine windschnittige Verkleidung für RAd und Fahrer - angeregt durch die Form des Zeppelins. Mit davon abgeleiteten stromlinienförmigen Fahrzeugen wurden in den Jahren bis 1938 weitere Stundenrakorde für Standardfahrräder aufgestellt. Die Spitzenleistung lag nun bei 50 km in einer Stunde. Eine weitere Verbesserung brachte ein windschnittig verkleideten Rad, bei dem der Fahrer auf dem Rücken lag: das Velócar. Dessen Rekorde aber wurden von der UCI nicht anerkannt.

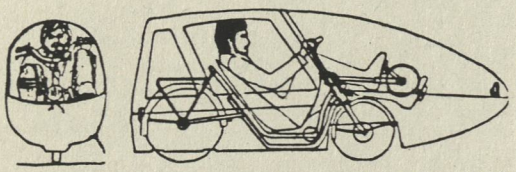


Avatar 1982
Prof. Wilson, MIT (USA)
DM 7000

Das Verbot, im Rennsport aerodynamsiche Hilfsmittel und Liegefahrräder einzusetzen, besteht heute noch und bewirkt, daß die Entwicklung von Hochgeschwindigkeitsfahrrädern sehr gehemmt wird. Veränderungen der traditionellen Form des Fahrrads konnten nicht stattfinden, weil der experimentelle Hintergrund fehlt, der alternative Bauweisen hätte aufzeigen können.



Vector 1980
92 km/h (1983)
22000 DM



Veleric 1982
Belgien
ca. 70 km/h
DM 2500

Zeichnungen: Gerhard John, ADFC-Darmstadt

Erst nachdem 1974 die International Human Powered Vehicle Association (IHPVA) gegründet wurde, hat eine neue Entwicklungsphase im experimentellen Fahrradbau begonnen. Dieser Verband läßt Tretfahrzeuge jeglichen Designs ohne Auflagen zu Wettbewerbsfahrten starten. Solche Rennen stellen häufig die Voraussetzung für Neuentwicklungen dar, die dadurch eine größere Aufmerksamkeit und Verbreitung finden.

Unmittelbarer Anlaß für die Gründung der IHPVA war die Nichtanerkennung einer Weltrekordfahrt durch die UCI. Inzwischen hat die Organisation über 1.400 Mitglieder in den USA und gibt eine eigene Publikation heraus: die HPV News ($ 15 jährlich in den USA, $ 20 in Europa).

Die Anschrift des von David Gordon Wilson geführten Verbands ist: IHPVA, P.O. Box 2068, Seal Beach, CA 90740, USA.

Die Gründung einer europäischen/deutschen Sektion der IHPVA wird im März 1985 vorbereitet. Kontakt: Wolfgang Gronen, 5441 Binningen (Tel. 02672-8680).

# Kraftübertragungskennlinien für die Hinterrad-Felgenbremse an Damenrädern

Von Dieter Wobben, Rheinisch-Westf. TÜV in Essen

Bereits frühere Messungen des Rheinisch-Westfälischen TÜV (RWTÜV) in Essen hatten gezeigt, daß besonders bei Damenfahrrädern recht hohe Kraftübertragungsverluste bei der Betätigung von Felgenbremsen am Hinterrad auftreten. Dies ist in erster Linie auf den recht langen Bowdenzug zurückzuführen, der in der Regel vom oberen Rahmenrohr in einem geschwungenen Bogen mit einem Winkel kleiner als 90 ° an die an der Pletscherplatte befestigte Bremse geführt wird (s. Version 1 in der Skizze links oben in Bild 1).

Diese ungünstige Bremsseilverlegung kann vermieden werden, wenn die Bremse nicht an der Pletscherplatte, sondern an einem am Sitzrohr angeschweißten Adapter in der Höhe des oberen Rahmenrohres befestigt wird (s. Version 2, untere Skizze in Bild 1). Ein Testfahrrad mit diesem Sonderadapter wurde uns freundlicherweise von der Fa. Kalkhoff zur Verfügung gestellt.

Die Messung der Kraftübertragungskennlinien brachte folgende Ergebnisse:

1. Mit der Version 2 (Bremse am Sitzrohr) war eine recht hohe Wirkkraft an den Bremsbacken aufzubringen bei geringerer Handkraft im Vergleich zu Version 1.

2. Die Bremse Version 1 mit dem geteilten Seilzug ermöglichte wegen der geringeren Elastizität als beim ungeteilten Seilzug das Aufbringen recht hoher Betätigungskräfte. Es zeigte sich allerdings eine recht hohe Hysterese.

3. Aus den gestuften Kraftsprüngen ist zu erkennen, daß bei hohen Übertragungskräften kein kontinuierliches Gleiten sondern Haften und Gleiten auftritt.

4. Die hohe Hysterese ist u. a. auf die elastische Verformung der Bremszange und der Bremsgummis zurückzuführen.

An dieser Stelle muß erwähnt werden, daß die Versuche mit relativ neuen Bremszügen durchgeführt wurden. Nach ca. 1 Monat Fahrzeit mit dem Testfahrrad (dabei wurde es auch bei Fahrten im Regen benutzt und abgestellt) konnte festgestellt werden, daß sich die Bremse an der Pletscherplatte nur noch ruckweise und mit höherem Kraftaufwand betätigen ließ, während die andere Bremse am Sitzrohr leichtgängig blieb. Die Ursache ist leicht zu erkennen. Der Bremszug (Version 1) wird in einem Bogen von unten an die Bremse geführt. Das offene Seilende zeigt nach oben; Regenwasser kann von oben in den Bowdenzug eindringen und sehr rasch Korrosionserscheinungen und damit schlechte Kraftübertragungseigenschaften hervorrufen. Dies ist bei der Bremse (Version 2) nicht der Fall. Sie arbeitet nach ca. 5 Monaten noch immer sehr zufriedenstellend.

Durch die Anbringung der hinteren Felgenbremse per Adapter am Sitzrohr ist eine Lösung gefunden, die nicht nur Gewähr für eine gute Bremswirkung im Neuzustand, sondern auch nach längerer Benutzungsdauer auch in feuchter Witterung bietet. Vergleichende Bremsmessungen mit den genannten Bremsen erfolgen zu einem späteren Zeitpunkt.

Bild 2 zeigt Kraftkennlinien der Weinmann HP Turbo-Bremse, die ebenfalls unten am Sitzrohr befestigt war (s. Skizze unten in Bild 2). Vergleicht man die Kraftkennlinien mit denen einer üblichen Felgenbremse an der Pletscherplatte, so erkennt man, daß die Betätigungskraft (jeweils mit geteiltem Seilzug) bei der Turbobremse geringfügig geringer sein kann bei gleicher Wirkkraft an der Bremse.

Es fällt jedoch auf, daß die Hysterese noch größer ist als bei der üblichen Felgenbremse; ein rasches geringfügiges Lösen der Bremsen (z. B. um Blockieren zu vermeiden) ist kaum möglich, was mit Sicherheit auf das Steilgewinde in der Spindel zurückzuführen ist. Die Turbo-Bremse ließ sich (noch sehr neu!) recht gut betätigen. Ob dies bei Salznebel- und Feuchtigkeitseinfluß auch so bleibt, muß die weitere Erprobung ergeben. Wir berichten zu einem späteren Zeitpunkt darüber.

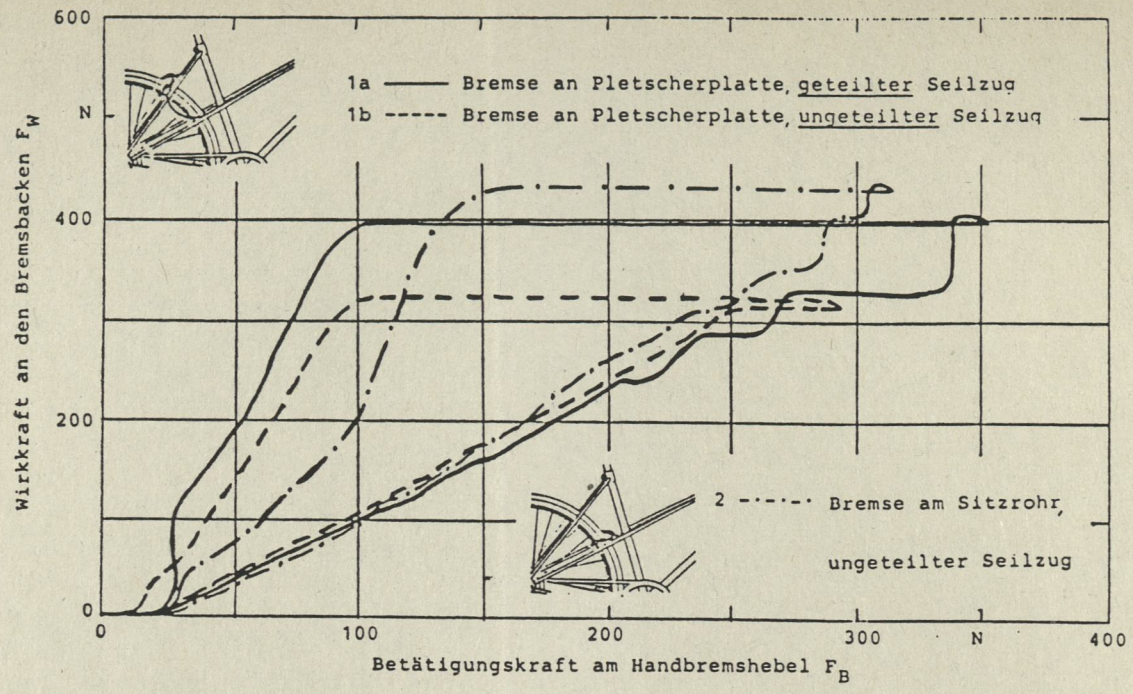



Bild 1: Kräfte bei unterschiedlich angebrachten Felgenbremsen am Hinterrad

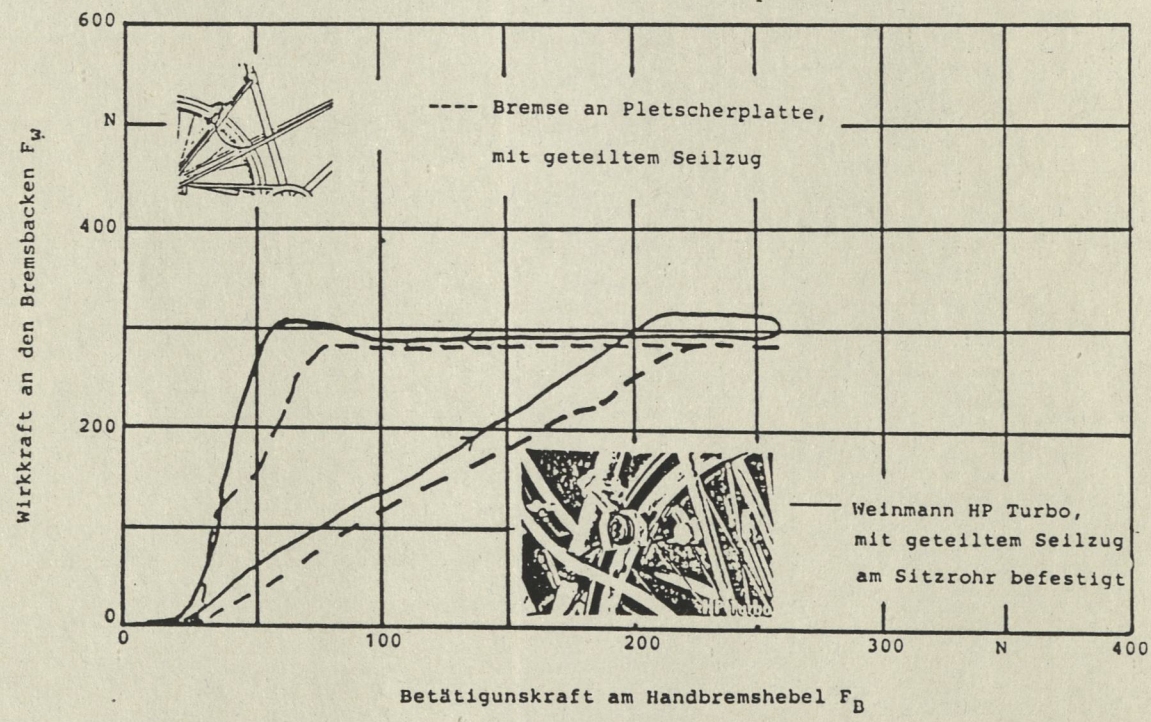
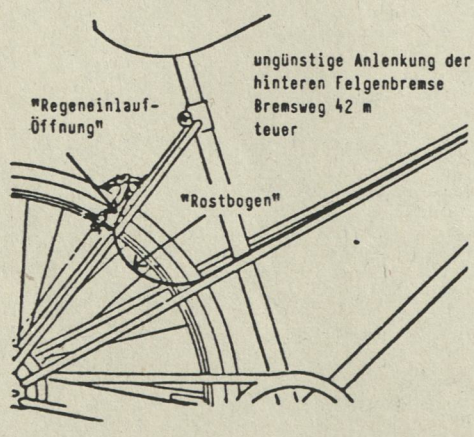
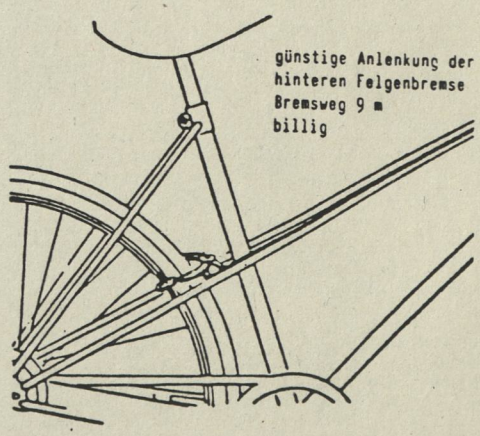



Bild 2: Kräfte bei unterschiedlichen Felgenbremsen am Hinterrad



# Fahrwiderstände für einen Radfahrer

Von Dieter Wobben, Rheinisch-Westf. TÜV in Essen

## 1 Einleitung

Mit Beginn der Frühjahrszeit und den ersten warmen Sonnenstrahlen, besinnt sich wieder so mancher auf das Vergnügen, Fahrrad zu fahren. Das Fahren mag ja Vergnügen bereiten, das Überwinden der Widerstände aber erfordert trotz Leichtbauweise, Leichtlaufreifen und 12-Gangschaltung immer noch unseren vollen Kraftaufwand.

Im folgenden sollen die physikalischen Zusammenhänge für die jeweiligen Fahrwiderstände aufgeführt werden. Beim Fahren in der Ebene mit konstanter Geschwindigkeit müssen der

- Luftwiderstand und der
- Rollwiderstand

überwunden werden.

Beim Befahren einer Steigung kommt zusätzlich der

- Steigungswiderstand

hinzu.

Vor dem Erreichen einer konstanten Fahrgeschwindigkeit muß das Fahrrad erst beschleunigt werden, und zwar ergibt sich ein

- Beschleunigungswiderstand

sowohl für die Beschleunigung der translatorischen (geradlinig bewegten) wie für die rotatorischen (rotierenden) Massen.

## 2 Luftwiderstand

Die Kraft, die ein Radfahrer zum Ausgleich des Luftwiderstandes aufbringen muß, ergibt sich nach folgender Beziehung:

$$F_L = \frac{1}{2} \rho_L \cdot c_W \cdot A \cdot v^2 \qquad (1)$$

$\rho_L$: Dichte der Luft, $\rho_L = 1{,}29$ kg/m³

$c_W$: Luftwiderstandsbeiwert (experimentell ermittelter Kennwert, der angibt, wie strömungsgünstig Fahrzeug und Fahrer geformt sind)

A: Frontfläche von Fahrrad und Fahrer (Schattenfläche von vorn betrachtet)

Bei steigender Geschwindigkeit ist also ein immer größer werdender Kraftaufwand erforderlich.

Um die zur Überwindung des Luftwiderstandes benötigte Leistung $P_L$ zu bestimmen, muß die Kraft $F_L$ mit der Fahrgeschwindigkeit v multipliziert werden:

$$P_L = F_L \cdot v = \frac{1}{2} \rho_L \cdot c_W \cdot A \cdot v^3 \qquad (2)$$

Die Leistung wird in Watt oder PS angegeben. Man erkennt, daß die Luftwiderstandsleistung bei doppelter Geschwindigkeit den 8fachen Wert einnimmt. Der Radfahrer kann der erhöhten Leistungsanforderung entgegenwirken, indem er eine flachere Körperhaltung einnimmt und damit die Luftangriffsfläche A verkleinert.

Paul Schöndorf [1] hat durch Ausrollversuche mit einem "Hollandrad" einen $c_W$-Wert von 1,15 ermittelt. Die dort angegebene Querschnittsfläche von Fahrrad und Fahrer beträgt A = 0,54 m². Mit diesen Angaben läßt sich die Luftwiderstandsleistung in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit berechnen (Bild 1).

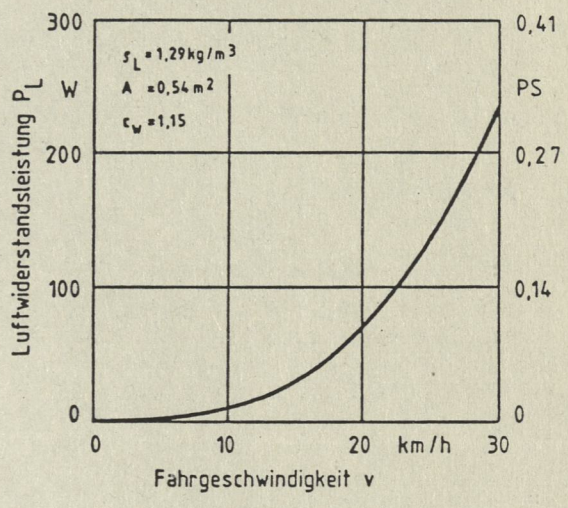



Bild 1: Luftwiderstandsleistung $P_L$ in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit v

## 3 Rollwiderstand

Der Rollwiderstand auf ebener Fahrbahn ist bestimmt durch die Gewichtskraft von Fahrer und Fahrrad $F_G$ und dem Rollwiderstand $c_R$.

$$F_R = F_G \cdot c_R \qquad (3)$$

$F_G$: Gewichtskraft von Fahrer und Fahrrad

$c_R$: Rollwiderstandsbeiwert

Hier sei bemerkt, daß die Gewichtskraft in N und nicht in kg angegeben wird. Vielmehr ist das kg die Maßeinheit für die Masse, welche in der Praxis durch eine Wiegung bestimmt werden kann.

Die Erdanziehungskraft, mit der wir die Gewichtskraft gleichsetzen, berechnet sich wie folgt:

$$F_G = m \cdot g \qquad (4)$$

m: Masse von Fahrer und Fahrrad in kg

g: Erdbeschleunigung in m/s², $g = 9{,}81$ m/s²

Somit lautet die Beziehung für den Rollwiderstand:

$$F_R = m \cdot g \cdot c_R \qquad (5)$$

Man sieht, daß die Rollwiderstandskraft nicht von der Geschwindigkeit abhängt.

Die benötigte Leistung zur Überwindung des Rollwiderstandes errechnet sich wieder aus dem Produkt $F_R \cdot v$. Somit gilt

$$P_R = m \cdot g \cdot c_R \cdot v \qquad (6)$$

Bei den bereits erwähnten Ausrollversuchen [1] wurde der Rollwiderstandsbeiwert für ein Hollandrad zu $c_R = 0{,}0044$ ermittelt (Bereifung 37-622, Reifendruck 3,5 bar).

Mit diesen Angaben läßt sich die Rollwiderstandsleistung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit bestimmen (Bild 2).

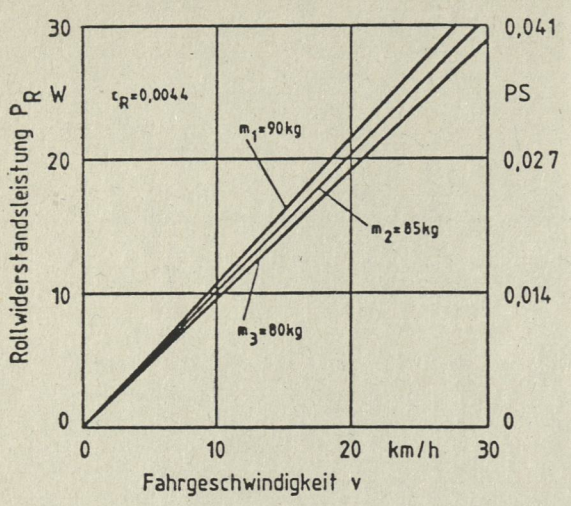



Bild 2: Rollwiderstandsleistung $P_R$ in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit v

Man kann erkennen, daß die Rollwiderstandsleistung trotz konsequenter Leichtbauweise des Fahrrades (z. B. 10 kg statt 15 kg ≙ Reduzierung um 33 %) bei einem Fahrergewicht von 75 kg nur um 5,5 % abnimmt.

## 4 Steigungswiderstand

Beim Befahren einer Steigung muß (zusätzlich zu den genannten Widerständen) die Hangabtriebskraft überwunden werden. Diese wirkt parallel zur schiefen Ebene und will das Fahrrad rückwärts rollen lassen. Die Gewichtskraft $F_G = m \cdot g$ wirkt stets senkrecht nach unten. Sie kann in die beiden Komponenten Hangabtriebskraft $F_H$ und Normalkraft $F_N$ (senkrecht zur Fahrbahn) zerlegt werden (Bild 3).

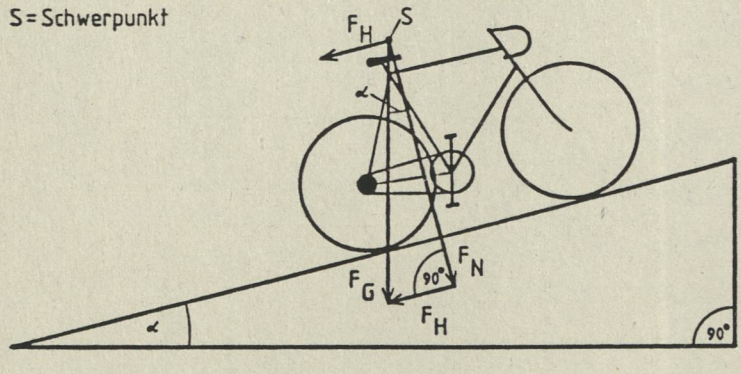



Bild 3: Kraftkomponenten am Hang

Es ergeben sich folgende trigonometrische Beziehungen[2]:

$$F_H = F_G \cdot \sin\alpha = m \cdot g \sin\alpha \qquad (7)$$

$$F_N = F_G \cdot \cos\alpha = m \cdot g \cos\alpha \qquad (8)$$

Von den Verkehrsschildern her kennen wir Steigungsangaben in %. 10 % Steigung bedeutet einen Anstieg von 10 m auf einer Länge von 100 m. Der Zusammenhang zwischen den Steigungsangaben in % und dem Steigungswinkel $\alpha$ kann der Tabelle 1 entnommen werden.

An dieser Stelle ist zu erwähnen, daß für den Rollwiderstand am Hang nur der Normalkraftanteil $F_N$ bestimmend ist. Für kleine Winkel $\alpha$ (bis 15 %) bedeutet dies nur eine geringe Abnahme des Rollwiderstandes (bis 1 %) gegenüber der Ebene, so daß dieser Einfluß nicht näher betrachtet werden muß.

| Steigung % | Steigungswinkel $\alpha$ grad | sin $\alpha$ | cos $\alpha$ |
|---|---|---|---|
| 5 | 2,9 | 0,05 | 0,99 |
| 10 | 5,7 | 0,1 | 0,99 |
| 15 | 8,7 | 0,15 | 0,99 |
| 20 | 11,3 | 0,2 | 0,98 |
| 25 | 14,0 | 0,24 | 0,97 |

Tabelle 1: Steigung und Steigungswinkel

Für die Hangabtriebskraft ergibt sich eine andere Größenordnung. Sie kann als Verhältnis von Hangabtriebskraft zu Gewichtskraft gemäß Gleichung (7) angegeben werden:

$$\frac{F_H}{F_G} = \sin\alpha \qquad (9)$$

Nun ist der Tabelle 1 zu entnehmen, daß für Steigungen bis 20 % (solch hohe Steigungen werden mit dem Fahrrad kaum befahren) der sin $\alpha$ wertmäßig gleich ist der Angabe der Steigung in %. Somit kann die Hangabtriebskraft, z. B. in einer 10 %igen Steigung sofort mit 10 % der Gewichtskraft angegeben werden.

Die Leistung zur Überwindung der Hangabtriebskraft kann wieder durch die Multiplikation mit der Geschwindigkeit bestimmt werden:

$$P_H = m \cdot g \cdot \sin\alpha \cdot v \qquad (10)$$

Für bestimmte Winkel $\alpha$ läßt sich die Hangabtriebsleistung in Abhängigkeit der Geschwindigkeit wie folgt angeben (Bild 4).

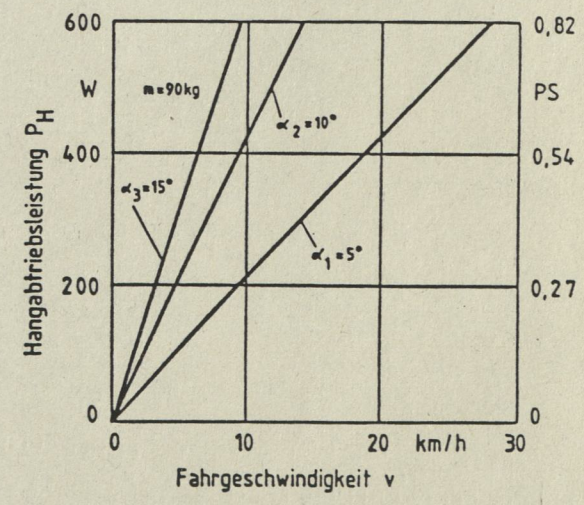



Bild 4: Hangabtriebsleistung $P_H$ in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit v

Man erkennt, daß der Radler bei bestimmter Tretleistung seine Geschwindigkeit reduzieren muß, um die erhöhte Hangabtriebsleistung in der größeren Steigung zu erbringen. Will er die Geschwindigkeit halten, so muß er seine Leistung deutlich erhöhen.

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

## 5 Beschleunigungswiderstand

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

### 5.1 Translatorischer Beschleunigungswiderstand

Die Beschleunigung a ist definiert als zeitliche Änderung der Geschwindigkeit:

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

dv: Geschwindigkeitsänderung

dt: Zeitintervall

Die mittlere Beschleunigung ergibt sich aus:

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

$v_1$ : Anfangsgeschwindigkeit

$v_2$ : Endgeschwindigkeit

$\Delta t$ : Beschleunigungszeitraum

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

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

m = Masse von Fahrer und Fahrrad in kg

a = Beschleunigung in m/s²

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

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

v: momentane Geschwindigkeit

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

Diese Energiezunahme errechnet sich aus:

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

$E_{BT1}$ : Anfangswert der kinetischen Energie

$E_{BT2}$ : Endwert der kinetischen Energie

$\Delta E_{BT}$ : Energiedifferenz

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

Die translatorische Beschleunigungsleistung ergibt sich aus der Energiezunahme pro Zeiteinheit:

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

Nach der binomischen Formel folgt:

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

$\Delta t$ : Zeitraum, in dem $\Delta E_{BT}$ erbracht wird

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

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

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

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

| Bewertung der Beschleunigung | Zeitintervall $\Delta t$ | mittlere Beschleunigung a | translatorische Beschleunigungsleistung $P_{BT}$ | |
|---|---|---|---|---|
| | s | m/s² | W | PS |
| gering | 5,4 | 0,51 | 255 | 0,35 |
| mittel | 3,2 | 0,87 | 435 | 0,59 |
| höher | 2,7 | 1,0 | 500 | 0,68 |

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

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

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

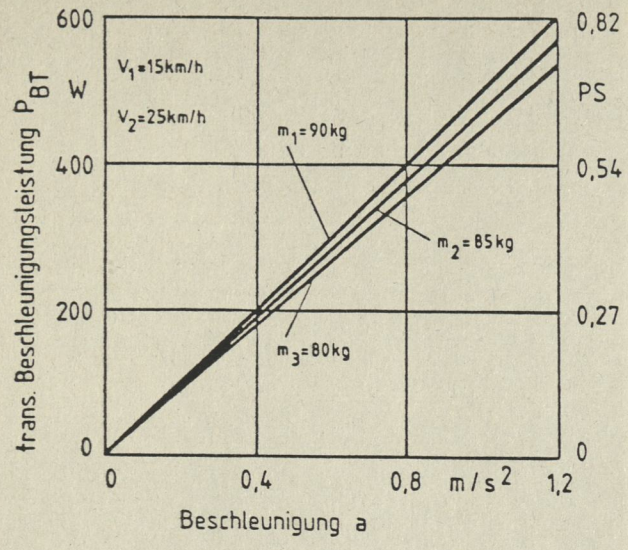



Bild 5: Translatorische Beschleunigungsleistung $P_{BT}$ in Abhängigkeit von der mittleren Beschleunigung a bei einer Geschwindigkeitserhöhung von $v_1$ = 15 km/h auf $v_2$ = 25 km/h

## 5.2 Rotatorischer Beschleunigungswiderstand

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

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

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

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

Nun gibt es für einfache geometrische Körper Formeln, die die Massen und geometrischen Abmessungen bereits berücksichtigen. Diese Formeln entsprechen einer Kenngröße, dem sogenannten Trägheitsmoment $\Theta$ mit der Dimension kg . m². Das Trägheitsmoment eines Ringes (vergleichbar unserem Rad) wird wie folgt angegeben:

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

Für ein Rad sind anzusetzen:

m: Masse von Felge, Reifen und Schlauch

$r_a$: Außenradius (von Achse bis Reifendecke)

$r_i$: Innenradius (von Achse bis Felgeninnenkante)

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

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

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

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

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

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

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

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

dL: Drehimpulsänderung

dt: Zeitintervall

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

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

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

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

$\alpha$: Die Winkelbeschleunigung $\alpha$ ist ein Maß für die Änderung der Umdrehungen eines z. B. Rades pro Zeiteinheit (in Analogie zur Beschleunigung). Die Dimension ist 1/s².

Somit wird aus Gleichung (21):

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

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

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

Die Winkelbeschleunigung $\alpha$ ist wie folgt mit der translatorischen Beschleunigung a verknüpft:

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

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

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

oder:

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

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

Die Energie einer rotierenden Masse wird wie folgt berechnet:

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

Mit (17) folgt

$$E_{BR} = \frac{1}{4} \cdot m \cdot (r_a^2 + r_1^2) \cdot \omega^2 \qquad (28b)$$

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

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

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

$$E_{BR} = \frac{1}{4} \cdot m \cdot (r_a^2 + r_1^2) \cdot \frac{v^2}{r_a^2}$$

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

Analog zu Formel (14) folgt für die Energiezunahme:

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

$$\Delta E_{BR} = \frac{1}{4} \cdot m \cdot \left(1 + \frac{r_1^2}{r_a^2}\right) \cdot (v_2^2 - v_1^2) \qquad (28e)$$

$E_{BR1}$ : Anfangswert der rotatorischen Energie
$E_{BR2}$ : Endwert der rotatorischen Energie
$\Delta E_{BR}$ : Energiedifferenz

Die rotatorische Beschleunigungsleistung errechnet sich aus der Energiezunahme pro Zeiteinheit:

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

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

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

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

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

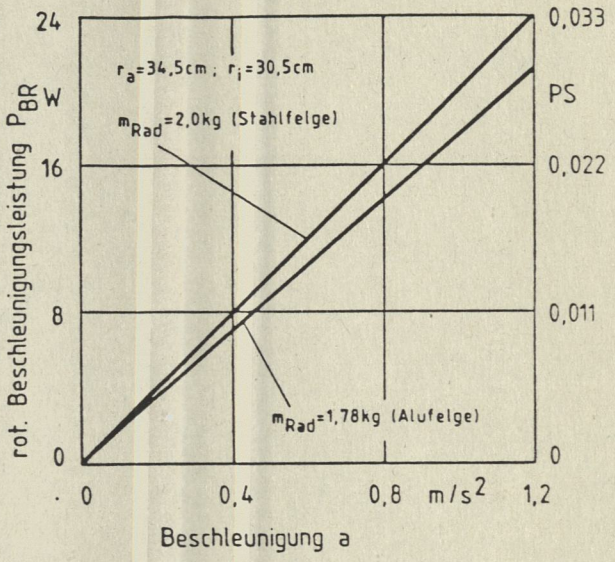



Bild 6: Rotatorische Beschleunigungsleistung $P_{BR}$ in Abhängigkeit von der mittleren Beschleunigung a bei einer Geschwindigkeitserhöhung von $v_1$ = 15 km/h auf $v_2$ = 25 km/h

Bei einer mittleren Beschleunigung von 0,8 m/s² ergibt sich hier gerade eine Leistungsreduzierung von nur 2 Watt. Diese Reduzierung macht, bezogen auf die rotatorische Leistung, 12,5 % aus; bezieht man den Wert allerdings auf die Gesamtbeschleunigungsleistung (Bild 8), so ergibt das eine verschwindend geringe Leistungsabnahme von 0,5 %. Hieraus läßt sich zumindest aus Gewichtsgründen kein Vorteil für die Alufelge ableiten.

## 6 Fahrwiderstände beim Fahren mit konstanter Geschwindigkeit

### 6.1 Fahren in der Ebene

Beim Fahren in der Ebene muß der Radfahrer die Summe aus Luft- und Rollwiderstandsleistung aufbringen, Bild 7, Kurve ③. Man erkennt aus den Einzelkurven ① und ②, daß der Luftwiderstand die dominierende Größe ist.

In den Kapiteln 2 und 3 wurde bereits gezeigt, daß die Größe von Fahrer- und Fahrzeugmasse nur den Rollwiderstand - nicht den Luftwiderstand - beeinflußt. Daher nimmt die Gesamtfahrleistung in der Ebene mit einem um 5 kg leichteren Fahrrad (Gesamtmasse 85 statt 90 kg) bei einer Geschwindigkeit von 20 km/h nur um 12 Watt entsprechend 1,3 % ab.

## 6.2 Fahren in der Steigung

Beim Befahren einer Steigung muß zusätzlich zur Fahrwiderstandsleistung in der Ebene die Hangabtriebsleistung aufgebracht werden. Die Hangabtriebsleistung für eine Steigung von 5 % ist als Kurve ④ in Bild 7 aufgetragen. Die Gesamtfahrwiderstandsleistung in der Steigung setzt sich aus der Summe aus Rollwiderstands-, Luftwiderstands- und Hangabtriebsleistung zusammen und ist als Kurve ⑤ dargestellt.

Eine Reduzierung der Fahrzeugmasse um 5 kg führt bei v = 20 km/h nur zu einer Abnahme des Fahrleistungsbedarfs um 15,0 Watt, entsprechend 4,4 %.

An dieser Stelle sei deutlich hervorgehoben, daß der Fahrradkonstrukteur wie auch der Fahrradkäufer bedenken sollte, ob der Vorteil im Leistungsbedarf den eventuellen Nachteil bei der Elastizität und Stabilität eines Leichtbaufahrrades aufzuwiegen vermag.

① Rollwiderstandsleistung $P_R = m \cdot g \cdot v \cdot c_R$

② Luftwiderstandsleistung $P_L = \frac{1}{2} \rho_L \cdot c_W \cdot a \cdot v^3$

④ Hangabtriebsleistung $P_H = m \cdot g \cdot v \cdot \sin$

③ Summe ① + ② , Fahrwiderstandsleistung in der Ebene

⑤ Summe ① + ② + ④ , Fahrwiderstandsleistung in der Steigung (5 %)

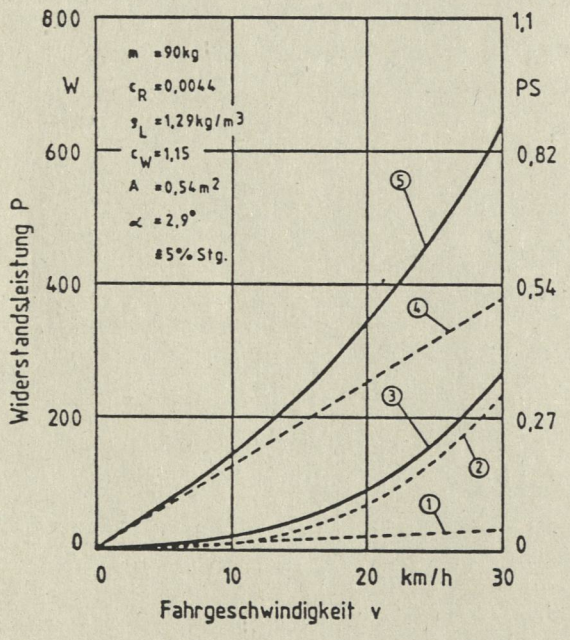



Bild 7: Gesamtwiderstandsleistung P beim Befahren einer Steigung von 5 %

## 7 Fahrwiderstände bei Beschleunigungsfahrten

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

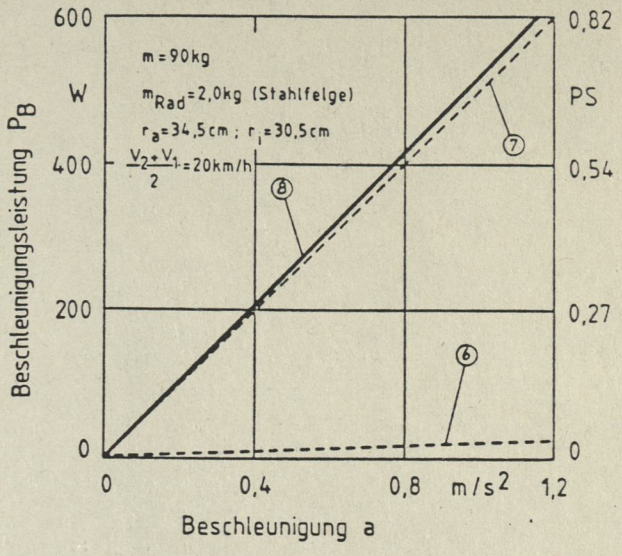



Bild 8: Gesamtbeschleunigungsleistung $P_B$ in Abhängigkeit der mittleren Beschleunigung a bei einer Geschwindigkeitserhöhung von $v_1$ = 15 km/h auf $v_2$ = 25 km/h

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

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

⑥ Rotatorische Beschleunigungsleistung

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

⑦ Translatorische Beschleunigungsleistung

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

⑧ Summe ⑥ + ⑦ , Gesamtbeschleunigungsleistung

Bild 9 zeigt als Basiskurve die Summe aus Luft- und Rollwiderstandsleistung - identisch Kurve ③ in Bild 7 - in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit. Die zur Beschleunigung von v = 15 km/h auf v = 25 km/h aufzubringende Beschleunigungsleistung für eine mittlere Beschleunigung von a = 0,8 m/s² ist in diesem Bereich additiv überlagert.

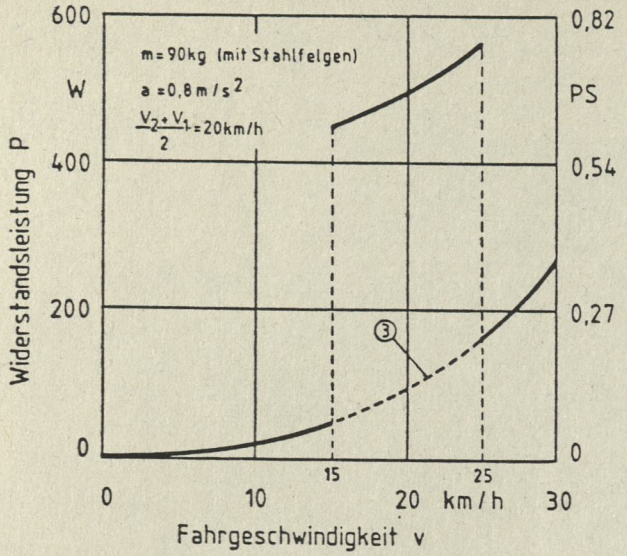



Bild 9: Gesamtwiderstandsleistung beim Beschleunigen in der Ebene

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

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

## 8 Zusammenfassung

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

Die physikalischen Zusammenhänge für das Fahren in der Ebene sind durch die Luft- und Rollwiderstandsleistung bestimmt. Beim Befahren einer Steigung kommt die Hangabtriebsleistung hinzu. Will man ein Fahrrad in der Ebene beschleunigen, so ist neben der genannten Fahrwiderstandsleistung eine Beschleunigungsleistung sowohl für die translatorischen (geradlinig bewegten) wie für die rotatorischen (rotierenden) Massen aufzubringen.

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

1. Beim Fahren in der Ebene stellt der Luftwiderstand gegenüber dem Rollwiderstand die dominierende Größe dar, besonders bei höheren Geschwindigkeiten.

2. Die Höhe des Rollwiderstandes kann durch stets gut gefüllte Reifen klein gehalten werden.

3. Statt einer Fahrradgewichtsreduzierung führt das Tragen von windschnittiger, eng anliegender Kleidung anstelle einer wehenden Jacke eher zu einer spürbaren Fahrwiderstandsreduzierung. Deutliche Erfolge bringt auch eine Reduzierung der Luftangriffsfläche durch eine flachere Fahrerposition.

4. Eine Gewichtsreduzierung beim Fahrrad um 33 % (z. B. von 15 kg auf 10 kg) führt bei einem Gesamtgewicht von m = 90 kg nur zu einer Abnahme der Gesamtmasse (Fahrer und Fahrzeug) um 5,6 % und damit auch des Rollwiderstandes um 5,6 %. Der gesamte Fahrwiderstand (z. B. bei v = 20 km/h) nimmt nur um sehr geringe 1,2 % ab.

5. Bei Fahrten in einer 5prozentigen Steigung ergibt die gleiche Gewichtsreduzierung um 5 kg eine Reduzierung der Gesamtleistung um 4,8 %.

6. Bei der translatorischen Beschleunigungsleistung führt eine Gewichtsreduzierung um die erwähnten 5 kg (entsprechend 5,6 %) auch zu einer Reduzierung der Beschleunigungsleistung um 5,6 %.

7. Verwendet man Alufelgen anstelle von Stahlfelgen, so bringt die Gewichtsreduzierung um jeweils ca. 0,2 kg eine Reduzierung der rotatorischen Beschleunigungsleistung um ca. 12,5 %. Bezogen auf die Gesamtfahrleistung bei Beschleunigung führt dies zu einer Leistungsabnahme von zu vernachlässigenden 0,5 %.

8. Eine Reduzierung der Fahrradmasse um 5 kg führt bei einer Geschwindigkeitsänderung von v = 15 km/h auf v = 25 km/h und einer mittleren Beschleunigung von a = 0,8 m/s² zu einer Reduzierung des Gesamtfahrleistungsbedarfs um nur 4,5 %. Das zeigt sehr deutlich, daß Fahrradhersteller und Radler beim Fahrradbau bzw. -kauf keine Kompromisse im Hinblick auf die Sicherheit eingehen sollten, wenn es um die Entscheidungen zur Gewichtsreduzierung geht.

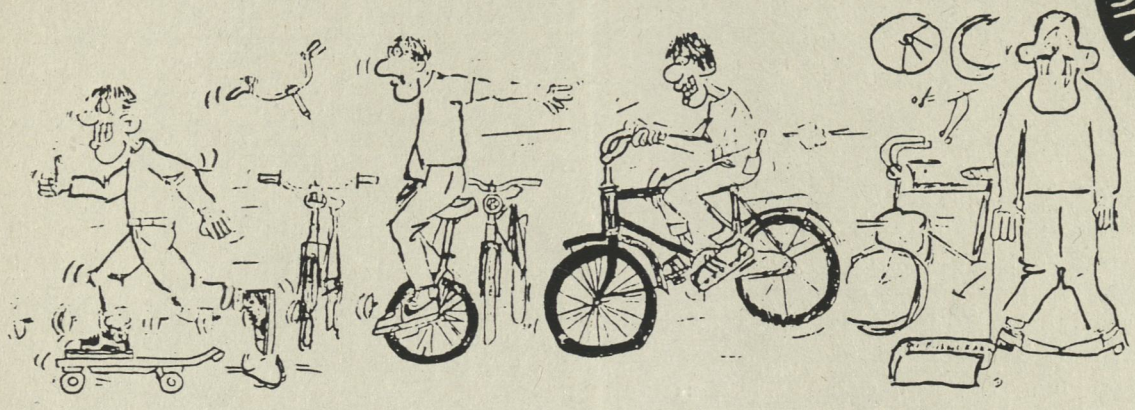
9. Aufgrund der aufgeführten Ergebnisse liegt der Schluß nahe, daß mit weiteren Entwicklungen zur Reduzierung der Luftwiderstandsleistung zu rechnen ist.

10. Beschwerlich wird für den Radfahrer (ob mit leichtem oder schwerem Rad) stets bleiben, seine eigene Masse (und den geringen Anteil der Fahrradmasse) den Berg hochzubewegen, besonders wenn dann der Wind noch von vorne bläst.

# Fahrradwerkstatt in der Schule

## Zum Beispiel: Dreieich-Gymnasium Langen

Schenken Sie uns Ihr Fahrrad !!!



Manfred Sapper, ehemaliger Schüler des Dreieich-Gymnasiums, berichtet:

Vor nunmehr fünf Jahren begannen mein damaliger Geographielehrer und ich mit dem Aufbau einer Fahrradwerkstatt am Dreieichgymnasium in Langen (Hessen), die auch heute noch existiert und funktioniert. Mit dem Aufbau der Fahrradwerkstatt verfolg(t)en wir mehrere Absichten:

1. Eine organisatorische: Die Fahrradwerkstatt bildet den organisatorischen und technischen Hintergrung für den Aufbau eines Fahrradverleihs. Dieser Verleih soll Räder für die Schüler und Lehrer zur Verfügung stellen, die (evtl. nur vorübergehend) kein Fahrrad besitzen, es aber als Verkehrsmittel von Zuhause zur Schule benutzen wollen.

2. Eine verkehrsplanerische: Die Mitglieder der Fahrradwerkstatt unterziehen das Langener "Radwegenetz" einer kritischen Überprüfung und setzen sich mit der amtlichen "Radwegestudie" auseinander. Sie erarbeiten eigene Vorstellungen, die sie den städtischen Gremien vorlegen (z.B. im Rahmen eines städtischen Wettbewerbs zur Verbesserung des bestehenden Radwegenetzes in Form eigener Vorschläge).

3. Eine verkehrspolitische: Mit der Förderung der Fahrradbenutzung durch den Fahrradverleih möchten wir einen kleinen Beitrag dazu leisten, daß mehr Menschen auf das Verkehrsmittel Fahrrad umsteigen (Schüler: Bus - Rad; Lehrer: Auto - Rad) und die automobile Stadt wieder menschenfreundlicher wird.

4. Eine pädagogische: Das praxisnahe Zusammenarbeiten an konkreten Aufgaben (im Gegensatz zum meistens praxisfernen Nicht-Zusammenarbeiten an abstrakten Problemen z. B. im Physikunterricht), das wechselseitige Lehren und Lernen unter

Langen, den
18.06.1980

PRESSEMITTEILUNG

Achtung Langener: Fahrräder gesucht

Ein Erdkundekurs der Jahrgangsstufe 11 des Dreieich-Gymnasiums Langen beschäftigt sich seit geraumer Zeit mit der Stadtentwicklung Langens und ihrer speziellen Verkehrssituation.
Dabei zeigte sich die Abhängigkeit eines Großteils der Schülerschaft von dem örtlichen Stadtbusangebot. Vor allem Egelsbacher und andere Schüler, die mehr als drei Kilometer von der Schule entfernt wohnen, besitzen kaum die Möglichkeit, in den zahlreichen Freistunden, die hauptsächlich die Neugestaltete Gymnasiale Oberstufe mitsichbringt, nach Hause zu fahren, oder Erledigungen vorzunehmen.
Um diesem Problem Abhilfe zu schaffen, möchte der Ek-Kurs ein Fahrradkontingent von anfangs etwa fünf Stahlrössern bereitstellen, das nach dem Vorbild der Aktion "Kommunales Fahrrad" von allen Schülern und Lehrern der Dreieichschule genutzt werden kann.
Zur Realisierung dieses Anliegens bedarf es allerdings der Mithilfe der Langener Bevölkerung. Wer alte Fahrräder oder auch nur alte Fahrradteile hat, die er einer guten und in unserer Stadt einmaligen Sache zur Verfügung stellen möchte, wende sich bitte brieflich oder telefonisch an Studienrat z. A. Peter Osben-Heinrichs, Nordendstraße 63, Langen, Telefon 06103/26113 oder an Manfred Sapper, Steubenstraße 211, Langen, Telefon 06103/72573.
Die alten Räder, Reifen, Felgen, Lenker usw. usf. werden natürlich nach Wunsch sofort abgeholt.

Schülern in der Fahrradwerkstatt beim Basteln oder Reparieren der Räder vermittelt häufig unbekannte Erfolgserlebnisse. Die Motivation steigt, es macht einfach Spaß, zusammen etwas aufzuziehen.

**Schüler bitten um Fahrräder**

## Fahrradverleih soll erweitert werden

LANGEN. Der Fahrradverleih am Langener Dreieichgymnasium läuft so erfolgreich, daß er jetzt erweitert werden soll: Die Fahrradwerkstatt, die den Verleih organisiert, sucht zehn weitere Räder.

Das Projekt wurde Mitte letzten Jahres geboren. Die Initiatoren von der Fahrradwerkstatt möbelten zehn alte Räder, die von Langener Bürgern gespendet worden waren, auf, und stellten sie den Schülern und Lehrern der Dreieichschule kostenlos zur Verfügung. Es gab zwar damals einige pessimistische Stimmen, aber der Verleih bewährte sich schnell. Oberstudienrat Gerhard Wenz sieht in dem Schülerprojekt vor allem Vorteile für auswärtige Lehrer: „Sie können in Zwischenstunden schnell vielfache Erledigungen vornehmen."

Den bisherigen Bestand von zehn Rädern wollen die Schüler jetzt also verdoppeln. Sie bitten die Langener Bevölkerung, alte, nicht mehr gebrauchte Räder oder auch nur Ersatzteile zu spenden. Die Sachen werden dann auf Wunsch sofort abgeholt. Wer die Fahrradwerkstatt unterstützen will, kann sich an Manfred Sapper in der Steubenstraße 211 (Telefon 7 25 73) oder an Peter Oeben-Heinrichs in der Nordendstraße 63 (Telefon 2 61 13) wenden. ah

5. Eine technische: Weil das Engagement in der Fahrradwerkstatt sowohl Spaß machen als auch "belohnt" werden soll, wird auch Außergewöhnliches gebaut oder angeschafft. Nach einem Jahr besitzt die Fahrradwerkstatt zwei Tandems (davon eins selbst gebaut) und einige Selbstkonstruktionen, die das Erfassen und Beherrschen der Fahrradtechnik voraussetzen.

Wichtigste Bedingung für den Aufbau einer Fahrradwerkstatt und eines Verleihs war der Erwerb von Fahrrädern. Wir führten eine Pressekampagne durch, um die Bevölkerung über unsere Ziele zu informieren. Was uns im Verlauf der folgenden Wochen an Reaktion erreichte, hatte keiner erwartet. Über dreißig Räder standen uns zur Verfügung; davon waren zehn sofort einsatzbereit.

Die Arbeit konnte beginnen. Ein Problem mußte allerdings noch gelöst werden: Wir brauchten Geld, um beispielsweise Ersatzteile oder Farbe zu finanzieren. Deshalb organisierten wir uns im Rahmen der an der Dreieichschule existierenden Interessen- und Arbeitsgemeinschaften (IG's und AG's), aus deren Fond uns dann Mittel zur Verfügung gestellt wurden.

Drei Monate später wird der Fahrradverleih ins Leben gerufen. Die Generalüberholung der Räder machte einige Probleme deutlich, die noch immer ungelöst sind. Der Verleih hatte zwar nach einem halben Jahr voll eingeschlagen, doch wurden einige Fahrräder während des Verleihs gestohlen, andere in sehr schlechtem Zustand zurückgegeben. Um die Entleiher zu mehr Sorgfalt und Aufmerksamkeit anzuspornen, um Geld in die erneut leere Werkstattkasse zu bekommen und den Tandemverleih zu beschränken, überlegten wir uns neue Aktionsformen, hier vor allem den Druck und Verkauf einer Fahrradaktie. Auch dieses Unternehmen war erfolgreich: Wir hielten, was wir versprochen hatten.

Die Fahrrad-IG ist nicht zu bremsen

## Das Ding mit der Aktie

Mittlerweile hat sich's ja herumgesprochen: Die Fahrrad-IG verleiht kostenlos Räder an Schüler und Lehrer. Von diesem Angebot wurde im letzten Halbjahr rege Gebrauch gemacht, und selbst der Winter tat der Sache keinen Abbruch. Ganz im Gegenteil: von unserm Bestand von 15 verkehrstüchtigen Rössern sind nur drei im Stall, die anderen tragen ihre Besitzer kreuz und quer durch Langen und Umgebung. Darauf waren wir nicht gefaßt. Die Leute der Fahrrad-IG haben alle Hände voll zu tun, Schläuche zu flicken, Tretlager zu wechseln oder die Beleuchtung zu reparieren. Daß so etwas Spaß machen kann, zeigt deutlich die steigende Zahl von IG-lern, die zudem aus fast allen Klassen (7 - 10) kommen. Das männliche Geschlecht ist dabei eindeutig in der Überzahl, nämlich 11:0. Bei schmutzigen Händen scheint die Emanzipation aufzuhören ...

Erfreulicherweise steht der Sommer vor der Tür, die "Fahrradzeit". Hier sind unsere Projekte für das 2. Halbjahr 1980/81:

Fahrradaktie. Schon bei der Geburt der Fahrrad-IG stand der Gedanke Pate, ein Tandem zu basteln. Doch ungeahnte Schwierigkeiten (Schweißgerät) ließen uns den Plan verschieben. Heute nun können wir allen Schülern und Lehrern die neue "Aktie Fahrrad-IG" vorstellen. Jeder kann einen Anteil an der Fahrrad-IG erwerben und Teilhaber werden. Er (oder sie) erwirbt damit das Recht, sich stets ein Rad ausleihen zu können, vor allem aber das Tandem zu benutzen, das wir mit dem Erlös aus dem Aktienverkauf anschaffen wollen und an dem jeder Aktionär Anteil hat. Also erwerbt die erste Aktie Eures Lebens, hebt Euch auf den Sattel!

Flohmarkt. Wir wollen Anfang März einen Flohmarkt zugunsten der Fahrrad-IG veranstalten. Deshalb beginnen wir schon jetzt zu sammeln: alte Bücher, Porzellan, Kleider, Krimskrams aller Art. Hier hoffen wir vor allem auf die Unterstützung der Lehrkräfte, die sicher manches Entbehrliche besitzen, was schon lange ungelesen oder ungetragen im Regal steht oder im Schrank hängt. Der Erlös soll dazu dienen, laufende Reparaturkosten zu decken.

Aktionstag. An einem Tag im 2. Halbjahr 1980/81 planen wir einen schulweiten Aktionstag, d.h. alle Schüler und Lehrer (aus Langen) sollen an diesem Tag mit dem Fahrrad zur Schule kommen; ein autofreier Schultag!

Eure und Ihre Fahrrad-IG

Die Fahrradwerkstatt hat zur Zeit etwa zehn Schüler, die sich einmal pro Woche an einem Nachmittag treffen, um dann gemeinsam an den Rädern zu werken und zu basteln. Der Verleih wurde kürzlich nochmals umstrukturiert ( -mehr Verantwortung des Entleihers für das entliehene Rad- ), aber er ist zu einer festen Einrichtung in der Schule, die Werkstatt zu einer bekannten Anlaufstelle für Räder aus der Bevölkerung geworden.

Anschrift des Verfassers:
Manfred Sapper, Steubenstr. 211
6070 Langen

# Das Velo als Studienrad

## Langener Schüler bringen alte Drahtesel auf Trab

LANGEN (Eigener Bericht/oll). Viele Fahrräder rosten im Keller vor sich hin, schreien nach Öl, die Reifen sind platt. Sie warten auf die Müllabfuhr. Ein solches Schicksal muß die stolzen Stahlrösser von einst nicht unbedigt ereilen. Langener Schüler am Dreieich-Gymnasium machten sich Gedanken, wie man ausrangierte Drahtesel wieder auf Trab bringen kann. Inzwischen haben sie aus 30 alten schrottreifen Vehikeln verkehrssichere Räder zusammengebastelt. Die können jetzt von Schülern und Lehrern der Schule kostenlos ausgeliehen werden.

Angefangen hatte alles im Erdkundeunterricht – beim Thema Stadtentwicklung und Verkehrsplanung. Es wurde diskutiert, wie man sich in einer 30000-Einwohner-Stadt wie Langen am besten fortbewegen könnte. Mit dem Angebot der städtischen Busse war man nicht zufrieden. Da besannen sich die Schüler aufs Rad.

Nach einem Spendenaufruf bei den Langener Bürgern kamen 25 abgetakelte Fahrräder zusammen. Die Schule stellte eine Werkstatt zur Verfügung. Es konnte losgehen.

Aus den 25 wurden zehn brauchbare Fahruntersätze. Im Herbst vergangenen Jahres rollten die ersten Leihräder durch die Straßen der Stadt. Seitdem kann man sie in der Pause mieten oder für einen Tag, sogar eine ganze Woche entführen. Selbst Studienräte nutzen die Studienräder gern für einen Einkaufsbummel. Die 1300 Schüler haben die Einrichtung inzwischen schätzen gelernt.

Freitags wird in der Werkstatt auf Hochtouren gearbeitet, werden Schäden repariert, werden weitere Räder aufgemöbelt, schwarz oder grün gestrichen, registriert und numeriert. Über die Stadtplanung – das Ausgangsthema – machen sich die Schüler trotz der praktischen Arbeit weiter Gedanken. In der Freizeit grübeln sie darüber, wie Rad- und Schulwege besser, vor allem sicherer werden könnten. Ihre Ideen wollen sie demnächst der Stadtverwaltung unterbreiten.

PRO VELO fragte den Leiter der Fahrradwerkstatt, Studienrat Peter Oeben-Heinrichs, nach seinen Erfahrungen mit dem "Fahrradkunde-Unterricht" und der Arbeit in der Fahrradwerkstatt. Hier sein Bericht:

Über unsere Fahrradwerkstatt gibt es folgendes zu berichten:

- Abhängigkeit vom Wetter gemildert.
Bisher waren wir stark vom Wetter abhängig. Jetzt bekamen wir einen Raum zur Verfügung gestellt, der es uns ermöglicht, auch mal bei schlechtem Wetter zu arbeiten.

- Interesse wachhalten.
Immer nur reparieren macht wenig Spaß. Deshalb haben wir uns ein paar Aktionen überlegt, um Abwechslung und Spaß zu gewährleisten.
Beispiel 1: Wir haben einen Aufkleber entworfen und ausgearbeitet. Auflage 400.
Beispiel 2: Wir haben im nächsten Schuljahr die Möglichkeit, die Fahrradwerkstatt als Polytechnisches Unterrichtsfach anzubieten.
Beispiel 3: Da die meisten Räder sehr schnell kaputt gehen (Schüler/innen sind wild!), sind wir auf permanenten Nachschub angewiesen. Deshalb haben wir eine Flugblattaktion für Langen gestartet. In Kleingruppen haben die Mitglieder der Fahrradwerkstatt Vorschläge entworfen; die besten wurden ausgewählt und gedruckt. Auflage 4.000.

- Mit dem Chaos leben.
Eine genaue und exakte Führung der Einrichtung ist nur durch Zentralisierung in einer Hand möglich. Da ich diesen Gedanken aber ablehne, muß ich auf der anderen Seite auch bereit sein, mit manchmal chaotischen Zusatänden zu leben.
Beispiel 1: Es wird vergessen, ein ausgeliehenes Fahrrad ein- und auszutragen.
Beispiel 2: Werkzeug wird verschlampt.
Beispiel 3: Oft basteln Schüler an verschiedenen Rädern gleichzeitig.
Beispiel 4: Die Inventarisierung neuer Räder ist ungenau. So wird ein Dreigangrad verliehen und ein gangloses kommt zurück, was erst später bemerkt wird - da Ausleiher und Rücknehmer oft verschiedene Schüler sind.

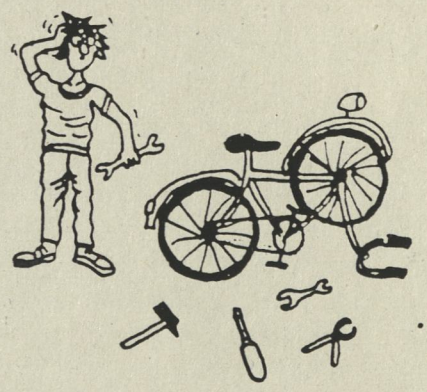
- Der Spaß darf nicht zu kurz kommen.
Wir haben deshalb mittlerweile Eierräder, Einräder und ein superstabiles Tandem.

Nachtrag von P. Oeben-Heinrichs:

Die Fahrradwerkstatt lebt immer noch, hält aber im Moment einen Dornröschenschlaf. Schnee und Kälte machen ihr zu schaffen.

ABER - seit diesem Schuljahr gibt es bei uns am Gymnasium einen Wahlpflichtkurs namens "Fahrradwerkstatt".

Schüler der Klasse 9 und 10 nehmen daran teil. Insgesamt sind es 20 Schüler (12 Mädchen, 8 Bübchen). Dieser Kurs besteht ein ganzes Schuljahr und wird durch Mitgleider der freiwilligen Fahrradwerkstatt instruiert.



**LANGEN/EGELSBACH**

OFFENBACH-POST, NR. 50

# Radwegenetz kritisch gesehen

## 20 Schülerinnen und Schüler nehmen Sicherheit der Radfahrer unter die Lupe

**Langen (sor) - Im Gymnasium der Dreieichschule werden einmal pro Woche etwa zwanzig Schülerinnen und Schüler der neunten und zehnten Klasse fächerübergreifend in „Fahrradkunde" unterrichtet. Die Doppelstunde, jeden Montag ab 13 Uhr, hebt sich dann merklich vom übrigen Stundenplan ab und vermittelt den Teilnehmern sowohl praktische Kenntnisse in einer Fahrradwerkstatt als auch theoretische an der Tafel.**

**Mittlerweile hat sich die Gruppe, die von Studienrat Peter Oeben-Heinrichs geleitet wird, recht kritisch mit den Langener Radwegen auseinandergesetzt und auch einen Forderungskatalog zusammengestellt. Die Gymnasiasten wollen dadurch etwas für ihre Verkehrssicherheit erreichen. Immerhin: Weit mehr als die Hälfte der rund 1300 Besucher der Dreieichschule kommen je nach Wetterlage mit dem Drahtesel in die Penne.**

Im Sommerhalbjahr erhielt jeder Wahlpflichtschüler ein reparaturbedürftiges Rad und sollte dieses, nach Aufnahme der Mängel, aus vorhandenen Altteilen fahrtüchtig machen. Da viele "Greenhorns" waren, wurden sie durch die Fahrradwerkstattexperten instruiert und unterstützt.

Schüler helfen Schülern. Dabei herrschte zwar meistens Chaos, aber, wie das Ergebnis zeigte, ein durchaus produktives.

Mittlerweile haben wir rund 25 verkehrstüchtige, wenn auch stark gebrauchte Räder. Im "kalten" Halbjahr beschäftigen wir uns mit kommunalen Themen wie Radwegenetz in Langen, Verbesserungsvorschlägen und Zielvorstellungen aus Sicht der Schüler.

Durch den Verkauf von Fahrrädern an Schüler (zu sehr günstigen Preisen) hoffen wir, uns bald ein Swingbike (Reitrad) kaufen zu können. Das war der einhellige Wunsch aller Fahrradwerkstätter.

Noch was: Da wir unter chronischem Werkzeugmangel leiden, starten wir eine Kleinanzeigenserie in der "Langener Zeitung" und bitten um kostenlose Überlassung von Werkzeug.

Jeden Montag treffen sich 20 Schülerinnen und Schüler zur „Fahrradkunde" in Theorie und Praxis. Einerseits setzen sich die Jugendlichen kritisch mit dem Langener Radwegenetz auseinander, andererseits werden in einer Werkstatt Drahtesel repariert.

## Fahrradschule

- Die Schüler kommen mit den Fahrrädern in Gruppen in die Schule. Dann ist der Autoverkehr für sie nicht so gefährlich...
- Möglichst alle Eltern und Lehrer sollten das Vorhaben unterstützen.
- Wenn kein Fahrradparkplatz vorhanden ist, kann zum Beispiel gerechnet werden: Wie viele Fahrräder passen auf 20 Lehrerautoparkplätze? (Ergebnis: ca. 350.) Darüber läßt sich reden.
- Eine Fahrradwerkstatt in der Schule einrichten. Ein Kellerraum, ein Dachboden wird sich finden lassen. Lehrer sind keine Schlosser? Dann können sie es von den Schülern lernen, oder von den Eltern hilft jemand.
- Ein Ersatzteillager aus Schrotträdern aufbauen. Werkzeuge sammeln, den Schuletat anzapfen.
- Bücher, Bilder, Gegenstände, Modelle, Geschichten über Fahrräder und andere Maschinen einer dem Menschen angepaßten Technik zusammentragen.
- Allen Schülern Fahrräder beschaffen. Notfalls aus alten Rädern neue machen. Fundamt, Polizei, Nachbarn um Fahrradspenden bitten.
- Fast alle Kinder können radfahren oder es erlernen.
- Ausflüge und Erkundungen mit dem Rad unternehmen. (Hapftpflichtversicherung für Lehrer und Schüler?) Die Radfahrerperspektive von unten im Verkehr sehen und darstellen, Veröffentlichungen darüber machen (Wandzeitungen, Bildtafeln usw.), gemeinsam darüber diskutieren.
- Energie- und Transportprobleme, Geschichte des Verkehrswesens, Straße als öffentlicher Platz (Spiel, Versammlung), Stadtentwicklung usw. entdecken.

(Nach: Johannes Beck. In: Johannes Beck/Heiner Boehncke (Hg.): Jahrbuch für Lehrer. 4. Reinbek 1979, S. 272. Der Text wurde geringfügig geändert.)


**Neuerscheinung**

Auslieferung ca. Ende Mai '85

pad Postfach 120143
4600 Dortmund 12

Volker Briese / Helmut Wittekind:

VERKEHR - UMWELT - FAHRRAD

Grundlagen für eine Verkehrspädagogik als ökonomisch-politische Umwelterziehung

INHALT: Verkehr in der Bundesrepublik Deutschland (Umfang, Struktur, Prognose) / Umweltwirkungen und Kosten des motorisierten Straßenverkehrs: Der 3. Weltkrieg auf den Straßen / Der Nutzen des motorisierten Straßen-Personen-Verkehrs: ökonomischer Leerlauf mit Milliarden PS / Zur historischen Entwicklung des Verkehrs / Verkehrspolitik in der Bundesrepublik / Auswege aus dem Dilemma / Verkehr - Umwelt - Fahrrad als pädagogisches Problem / Didaktische Anregungen und Materialien
ca. 270 Seiten, 24.-- DM

Der vorliegende Band

- gibt eine Einführung in die Probleme des heutigen Verkehrssystems mit der Dominanz des motorisierten Individualverkehrs: ökonomische, ökologische und historisch-politische Aspekte des Verkehrs und seine Folgen;
- prüft Auswege durch technische und politische Konzepte und mündet in ein Plädoyer für eine Besinnung auf menschliche Energie: das Fahrradfahren als eine wichtige Alternative zum Autofahren besonders im Personennahverkehr wird analysiert, aber auch die Schwierigkeit der Durchsetzung einer vernünftigen Verkehrsmittelwahl;
- liefert allgemeine und konkrete Anregungen und Materialien, wie im Rahmen einer neu konzipierten Verkehrspädagogik ein Beitrag zur gewünschten Umorientierung geleistet werden kann.

Die Autoren sind Hochschullehrer an der Universität/Gesamthochschule Paderborn in den Fächern Politikwissenschaft und Wirtschaftswissenschaften und ihre Didaktik.

# Fahrradthemen in der Schule

## Eine Auswahlbibliographie in vier Teilen

## TEIL 1

Fachliteratur zur Technik, Energetik, Physik und Geschichte des Fahrrads


Beduhn, Ralf: Die Roten Radler. Illustrierte Geschichte des Arbeiterradfahrerbundes "Solidarität". Münster 1982 (Lit Verlag).

Bode, Herbert F./Wobben, Dieter: fahrradtechnik von morgen (Arbeitstitel). Wiesbaden (in Vorbereitung) (Bauverlag).

Bonska, Wolfgang: Rechtsprobleme des Radfahrverkehrs. In: Deutsches Autorecht. 1982, Heft 4, S. 108 - 114.

Dokumentation: 1. INternationaler FAhrradkongreß VELO/CITY. 10. - 12. April 1980, Bremen. Verlauf und ausgewählte Beiträge. Hrsg. vom Bundesminister für Verkehr. Bonn-Bad Godesberg 1981 (Kirschbaum Verlag) (Forschung Stadtverkehr. Sonderreihe. Heft 9).

Fieblinger, Günter: Der Leistungsbedarf beim Radeln. In: Radfahren. 1981, Heft 1, S. 30 - 32.

Gross, Albert C./Kyle, Chester R./Malewicki, Douglas J.: Die Aerodynamik von Muskelkraft-Fahrzeugen. In: Spektrum der Wissenschaft. 1984, Heft 2, S. 68 - 77.

Höppner, Michael: Stadtverkehr mit dem Fahrrad oder Mobilität ohne Schaden. Berlin 1982 (Mobilität Verlagsgesellschaft) (Dipl. Arbeit Soziologie).

Motyka, Werner: Innovationen auf dem Fahrradmarkt. (Typoskript masch. verf.) München 1982 (Dipl. Arbeit Betriebswirtschaft).

Radfahren in der Stadt. Wegeverhalten von Radfahrern. Die Bedeutung der Wegeempfindlichkeit für die innerständische Radverkehrsplanung. Bearb. von Juliane Krause. Braunschweig 1984 (Technische Universität).

Rauck, Max J./Volke, Gerd/Paturi, Felix R.: Mit dem Rad durch zwei Jahrhunderte. Das Fahrrad und seine Geschichte. Aarau/Stuttgart 1979 (AT Verlag).

Schmid, Matthias: Vorfahrt für das Fahrrad. Für eine menschengerechte Mobilität. Frankfurt 1981 (Fischer Verlag).

Schöndorf, Paul: Die Entwicklungsmöglichkeiten des Fahrrads mit besonderer Berücksichtigung der Fahrleistung. In: Radmarkt. 1982, Heft 9, S. 226 - 235.

Switaiski, Bernhard: Verkehrsaufkommen im Fahrradverkehr. Opladen 1984 (Westdeutscher Verlag).

Tucker, V.A.: The Energetic Cost of Moving About. In: American Scientist. 1975, July-August, S. 413 - 419.

Verkehr in der Sackgasse - Kritik und Alternativen. Hrsg. von Freimut Duve. Reinbek 1979 (Rowohlt) (Technologie und Politik. Bd. 14).

Whitt, Frank Rowland/Wilson, David Gordon: Bicycling Science. Ergonomics and Mechanics. Cambridge 1974 (1977) (The MIT Press).

Wobben, Dieter: Fahrwiderstände für einen Radfahrer. In: Pro Velo 3. März 1985.

Wobben, Dieter/Morks, Petr: Felgenbremsen bei Nässe - neue Testergebnisse und Stand der Normung. In: Radmarkt. 1984, Heft 9, S. 168 - 176.

FahrRad. Touren, Technik und Geschichte rund ums Fahrrad. Hrsg. von Veronika Wolff. Frankfurt 1980 (Verlag Jugend und Politik).


## TEIL 2

Fachliteratur über Fragen der Behandlung von Fahrradthemen in der Schule


Beck, Johannes: Kleine Fahrradschule. In: Beck, Johannes/Boehncke, Heiner (Hg.): Jahrbuch für Lehrer. 4. Reinbek 1979, S. 268 - 276.

Hahn-Klöckner, Horst: Fahrradthemen am Gymnasium. Pflichten, Versäumnisse, Chancen. (Typoskript masch. verf.) Bonn 1983 (2. Staatsexamensarbeit).

Hattendorf, Friedrich: Fahrradthemen im Physikunterricht. Typoskript. Düsseldorf o.J. (1983).

Rösch, Heinz-Egon: Radwandern.
In: Sport und Praxis in Schule und Verein. 1981, Heft 8, S. 143 - 144.

Rösch, Heinz-Egon: Das Fahrrad im Bewegungsleben der Schüler und Studenten.
In: Radfahren. 1984, Heft 5, S. 47 - 50.

Rother, Ewald (Interview): Schulnoten für den Verkehrsunterricht? 1984, Heft 1, S. 46 - 47.

Tischer, Klaus: Radfahren in der Sportlehrerausbildung - Begründung und Entwicklung eines methodischen Kozepts. (Typoskript masch. verf.) Heidelberg 1983 (Staatsexamensarbeit Univ Heidelberg).

Ziorjen, M.: Radfahren und Spiele mit dem Fahrradreifen.
In: Turnen und Sport in der Schule. Bd. 9. Bern 1980, S. 88 - 90 und 139 - 140.
(Schrift liegt uns nicht vor.)

Heine, E. u.a.: Curriculum für die Laborschule Bielefeld "Fahrradfahren". Bielefeld 1982.
(Schrift liegt uns nicht vor.)

Hohenadel, Dieter: Schulische Lehrziele und die Verkehrswirklichkeit. Anmerkungen zur Revision des Curriculums in der Primarschule.
In: Zeitschrift für Verkehrserziehung. 1982, Heft 2, S. 49 - 55.

Krüger, Hermann: Schüler mit dem Rad auf Wanderschaft.
In: Radfahren. 1983, Heft 1, S. 14 - 15.
(Bericht über den Neigungskurs: Radwanderfahrten an einer Haupt- und Realschule.)

Loosi, Max: Physik am Fahrrad (Schweizer Realbogen 122). Bern 1965 (Verlag Paul Haupt).

# TEIL 3

## Unterrichtsmaterialien, Unterrichtseinheiten und Stundenentwürfe zu Fahrradthemen im Unterricht

### 3.1 Primarstufe

**Hille,Gudrun;Hille,Heinz;∂**
**/Sicher als Radfahrer/. Vorbereitung auf die Radfahrpruefung.∂**
**Curriculare Materialien;∂**
**Gammertingen: GELU ca/1983/.∂**
**Verkehrserziehung;**
**#Fahrrad:Pruefung;**
**Uebung;Vorbereitung;Lehrmittel;**
**Lehrprogramm:Schueler;**
**Unfallverhuetung;Schuelerunfall;Sicherheit;**
**Radfahrpruefung:Vorbereitung;∂**
**Kontextmaterial: Illustration**
**Unterrichtsgegenstand: Uebungsaufgaben zum richtigen Verhalten im Strassenverkehr mit dem Fahrrad.∂**

Dehn, Jürgen: "... der muß haben sieben Sachen ..." - das verkehrssichere Fahrrad. UE Sachunterricht/ Verkehrserziehung 3. Jahrgangsst.
In: Ehrenwirth Grundschulmagazin. 1977, Heft 8, S. 17 - 18.

**Lackner,Evelyn;∂**
**/Radfahren - aber wie/?Verkehrserziehung fuer das 4. Schuljahr.∂**
**Curriculare Materialien;∂**
**In:/Praxis Schulfernsehen/,7/1983/80,S.17-28.∂**
**Abb.;∂**
**LACKE083RAH00∂**
**LI-za-um∂**
**Archiv;∂**
**Primarbereich;Sachunterricht;Verkehrserziehung;**
**Sicherheit;Unterrichtseinheit;**
**Schulfernsehen:#WDR;**
**Schuljahr 04;**
**Unterrichtsfernsehen;**
**Audiovisuelles Bildungsmittel;Arbeitsbogen;**
**Unfallverhuetung;Umwelterfahrung;#Fahrrad;∂**
**Verkehrserziehung;∂**
**+++**

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe | :Schuljahr:4 |
| Schulstufe/Bereich | :Primarbereich |
| Schultyp | :Grundschule |
| Lernbereich/Unterrichtsfach | :Sachunterricht:Verkehrserziehung |

**Boensch,Manfred;∂**
**/"Linksabbiegen mit dem Fahrrad"/.Verkehrsunterricht im 4. Schuljahr.∂**
**Curriculare Materialien;∂**
**DIFF;∂**
**In:/Boensch,Manfred/:/Tonbild und Diareihe.4/,Heinheim u.a.:Beltz/1981/,S.10-14.∂**
**/Medien im Unterricht./∂**
**Verkehrserziehung:Primarbereich;**
**Grundschule;**
**Schuljahr 04;**
**Mediendidaktik;Unterrichtsentwurf;#Fahrrad;**
**#Fahreigenschaft;#Fahrlaessigkeit;**
**Sicherheit;#Strassenverkehrsordnung;**
**#Linksabbiegen;#Radfahren;∂**
**Linksabbiegen;**
**Fahrradfahren;∂**
**+++**

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe | :Schuljahr:4 |
| Schulstufe/Bereich | :Primarbereich |
| Schultyp | :Grundschule |
| Lernbereich/Unterrichtsfach | :Verkehrserziehung |
| Art des Textes | :Unterrichtsentwurf |
| Kontextmaterial | :Dia |
| Unterrichtsgegenstand | :Linksabbiegen mit Fahrrad |
| Zeitaufwand | :1 Std.∂ |

**Kilzer,Rolf;Zollfrank,Bruno;∂**
**/Richtig radfahren-eine Einfuehrung. 1/.∂**
**Curriculare Materialien;∂**
**In:Der/Uebungsleiter/(Beil.zu:Sportpraxis in Schule und Verein 5),16/1983/5,S.17.∂**
**Sport;#Fahrrad:Technische Ausruestung;**
**#Sachinformation;∂**
**Radfahren;∂**

Kettenantrieb am Fahrrad. 4. Schulj. In. Ullrich, Heinz/Klante, Dieter: Technik und Unterricht der Primarstufe. Ravensburg 1973, S. 47 - 49.

Pollak, Heinz: Die Entstehung des Rades. UE Sachunterricht/Geschichte 4 Jahrgangsst.
In: Ehrenwirth Grundschulmagazin. 1978, Heft 4, S. 19 - 20.

Eckert,Eva;Eckert,Rudolf;∂
/Wie funktioniert die Fahrradbeleuchtung/?Eine Unterrichtseinheit fuer den 3.-4.Jahrgang.∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe/, 12 /1984/3,S.91-96.∂
PZ-za-um∂
Archiv;∂
Schuljahr 03;Schuljahr 04;
Primarbereich;Grundschule;
Sachunterricht:Physikunterricht;
Unterrichtseinheit;#Fahrradbeleuchtung;Funktion;
#Stromkreis;∂
Dynamo;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe | :Schuljahr 3-4 |
| Schulstufe/Bereich | :Primarbereich |
| Schultyp | :Grundschule |
| Lernbereich/Unterrichtsfach | :Sachunterricht: Physik-Chemie |
| Art des Textes | :Unterrichtseinheit |
| Kontextmaterial | :Schuelerarbeitsbogen |
| Unterrichtsgegenstand | :Fahrradbeleuchtung, Funktionsweise |
| Zeitaufwand | :1 Doppelstunde.∂ |

+++
Unterrichtsplanung mit folgenden thematischen Aspekten:Dynamo als Stromerzeuger;Abhaengigkeit der Leuchtkraft der Lampen von der Drehgeschwindigkeit des Dynamos;Zeichnen des Stromkreises am Fahrrad.∂

Meier, Henry: Handlungsorientierte Textproduktion. Ein Vorschlag zur Aufsatzvorbereitung: das Fahrrad. In. Grundschule. 1980, Heft 12, S. 269 - 273.

Ullrich, Heinz: fahrrad. Didakt. Einheit im 4. Schuljahr. Techn.-naturwiss. Aspekte, gesellschaftliche Aspekte.
In: Grundschule. 1977, Heft 9, S. 505 - 508.

Büchler, Paul: Wölfel, Ursula, Die Geschichte vom grünen Fahrrad. Unterrichtsentwurf Deutsch Lesen 3. Jahrgangsst.
In: Ehrenwirth Grundschulmagazin. 1984, 10, S. 19 - 20.

Verkehrserziehung;
Schuljahr 04;
Primarbereich;Fachdidaktik;Unterrichtsentwurf;
Schulfernsehen;Mediendidaktik;
Schulweg:Sicherheit;
Schuelerunfall;Auto;
#Bremse;#Sicherheitsgurt;Schulbus;#Autobahn;
Unterrichtsfernsehen;
Urlaub:Reise;
Unfall:Verhalten;
#Fahrrad;#Fussgaenger;
Gefahr:Verkehr;∂
Schuelerunfall;
Sicherheit;
Mitfahren;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe | :4 |
| Schulstufe/Bereich | :Primarbereich |
| Schultyp | :Grundschule |
| Lernbereich/Unterrichtsfach | :Verkehrserziehung |
| Art des Textes | :Unterrichtsentwurf |
| Kontextmaterial | :Arbeitsboegen,Unterrichtsfilm |
| Unterrichtsgegenstand | :6-teilige Fernsehserie 'Mitfahren'<br>A1:Durch die Scheibe gesehen<br>A2:Gurte,Bremsen<br>A3:Unfall,was tun?<br>B1:Urlaub auf 4 Raedern<br>B2:Bus und Bahn zur Schule<br>B3:Anhalter leben gefaehrlich. |

Marder,Erhard;∂
/Als Radfahrer unterwegs/.∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Lehrer Journal/,51/1983/2,S.69-72.∂
Schuljahr 04;
Primarbereich;Grundschule;
Sachunterricht:Verkehrserziehung;
Unterrichtseinheit;Grafische Darstellung;Bild;
#Fahrrad;
#Verkehr:Situation;
#Strassenverkehrsordnung;∂
Radfahren;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | Schuljahr 4 |
| Schulstufe/Bereich: | Primarbereich |
| Schultyp: | Grundschule |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Sachunterricht, Verkehrserziehung |
| Art des Textes: | Unterrichtseinheit |
| Kontextmaterial: | Grafische Darstellung, Bild |
| Unterrichtsgegenstand: | Kinder als Radfahrer.∂ |

Hanko, Walter: Die Fahrradklingel. Ein Unterrichtsbeispiel für den Technikunterricht in der Grundschule.
In: Technik im Unterricht. 1980, Heft 5, S. 9 - 15.

Wagner, Christine: Wie funktioniert die Felgenbremse? UE Sachunterricht/Physik/Chemie 4. Jahrgangsst.
In: Ehrenwirth Grundschulmagazin. 1980, Heft 2, S. 19 - 20.

Metz, Heinrich: Warum können wir mit dem Fahrrad so schnell fahren? UE Sachunterricht/Physik/Chemie 3. Jahrgangsst.
In: Ehrenwirth Grundschulmagazin. 1979, Heft 5, S. 17 - 18.

Heimlich, Wolfgang: Fritz hat es schlimm aus der Kurve getragen! UE Sachunterricht/Physik/Chemie 3. Jahrgangsst.
In. Ehrenwirth Grundschulmagazin, 1979, Heft 8, S. 17 - 18.

Maron,Holfgang;∂
/Aus der Geschichte des Fahrrads/. Skizzen zu e. thematischen Laengsschnitt f.d. 3.-4.Schuljahr.∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe/, 8/1980/11,S.426-432.∂
MAROW080ADGDF∂
PZ-za-um∂
PZ;∂
Schuljahr:03;
Schuljahr:04;
Primarbereich;Grundschule;
Sachunterricht:Geschichte;
Unterrichtsentwurf:#Fahrrad;
#Fahrrad:Geschichte;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | Schuljahr 3-4 |
| Schulstufe/Bereich: | Primarbereich |
| Schultyp: | Grundschule |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Sachunterricht:∂ |
| Art des Textes: | Unterrichtsentwurf |
| Kontextmaterial: | Schuelerarbeitsbogen |
| Unterrichtsgegenstand: | Fahrrad<br>technische Entwicklung;∂ |

+++
Technische Entwicklung des Fahrrades von der Draisschen Laufmaschine(1817) ueber das durch Tretkurbeln am Vorderrad angetriebene Fahrrad(nach 1860), dessen Sonderform das Hochrad darstellt, zum ersten kettengetriebenen Fahrrad(1879).∂

Brehmer,Elisabeth;∂
/Wir fahren mit dem Fahrrad/.∂
Curriculare Materialien;∂
In:Der/Sachunterricht im ersten Schuljahr/,Ansbach:
Proegel/1977/,S.259-265.∂
Sachunterricht:Verkehrserziehung;
Primarbereich;Grundschule;
Schuljahr 01;
Unterrichtseinheit;Unterrichtsplanung;
#Fahrrad;#Fahrzeug;Sicherheit;Unfallverhuetung;∂

Hohenadel,Dieter;∂
/Radfahren mit sechs und sieben Jahren/?
Ansaetze fuer die schulische Verkehrserziehung in
der 1. und 2. Klasse der Grundschule.∂
Curriculare Materialien;∂
Koblenz:Goerres/1982/.144 S.∂
/Verkehrserziehung und ihre Grenzgebiete.5/∂
Bibl.;Gph.;∂
Verkehrserziehung:Primarbereich;
Grundschule;Fachdidaktik;
Schuljahr 01;Schuljahr 02;
#Fahrrad;#Radfahren;
Strassenverkehrsrecht;Unfallverhuetung;
Training;∂
Radfahren;∂

Stuehlein,Cornelie;∂
/Bekirs Fahrrad/.∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Grundschulmagazin/,10/1983/3, S.27-28.∂
#Auslaenderpaedagogik;Auslaenderkind;
Deutsch als Fremdsprache;Zweisprachigkeit;
Verkehrserziehung;
Sicherheit:#Fahrrad;
Pattern-Drill;Spracherwerb;Rollenspiel;Interaktion;
Wortschatz:Erweiterung;
Orientierungshilfe:Umwelt;
Primarbereich;Grundschule;
Schuljahr 02;∂
Fahrrad;Auslaenderpaedagogik;Verkehrserziehung;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | Schuljahr:02 |
| Schulstufe/Bereich: | Auslaenderpaedagogik |
| Schultyp: | Grundschule |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Verkehrserziehung, Deutsch als Fremdsprache |
| Art des Textes: | Unterrichtseinheit |
| Kontextmaterial: | Wortkarten, Text |
| Unterrichtsgegenstand: | Auslaendische Schueler lernen das Fahrrad kennen, seine Teile und deren Funktion. Neben dem Spracherwerb dient diese Unterrichtseinheit dazu, die Kinder zu verkehrssicherem Umgang mit dem Fahrrad zu befaehigen.∂ |

+++
Diese Unterrichtseinheit fuer die 2.Jahrgangsstufe in Deutsch als Fremdsprache verbindet den Sprachunterricht mit anderen Unterrichtsinhalten. In diesem Stundenentwurf, der uebersichtartig ueber Didaktische Information, Lernziele, Lernhilfen und Unterrichtsverlauf Auskunft gibt, soll neben der Aufnahme der behandelten Begriffe in den aktiven Wortschatz ein Ziel der Verkehrserziehung angestrebt werden, naemlich das Vermitteln der Kenntnis ueber die Beschaffenheit eines verkehrssicheren Fahrrades.∂

Claussen, Klaus: Bremswirkung der Luft. Fragestellungen und Versuchsanordnungen in offenen Situationen. 4. Schuljahr.
In: Grundschule. 1978, Heft 10, S. 173 - 177.

Althoff, Angelika u. Günther: Wie beherrsche ich mein Fahrrad am besten? Theoretische Vorbereitung und praktische Übungen.
In: Zeitschrift für Verkehrserziehung. 1980, Heft 2, S. 23 - 32.

Ullrich, Heinz: Fahrrad. UE im 4. Schuljahr.
In: Grundschule. 1977, Heft 11, S. 505 - 508.

Wagner,Christine;∂
/Wie funktioniert die Felgenbremse/?∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Grundschulmagazin/,/1980/2,S.19-20,35.∂
Sachunterricht:Physikunterricht;
Primarbereich;Grundschule;
Schuljahr 04;
Unterrichtseinheit;Unterrichtsplanung;
Fahrzeug:#Reparatur;
#Fahrrad:#Bremse(Technik);∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | Schuljahr:4 |
| Schulstufe/Bereich: | Primarbereich |
| Schultyp: | Grundschule |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Sachunterricht: Physik |
| Art des Textes: | Unterrichtseinheit |
| Kontextmaterial: | Folie,Tafelbild, Arbeitsblatt |
| Unterrichtsgegenstand: | Die einzelnen Teile der Felgenbremse und ihre Namen.Der Wirkungszusammenhang der Teile. Der Bremsbelag aus Gummi und seine Funktion,sowie die Auswirkung auf die Verkehrssicherheit wenn der Bremsbelag abgenutzt ist:Reibung bremst eine Bewegung.∂ |

Rosenbaum, Margret: Von der Laufmaschine zum Fahrrad. UE Sachunterricht/Geschichte 4. Jahrgangsst.
In: Ehrenwirth Grundschulmagazin. 1982, Heft 5, S. 19 - 20.

Rabitsch,Erich; Hich-Faehndrich,Helmut;∂
/Fachvorbereitender Deutschunterricht zum Thema
"Fahrradbeleuchtung"/.∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe/
12/1984/3, S. 107-113.∂
Auslaenderpaedagogik;Grundschule;
Deutsch als Fremdsprache;Unterrichtseinheit;
#Fahrradbeleuchtung;
Wortschatz:Analyse;
Spracherwerb;#Fahrrad;∂
Wortschatzuebung:Deutsch als Fremdsprache;∂
+++

| | |
|---|---|
| Schulstufe/Bereich: | Auslaenderpaedagogik |
| Schultyp: | Grundschule |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Deutsch als Fremdsprache |
| Art des Textes: | Unterrichtseinheit |
| Kontextmaterial: | Schuelerarbeitsbogen |
| Unterrichtsgegenstand: | Fahrradbeleuchtung, Wortschatzuebung.∂ |

+++
Unterrichtsplanung mit folgenden thematischen Aspekten: Analyse von Wortschatz und Strukturen (Zusammengesetzte Nomina wie Fahrradbeleuchtung, Ruecklicht, Scheinwerfer u.a.; Passivformen und Klammerstellung des Verbs, Vorgangs- und Zustandspassiv); Analyse eines Dialogs zum Thema Verkehrskontrolle.∂

Fahrradfahren energetisch betrachtet. Unterrichtsbeispiel. Perspektivplanung und Umrißplanung zum Thema: Braucht ein Fahrrad Energie?
In: Schlichting, Hans-Joachim/Backhaus, Udo: Physikunterricht 5 - 10. München 1981 (Urban&Schwarzenberg).

Mueller,Thomas; Tromnau,Siegfried;∂
/Als Mitfahrer unterwegs/. Eine Co-Produktion mit dem MDR-Schulfernsehen fuer die Verkehrserziehung ab 4. Schuljahr.∂
Beyer,Ellen (Red.);∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Praxis Schulfernsehen/,8/1983/89, S.29-38.∂
Schuljahr 05;
Sekundarstufe I;Hauptschule;Verkehrserziehung;
Unterrichtsentwurf;Unfallvehuetung;
Beurteilung:Verhalten;
#Fussgaenger;#Fahrrad;
#Mitfahrer:Auto;
Schulfernsehen;∂
Mitfahren;Verkehrserziehung;Hauptschule;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | Schuljahr:5 |
| Schulstufe/Bereich: | Sekundarstufe I |
| Schultyp: | Hauptschule |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Verkehrserziehung |
| Art des Textes: | Unterrichtsentwurf |
| Kontextmaterial: | Arbeitsblatt, Text |
| Unterrichtsgegenstand: | Verkehrssituationen aus der Sicht des Mitfahrers im Auto und Beurteilung der gesamten Verkehrssituation durch den Mitfahrer. |
| Zeitaufwand: | ca. 6 Stunden.∂ |

+++
Die drei Sendungen zur Verkehrserziehung greifen neben dem verkehrskundlichen auch andere Aspekte verschiedener Lernbereiche auf. Jede Sendung ist fuer eine Unterrichtseinheit bestehend aus zwei Stunden gedacht. Sowohl fuer die Stunde des vorbereitenden als auch fuer die des nachbereitenden Unterrichts gibt es ein Arbeitsblatt. Die Zielsetzung ist ein begruendetes Verhalten als Mitfahrer. Demgemaess werden Situationen gezeigt, die dem Erfahrungsbereich des Schuelers als Mitfahrer entstammen. Dabei sollen sie trotzdem die Verkehrssituation in ihrer Gesamtheit erfassen.
Anknuepfend an den Unterricht der Grundschule werden zunaechst Fehlverhaltensformen von Fussgaengern und Fahrradfahrern beurteilt. Gurtzwang und mitfahrende Kinder auf dem Ruecksitz bilden den naechsten Problembereich. Erste-Hilfe-Massnahmen bei einem Verkehrsunfall werden in das Blickfeld der Schueler gerueckt.
Zu dieser Sendefolge werden dem Lehrer mehr didaktische Begruendungen als ueblich geboten. Am Schluss erhaelt er noch eine Kurzuebersicht mit didaktischer Zielsetzung und moeglichen Lernzielen.∂

Lemnitzer, Konrad: Wir nehmen überlegt am Straßenverkehr teil. UE Verkehrserzeihung 8. Jahrgangsst.
In: Ehrenwirth Hauptschulmagazin. 1984, Heft 5, S. 19 - 22.

Luftwiderstand. Bremswirkung der Luft. Dokumentation eines Unterrichtsversuchs.
In: Curriculum konkret. 1974, Heft 2/3, S. 12 - 47.

Lemnitzer, Konrad: Partner auf der Straße, die wir leicht übersehen können. Unterrichtsentwurf Verkehrserziehung 9. Jahrgangsst.
In: Ehrenwirth Hauptschulmagazin. 1984, Heft 6, S. 23 - 26.

/Rund ums Fahrrad/.∂
Baruth,Helmut(Mitarb.);Behneke,Volker(Mitarb.);
Renwanz,Rolf(Mitarb.);∂
Curriculare Materialien;∂
Karben:Igelpresse/1981/.75 S.∂
Bibl.;Gph.;∂
Arbeitslehre;Technikunterricht;Sekundarstufe I;
Schuljahr 06;
Unterrichtseinheit;#Fahrrad;Wartung;
Technische Ausruestung;#Reparatur;
Verkehrserziehung;∂
Fahrrad;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | Schuljahr:6 |
| Schulstufe/Bereich: | Sekundarstufe I |
| Schultyp: | Gesamtschule |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Arbeitslehre, Polytechnik |
| Art des Textes: | Unterrichtseinheit |
| Kontextmaterial: | Herkmaterial |
| Unterrichtsgegenstand: | Die Unterrichtsmaterialien zeigen vier didaktische Schwerpunkte:1)Pflege-,Hartungs-und Reparaturarbeiten(Ueberpruefung der eigenen Raeder und Besprechung und Beseitigung der Maengel),2)Verkehrserziehung(Gefahren, denen der Schueler auf dem Fahrrad ausgesetzt ist,werden aufgezeigt),3)Kauf eines Fahrrades(Technische und oekonomische Ueberlegungen zum Kauf eines Fahrrades werden durchgespielt),4)Aufbau funktionstuechtiger Fahrraeder aus alten Fahrradteilen fuer einen sozialen Zweck.∂ |

Umgang mit dem Fahrrad. LE. Klasse 5. Der Beitrag des Faches Technik zur Verkehrserziehung.
In: Materialien zur Einführung neuer Lehrpläne. Hg. von der Landesstelle für Erziehung und Unetrricht. Stuttgart o.J. 17 Seiten.

Das Fahrrad. Unterrichtsmaterialien.
M 1: Aerodynamik S. 22 - 23
M 2: Rollreibungsverluste S. 23 - 25
M 3: Lagerreibungsverluste S. 25 - 26
M 4: Enegieverluste S. 27 - 28
M 5: Fahrradteile - Fahrradtypen S. 28 - 30
M 6: Fahrradfreundliche Stadt S. 31 - 32
M 7: Fahrradhilfen S. 32 - 33
M 8: Fahrradinitiativen S. 34 - 35
M 9: Fahrradspaß S. 35 - 36
M 10: Das Fahrrad mit Anhänger S. 37 - 38
Literatur und Adressen S. 39 - 41
In: Öko-päd. Zeitschrift für Ökologie und Pädagogik. 1982, Nr. 1, S. 20 - 41.

Die 3-Gang-Fahrradnabe. Demontage - Montage technischer Gegenstände. Projektorientierte Unterrichtseinheit: Technik/Wirtschaft/Arbeitslehre. Schwerpunkt Technik. Autor: Werner Tobias.
Stuttgart 1983 (Klett-Nr. 757111, DM 6,-, 17 Seiten).
Dazu: Orig. 3-Gang-Nabe von F&S mit Poster. Super-8-Farbtonfilm. Lehrerkommentar.

Sekundarstufe I;Physik;#Unterrichtsprojekt;
Fotographie;Bild;Arbeitsanweisung;
Elektrizitaetslehre;Handlungsbezogenes Lernen;
Beleuchtung;#Fahrrad;
Elektrotechnik:Praxisbezug;∂
Fahrrad:Beleuchtung;∂
+++

| | |
|---|---|
| Schulstufe/Bereich: | Sekundarstufe I |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Physik |
| Art des Textes: | Unterrichtsprojekt |
| Kontextmaterial: | Fotographie, Bild, Bauanleitung |
| Unterrichtsgegenstand: | Selbstbau von Fahrradstandlichtern.∂ |

+++
Geschildert wird der Verlauf einer Projektwoche zum Thema"Fahrradstandlicht".Es wurden verschiedene Versionen selbst erfunden und eine erarbeitete Schaltung gebaut,die nur geringe Nachbaukosten erfordert,durchschaubar ist und die Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen zulaesst.Schaltung und Nachbau werden eingehend erlaeutert.Die recht komplizierten rechtlichen Bestimmungen werden genannt. Eine Menge Projekterfahrungen werden mitgeteilt.∂

Hohenleitner,Reinhard;∂
/Fahrradstandlicht/.Ergebnis einer Projektwoche.∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Naturwissenschaften im Unterricht,Physik-Chemie/ 31/1983/1.S.11-16.∂

Das Fahrrad I.Verkehrssicherheit.
Das FahrradII.Einstellarbeiten,Wartung und Pflege;
Curriculare Materialien;
Die Werkstunde,/1979/ Nr.1,Bl.164,Bl.165;
Abb.,Bibl.;
Archiv;
#Fahrrad<1>/Schuljahr: 5-6<4,5>/Sekundarstufe I<5>/ Technikunterricht<2>/Unfallverhuetung<3>/ Unterrichtseinheit<1,2,4>/Verkehrserziehung<2,3>;
+++

| | |
|---|---|
| Textart: | Unterrichtsentwurf |
| Schulstufe: | Sekundarstufe I |
| Jahrgangsstufe: | Schuljahr: 5-6 |
| Fach/Lernbereich: | Technikunterricht |
| Lernbereichsaspekte: | Maschinentechnik,Verkehrserziehung |
| Unterrichtsthema: | Das Fahrrad |
| Schwerpunkt: | Sicherheit,Aufbau, Wartung und Pflege |
| Bestandteile der Einheit: | Schuelerarbeitsboegen Folien Werkmaterial; |

Mayer,Ingrid;∂
/Fahrradausflug/.∂
Curriculare Materialien;∂
In:Die /Gestalt/,43/1981/1,S.11.∂
#Fahrrad:Ausflug;
Hauptschule;Kunsterziehung;Malen;
Schuljahr:05;
Sekundarstufe I;Unterrichtsentwurf;Zeichnen;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | 5 |
| Schulstufe/Bereich: | Sekundarstufe I |
| Schultyp: | Hauptschule |
| Lernbereich/ Unterrichtsfach: | Kunsterziehung |
| Art des Textes: | Unterrichtsentwurf |
| Kontextmaterial: | Schuelerzeichnung |
| Unterrichtsgegenstand: | Filzstiftzeichnung zum Thema "Mein Freund und ich machen einen Fahrradausflug" |
| Zeitaufwand: | 2-3 Doppelstunden;∂ |

+++
Wesentlich fuer die vorliegende Arbeit mit Filzstiften war die Klaerung folgender Fragen:Wie sieht ein Fahrrad aus?Wohin fahren wir mit dem Fahrrad. Die Schuelerzeichnungen veranschaulichen den unterschiedlichen Differenzierungsgrad der Zeichner.∂

Barthelmess, Wolfgang: Verständigung im Straßenverkehr. Warnen im Straßenverkehr. UE für die Sek. I. In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft. 1979, Heft 4, S. 20 - 25.

Siewert,Horst H.;∂
/Technikunterricht Klasse 5 Lehrplaneinheit 2: Fahrrad/.∂
Curriculare Materialien;∂
Plankstadt:Geiss/1979/.32 S.∂
/Arbeitsgruppe Oberkircher Lehrmittel (AOL) Reihe 1: Arbeit,Wirtschaft,Technik,Politik/∂
Bibl.;Abb.;∂

Arbeitslehre;#Fahrrad;Schuljahr:05;Sekundarstufe I; Technikunterricht;Unterrichtseinheit;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | Schuljahr: 5 |
| Schulstufe/Bereich: | Sekundarstufe I |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Technik |
| Art des Textes: | Unterrichtseinheit |
| Kontextmaterial: | Arbeitsblaetter, Tests |
| Unterrichtsgegenstand: | Umgang mit dem Fahrrad: Geschichte des Fahrrads; Fahrwiderstaende; Beleuchtung und Bremsen; Kauf eines Fahrrads |
| Zeitaufwand: | 10 Unterrichtsstunden.∂ |

+++:::
Nach einem geschichtlichen Ueberblick ueber die Entwicklung des Fahrrades folgt eine am Schueler orientierte,fachwissenschaftlich korrekte Darstellung der verschiedenen Lager(Gleitlager,Kugellager),der Sicherheitsvorrichtungen am Fahrrad, der Durchfuehrung von Reparaturen,Hinweise zum Kauf eines Fahrrades usw.
Die Einheit bietet eine genaue Einfuehrung in das Thema auch fuer unerfahrene und fachfremd eingesetzte Lehrer.
Zu dieser Unterrichtseinheit ist ein Arbeitsheft erschienen.∂

Bosch,Halter;Freyas,Hubert;Seidel,Wolfram;∂
/Umgang mit dem Fahrrad/.Lehrplaneinheit II fuer den Technikunterricht in Klasse 5.
Lehrerheft und Schuelerarbeitsmappe.∂
Landesstelle fuer Erziehung und Unterricht (Stuttgart)(Hrsg.);∂
Curriculare Materialien;∂
LEU;∂
Stuttgart:LEU/1981/.20 S.in getr.Zaehlung.∂
/Lehrerfortbildung Technik.T8-T9/∂
Abb.;Gph.;∂
Arbeitslehre;
Mechanik:Spielzeug;
#Fahrrad;
Schuljahr 05;
Sekundarstufe I;Orientierungsstufe;
Unterrichtseinheit;Lehrerheft;#Bauanleitung;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | 5 |
| Schulstufe/Bereich: | Sekundarstufe I |
| Lernbereich/ Unterrichtsfach: | Arbeitslehre |
| Art des Textes: | Unterrichtseinheit Lehrerheft |
| Unterrichtsgegenstand: | Hinweise zur Lehrplaneinheit V "Bau mechanischer Spielzeuge".Hinweise zur Lehrplaneinheit II "Umgang mit dem Fahrrad";∂ |

Latt, Wolfgang/Siemers, Bernd: Mit dem Rad zur Schule. Ein Erfahrungsbericht über eine verkehrsunterrichtliche Lerneinheit im 5./6. Schuljahr. In: Zeitschrift für Verkehrserziehung. 1976. Heft 3, S. 26 - 29.

Pollähne, Lothar: Mit dem Fahrrad die Klassenkasse aufgefüllt. Eine Klasse erarbeitet einen Radwanderführer für die Umgebung ihrer Heimatstadt.
In: päd. extra. 1983, Heft 1, S. 38 - 39.

Reinhard, Ulrich: Welches Fahrrad fährt am besten? UE Physik 8. Klasse. Mit Arbeitsblättern. Bremen 1983 (Verlag Schule konkret, Klattenweg 1, 2800 Bremen). 25 Seiten.

Bosch,Walter;Freyas,Hubert;Seidel,Wolfram;∂
/Bau mechanischer Spielzeuge/.Lehrplaneinheit V fuer den Technikunterricht in Klasse 5. Lehrerheft und Schuelerarbeitsmappe.∂
Landesstelle fuer Erziehung und Unterricht (Stuttgart)(Hrsg.);∂
Curriculare Materialien;∂
LEU;∂
Stuttgart:LEU/1981/.17 S.in getr.Zaehlung.∂
/Lehrerfortbildung Technik.T8-T9/∂
Arbeitslehre;
Mechanik:Spielzeug;
#Fahrrad;
Schuljahr 05;
Sekundarstufe I;Unterrichtseinheit;
Orientierungsstufe;
Arbeitsboegen:Schueler;
#Bauanleitung;
Arbeitsbuch:Schueler;
Arbeitsbogen:Schueler;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | 5 |
| Schulstufe/Bereich: | Sekundarstufe I |
| Lernbereich/ | |
| Unterrichtsfach: | Arbeitslehre |
| Art des Textes: | Unterrichtseinheit<br>Schuelerarbeits-<br>mappe |
| Kontextmaterial: | Arbeitsblaetter<br>Bauanleitung |
| Unterrichtsgegenstand: | Wie das Fahrrad entstand.Wichtige und nuetzliche Bauteile am heutigen Fahrrad. Kugellager,Kettengetriebe.Freilauf.Bremsen. Eine Reifenpanne selbst beheben. Verschiedene Fahrraeder, die man heute kaufen kann.Bau mechanischer Spielzeuge aus vorgefertigten Teilen. |

Bienhaus,H.;∂
Das /Fahrrad/.Lichtanlage.∂
Curriculare Materialien;∂
In:Die /Herkstunde/,/1980/189,4 S.∂
Abb.;∂
Arbeitslehre;Fachdidaktik;Verkehrserziehung;
Elektrotechnik;#Fahrrad;
Schuljahr 05;
Sekundarstufe I;Unterrichtseinheit;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | 5 |
| Schulstufe/Bereich: | Sekundarstufe I |
| Lernbereich/ | |
| Unterrichtsfach: | Arbeitslehre |
| Art des Textes: | Unterrichtseinheit |
| Unterrichtsgegenstand: | Aufbau der FLM.Der Fahrrad-Stromkreis.Der Weg des Stroms.Leitungen. Ausfall der Lichtanlage. Ueberpruefung einer defekten Fahrrad-Lichtanlage |
| Zeitaufwand: | 2-3 Doppelstunden;∂ |

Schlichting,Hans-Joachim;Backhaus,Udo;∂
Das/Fahrrad als physikalischer Unterrichtsgegenstand,aufgezeigt am Beispiel der Energetik des Fahrrads/.∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Naturwissenschaften im Unterricht,Physik-Chemie/, 31/1983/1,S.5-8.∂
Sekundarstufe I;Physik;Unterrichtsentwurf;
Geschwindigkeit;Mechanik;#Fahrrad;
#Energieumwandlung;#Energie(Physik);∂
Fahrrad:Energie(Physik);∂
+++

| | |
|---|---|
| Schulstufe/Bereich: | Sekundarstufe I |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Physik |
| Art des Textes: | Unterrichtsentwurf |
| Unterrichtsgegenstand: | Zur Energetik des Fahrradfahrens.∂ |

+++
Am Beispiel des Fahrrads lassen sich eine Reihe physikalischer Kenntnisse erarbeiten.Den Schuelern faellt es leicht,ein Gefuehl fuer Groessenordnungen zu entwickeln und Verstaendnis fuer einen komplexen Vorgang zu erwerben,weil ihnen das Fahrrad vertraut ist.Die Energetik des Fahrradfahrens kann als Massstab fuer Energieumsaetze in anderen Bereichen gelten.Mit Hilfe des Fahrrads kann der Mensch sich effektiver fortbewegen als zu Fuss.Mit dem fuenften Teil der Energie kann er eine drei bis viermal so grosse Geschwindigkeit erreichen.Mit Hilfe des Ausrollweges aus verschiedenen Geschwindigkeiten kann die bei den jeweiligen Geschwindigkeiten im Mittel abgegebenen Leistung ermittelt werden.Variable wie Wind,Steigung,Untergrund,Reifendruck,Gewicht des Fahrers usw.koennen nach Bedarf hinzugezogen werden.∂

Hans kauf ein Fahrrad. Unterrichtsmodell für die Fallmethode. 5.-9. Schuljahr. S. 123 - 143.
Die Entwicklung des Fahrrads. Unterrichtsmodell für das Unterrichtsgespräch. 5.-10. Schuljahr. S. 163 - 177.
In: Wilkening, Fritz: Unterrichtsverfahren im Lernbereich Arbeit und Technik. Ravensburg 1977.

Kallinich,Joachim;∂
/Kleine Geschichte des Fahrrads/.∂
Curriculare Materialien;∂
Bibl.;∂
KALLJ082KGDF∂
LI-za-dg∂
Archiv;∂
Arbeitslehre;Fachdidaktik;Orientierungsstufe;
Schuljahr 05;
Hauptschule;
Geschichte:#Fahrrad;
Sekundarstufe I;∂

Sternitzke, Ulrich: Wir untersuchen Fahrradbremsen.
In: betrifft:erziehung. 1985, Heft 3, S. 37 - 44.

## 3.3. Sekundarstufe II

Schlichting,H.-J.;Nobbe,B.;∂
/Untersuchungen zur Energetik des Fahrrads/.∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Technic didact/,8/1983/4,S.225-229.∂
Bibl.;∂
Sekundarstufe II;Physikunterricht;
#Sachinformation:#Fahrrad;
#Wind(Met):#Widerstand;
#Rollreibung;∂
Fahrrad;Energetik;∂

Loewenbein,Aron;∂
/Produktionsorientierter Unterricht an einer Berufsschule - dargestellt an ausgewaehlten Beispielen/.∂
In:/Demokratische Erziehung/,8/1982/5,S.22-23.∂
Abb.;∂
Berufsausbildung;#Unterrichtsprojekt;
Jungarbeiter;Berufsfindungsjahr;Motivation;
Lernmotivation;Sekundarstufe II;
Drucktechnik;#Schweisstechnik;
#Fahrrad:Konstruktion;
Praxisbezug;∂
Berufsschule:Unterrichtsprojekt;∂
Der Autor des vorliegenden Artikels - Lehrer an der gewerblichen Werner-von-Siemens-Berufsschule in Wetzlar - berichtet anhand ausgewaehlter Beispiele (Druckmaschinen-Reparatur,Drucken,Fahrradwerkstatt) ueber seine Erfahrungen mit dem produktionsorientierten Unterricht in Jungarbeiterklassen und im Berufsvorbereitungsjahr,der als moegliche Alternative zur herkoemmlichen Aus- bzw. Berufsbildung verstanden werden soll.Die beschriebene Ausbildungsform strebt das Arbeiten unter produktionsaehnlichen Bedingungen an,wobei der Unterschied zwischen praktischer und theoretischer Arbeit,die uebliche Lehrerdominanz sowie das Konkurrenzdenken der Jugendlichen untereinander aufgehoben werden soll.
"Die Ausbildung soll Jugendliche hervorbringen,die selbstdenkend,selbstbewusst und solidarisch ihre Interessen erkennen und durchsetzen koennen".∂

Konopka,Peter;∂
/Radsport vom Anfaenger bis zum Koenner: Technik, Training, Ausruestung/. 2., ueberarb. Aufl.∂
Muenchen u.a.: BLV Verlagsgesellschaft/1983/.183 S.∂
/BLV Sport./∂
ISBN 3-405-12729-7;∂
Sport;Leibeserziehung;#Radsport;#Fahrrad;
#Trainingslehre;#Radrennen;#Fahrtechnik;
#Ausruestung;#Trainingsplan;Ernaehrung;Sachbuch;∂

Fieblinger,Guenter;∂
Das/Fahrrad im Unterricht/.∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Naturwissenschaften im Unterricht,Physik-Chemie/, 31/1983/1,S.8-11.∂
Sekundarstufe I;Physik;Unterrichtsentwurf;
Graphische Darstellung;Bild;Geschwindigkeit;
Mechanik;#Reibung;#Fahrrad;
#Leistungsfaehigkeit(Thermodynamik);∂
Fahrrad:Mechanik;∂
+++

| | |
|---|---|
| Schulstufe/Bereich: | Sekundarstufe I |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Physik |
| Art des Textes: | Unterrichtsentwurf |
| Kontextmaterial: | Graphische Darstellung, Bild |
| Unterrichtsgegenstand: | Messungen am Fahrrad.∂ |

+++
Beispielhaft fuer eine Reihe moeglicher Messungen am Fahrrad im Physikunterricht der Schule sind die Versuchsanordnungen im vorliegenden Aufsatz.Abrollversuche von einer Rampe ergeben den Rollwiderstand des Fahrrads.Wird ein Fahrrad mit Fahrer geschleppt und die Zugkraft gemessen,so ist diese - bei niedrigen Geschwindigkeiten - ein Mass fuer die Rollreibung.Das Ausrollen aus hoher Geschwindigkeit zeigt zusaetzlich auch die Abhaengigkeit von dem Luftwiderstand.In allen Versuchen kann die Strassenoberflaeche,der Reifendruck,die Zuladung usw. variiert werden.Der theoretische Hintergrund ist fuer den Lehrer erlaeutert.Ein Ausblick auf moegliche Fortfuehrungen wird gegeben.∂

Kurz, Reinhard: Das Fahrrad im Stadtverkehr. Ein projektorientierter Kurs (Grundkurs EK, 12. Jg.). In: Praxis Geographie. 1983, Heft 3, S. 21 - 24 (mit Hinweisen auf Anwendungsmöglichkeiten in Sek.I)

Pohl,Ulrich;∂
Verkehrserziehung.
Oberstufe,Werkstufe.
/Unterrichtsreihe:Das verkehrssichere Fahrrad/.∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Beispiele fuer die Verwirklichung der Empfehlungen fuer den Unterricht in der Schule fuer Geistigbehinderte,Bd.2/,Dortmund:Wulff/1981/, S.152-156.∂
Gph.;∂
Sonderpaedagogik;
Sonderschule:Geistig behindertes Kind;
Behindertes Kind;
Schuljahr 10;Schuljahr 11;Schuljahr 12;
Verkehrserziehung;Sicherheit;#Fahrrad;
Unterrichtsentwurf;∂
Fahrrad;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | Schuljahr 10-12 |
| Schultyp: | Sonderschulbereich |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Verkehrserziehung |
| Art des Textes: | Unterrichtsentwurf |
| Kontextmaterial: | Arbeitsblatt<br>Grafische Darstellung |
| Unterrichtsgegenstand: | Benennung der einzelnen Fahrradteile, Fahrradpflege, lernen, ein Fahrrad verkehrssicher halten zu koennen.∂ |

Pohl,Ulrich;∂
Verkehrserziehung.Oberstufe.Werkstufe.
/Unterrichtsreihe:Linksabbiegen mit dem Fahrrad/.∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Beispiele fuer die Verwirklichung der Empfehlungen fuer den Unterricht in der Schule fuer Geistigbehinderte,Bd.2/,Dortmund:Wulff/1981/, S.157-162.∂
Bibl.;Gph.;∂
Sonderpaedagogik;
Sonderschule:Geistig behindertes Kind;
Behindertes Kind;
Schuljahr 10;Schuljahr 11;Schuljahr 12;
Verkehrserziehung;#Fahrrad;Unterrichtsentwurf;∂
Fahrradfahren;Linksabbiegen;∂
+++

| | |
|---|---|
| Jahrgangsstufe: | Schuljahr 10-12 |
| Schultyp: | Sonderschulbereich |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Verkehrserziehung |
| Art des Textes: | Unterrichtsentwurf |
| Kontextmaterial: | Arbeitsblatt<br>Grafische Darstellung<br>Bibliographie |
| Unterrichtsgegenstand: | Linksabbiegen mit dem Fahrrad.∂ |

Jacke,Olaf;Koester, Uwe;∂
/Solarrechner als Wegstreckenzaehler fuer ein Fahrrad/.∂
Curriculare Materialien;∂
In:/Arbeiten + lernen.Die Arbeitslehre/,5/1983/29,S.35-36.∂
Berufsbildendes Schulwesen;Sekundarstufe II;
Berufsfeld Elektrotechnik;Werkanleitung;
Handreichung;#Solartechnik;
#Geschwindigkeitsmessgeraet:#Fahrrad;∂
Solarrechner;Wegstreckenzaehler;Fahrrad;∂
+++

| | |
|---|---|
| Schulstufe/Bereich: | Sekundarstufe II |
| Schultyp: | Berufsbildendes Schulwesen |
| Lernbereich/Unterrichtsfach: | Berufsfeld Elektrotechnik |
| Art des Textes: | Werkanleitung, Handreichung |
| Unterrichtsgegenstand: | Verwendung eines Solarrechners als Wegstreckenzaehler fuer ein Fahrrad.∂ |

# TEIL 4

Literatur für "Fahrradwerkstätten in der Schule", insbesondere auch zur Reparatur und zum Selbstbau von Fahrrädern


Brücker, Peter/Mosel, Reinhild: Rund um's Fahrrad. In: Dies.: Mach's nach! Tips aus der NDR-Hobbythek. Ottersberg 1983 (Moby Dick Verlag), S. 165 - 187. (Tandem selbstgebaut, Exzenter Fahrrad, Geschicklichkeits- und Glücksspile mit Fahrradteilen, Einrad-Fahrradanhänger.)

Herzog, Ulrich: Fahrradheilkunde. Ein Reparaturhandbuch für Velocipedfahrer. Ottersberg 1981 (3. Aufl.) (Moby Dick Verlag).

Hobbythek: Für Fahrradfans. Hobbytip 117. Bezug: NDR Hobbythek, 2000 Hamburg 100 (Hinweise zum Selbstbau eines Liegefahrads. - Einsendung eines mit 80 Pfg. frankierten und adressierten Briefumschlags genügt.)

Kuhtz, Christian u.a.: Rad kaputt. Kiel 1982 (1983) (Einfälle statt Abfälle. Heft 1.) 81 S.

Dies.: Tandems bauen aus Sperrmüllrädern. Kiel 1983 (Einfälle statt Abfälle. Heft 2.) 37 S.

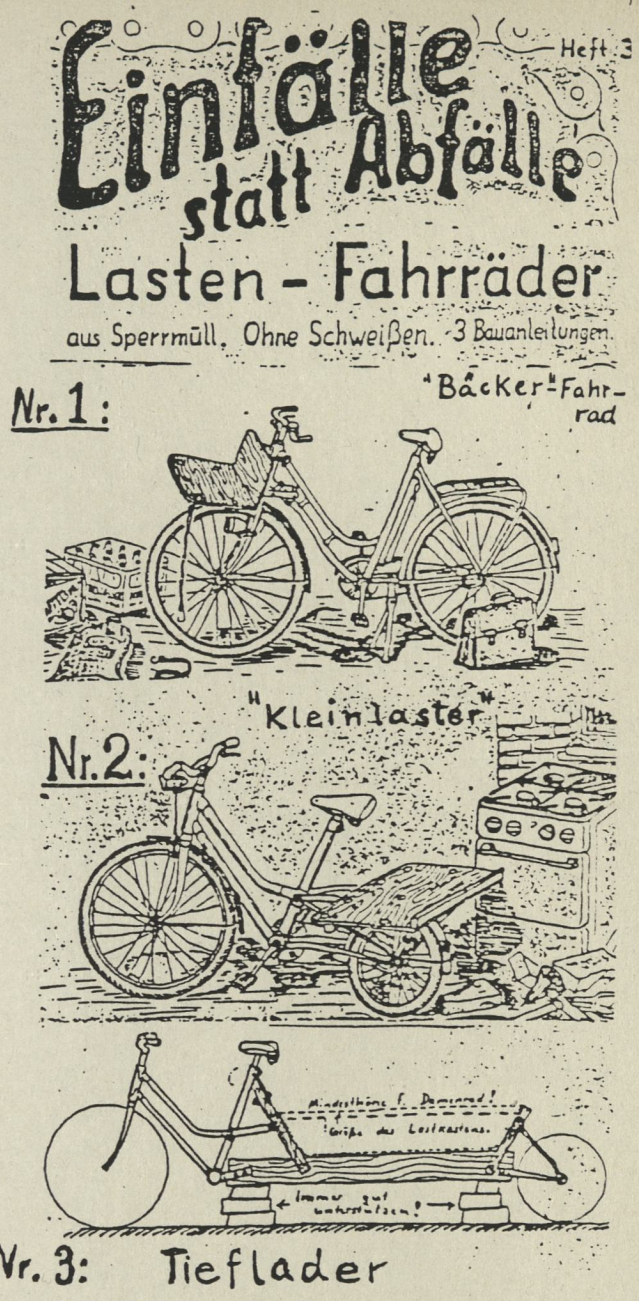
Dies.: Lastenfahrräder aus Sperrmüll; ohne Schweißen. Kiel 1982 (Einfälle statt Abfälle. Heft 3.) 33 Seiten.

Dies.: Schwerlast-Dreirad aus Sperrmüll. Kiel 1983 (Einfälle statt Abfälle. Heft 4.) 37 S.

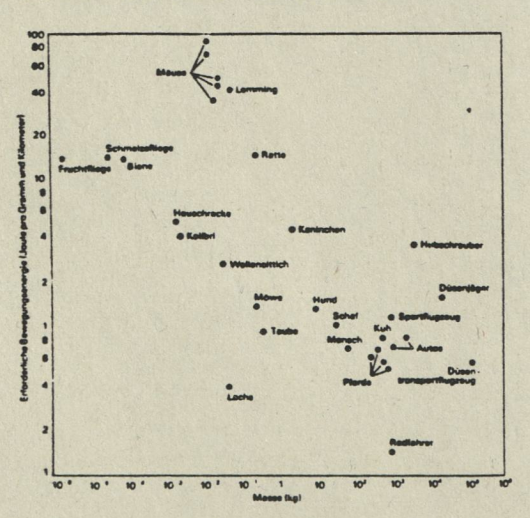
Möller, Eckhard: Irre Fahrradtypen. Phantasievolle Fahrradbastler und ihre Werke. Mit Hinweisen zum Selbstbau. Wiesbaden 1984 (Bauverlag).

van der Plas, Rob: Die Reparatur des Fahrrads. Ravensburg 1981 (Freizeit-Taschenbücher. Bd. 99. Otto Maier Verlag).

Winkler, Fritz/ Lübeck, Andreas: BMX - Technik, Sport, Freestyle. Bielefeld 1984 (Bielefelder Verlagsanstalt).


## ENERGIEVERBRAUCH DES RADFAHRERS




Das Fahrrad ist ökonomisch und ökologisch das sinnvollste Nahverkehrsmittel, d.h. innerhalb einer Distanz von 5-8 km. Das Fahrrad ist abgasfrei. So oft wie nötig eingesetzt ermöglicht es jeder, jedem, einen sinnvollen Beitrag gegen Smogbelastung und Schadstoffemissionen zu leisten, und nicht - wie es leider üblich ist - diese Umweltprobleme mit einem »Bepper« auf der Windschutzscheibe zu bewältigen. Das Fahrrad ist leise, braucht wenig Straßenraum und ist energiesparend. Ein Radfahrer verbraucht im Vergleich bei gleicher Strecke nur 1/5 der Energie wie ein Fußgänger, gleichzeitig ist er 3-4 mal schneller. Mit der gleichen Energie, die ein Auto braucht, um nur 700 m weit zu kommen, legt ein Radfahrer 37 km zurück.
70-100 Fahrräder können produziert werden mit dem Aufwand, den die Herstellung eines Autos benötigt - das Fahrrad ist rohstoffsparend.
Fahrradtechnik ist einfache, überschaubare Technik, die von jeder/jedem zu bewältigen ist und ein Schritt zur Autonomie in der Fortbewegung bringt; Ohne Abhängigkeit von reparaturanfälliger Kfz-Technik und der Preispolitik der Kfz-Werkstätten; ohne teure Zusatzinvestitionen, die der Umweltschutz abverlangt.

# Murks am Fahrrad

## 600 DEFEKTE RAHMEN

In "tour" 12-1984, S. 35 wurde eine Leserzuschrift "Der BASF-Test" veröffentlicht, die uns verständlicherweise sehr neugierig machte. Hier ein Auszug der wichtigsten Passagen:
" Die BASF hat ca. 10.000 Werksfahrräder, von denen jährlich etwa 1.000 verschrottet und durch neue ersetzt werden. Da sich in letzter Zeit Rahmenbrüche häuften (Bruch des Schrägrohres an bzw. in der Muffe zum Steuerrohr) und die Brüche überwiegend an fast neuen Rahmen auftraten, wurden genauere Untersuchungen druchgeführt.
Es zeigte sich, daß die Schäden durch mangelhafte Lötverbindungen ausgelöst werden (teilweise war über die ganze Länge der Muffe an ca. 1/3 des Umfanges keine Bindung!!). Um Unfällen vorzubeugen, werden die Räder derzeit in einer großen Rückrufaktion Ultraschallprüfungen unterzogen, bei denen insgesamt 3.000 (!!) von Fa. X (Name der Redaktion bekannt) hergestellte Rahmen überprüft werden sollen. Dabei werden nur Rahmen mit extrem schlechter Bindung ausgeschieden.
Obwohl die Aktion nur etwa zur Hälfte abgeschlossen ist, mußten bisher über 600 (!!) Räder dem Händler zurückgegeben werden. Wegen der schlechten Erfahrungen sehen wir uns gezwungen, ab sofort bei allen Neulieferungen stichprobenweise Prüfungen durchzuführen."

Ärgern Sie sich, daß Sie nicht erfahren, welche Firma diese Fahrräder geliefert hat, obwohl die Redaktion von "tour" den Namen kennt? Wir haben den Autor dieser Leserzuschrift gebeten, uns den Namen der nicht genannten Firma und weitere Details anzugeben. Hier seine Zuschrift:

Ergänzend zu meinen Angaben in tour 12-84 kann ich zu den Schäden an den Rahmen von Werksfahrrädern bei der BASF folgendes mitteilen:
Die Rahmen stammen von der Fa. ENIK/Wenden.
Innerhalb von ca. 3 Jahren traten etwa 60 Rahmenbrüche auf. Nur wegen der großen Zahl der beschafften Räder (ca. 1.000 Stück/Jahr) wurde bemerkt, daß es sich dabei um einen systematischen Fehler handelt. Unsere Ultraschallprüfungen der bisher geprüften Rahmen zeigt, daß nur ein kleiner Teil der Rahmen gut gelötet ist, ca. 30-40 % haben an der kritischsten Muffe (Schrägrohr/Steuerrohr) meist an 6°°-Position (unten am Zwickel) über die gesamte Muffenlänge keine Bindung. Nur diese Rahmen werden ausgeschieden (bereits ca. 600 Stück).
Aufgrund unserer Beschwerde wurden einige Ersatzrahmen an dieser Muffe (speziell nur für uns) besonders sorgfältig gelötet.
Die Schäden traten daraufhin an der Muffe Horizontalrohr/Sitzrohr im Horizontalrohr auf. Diese Muffe wurde daraufhin in die Prüfung miteinbezogen und für genauso schlecht befunden.
Erst dann wurde die Löttechnik bei ENIK grundlegend umgestellt. Bisher wurde mit Lot gespart, und Stellen, die aus Festigkeitsgründen nicht gelötet sein brauchen (oder wo man das annahm!), wurden auch nicht gelötet. So konnte es leicht passieren, daß auch an Stellen mit Lot gespart wurde, die unbedingt hätten verlötet sein müssen!
Bei meinem letzten Besuch bei ENIK konnte ich mich davon überzeugen, daß jetzt alle Muffen vollständig verlötet werden, und zwar nicht nur bei den Rahmen für die BASF, sondern bei allen Typen. Bei 80 geprüften Rahmen mußte kein einziger beanstandet werden. Es wurde mir von einem Mitarbeiter angedeutet, man sei der BASF dankbar, weil bei der neuen Löttechnik die Unsicherheiten ausgeräumt seien, was zu verlöten sei und was unverbunden bleiben könne.
Wegen der zeitweilig schlechten Erfahrungen mit der Fa. ENIK wurden 1.000 Fahrräder bei der Fa. Westerheide/Bielefeld beschafft.
Diese kleine Firma kann zwar nicht mit dem äußeren Erscheinungsbild von ENIK konkurrieren (sozusagen Hinterhofbetrieb), die Qualität der Rahmen ist jedoch ausgezeichnet.

Wie können gravierende Lötfehler erkannt werden? Großflächig ungebundene Stellen erkennt man, wenn man die Muffe mit einem Lötbrenner erwärmt. Dabei werden ungebundene Stellen wegen der schlechteren Wärmeableitung heißer und zeigen sich durch hellrote Stellen in einer dunkelroten Umgebung. Schon der Löter selbst müßte eigentlich merken, wenn gravierende Fehler vorliegen. Die von uns durchgeführte Ultraschallprüfung ist natürlich wesentlich aufwendiger, jedoch betragen die Kosten pro Rahmen bei Prüfung aller Muffen des Hauptrahmens (der Hinterbau ist weniger beansprucht und braucht nicht geprüft zu werden) weniger als 10,- DM, so daß dieses Verfahren für eine Stichprobenprüfung einer Großserienfertigung durchaus interessant ist.

Nicht unerwähnt sollte in diesem Zusammmenhang die Prüfung von Fahrrädern nach DIN 79100 bleiben. Dabei werden die fertigen Räder auf Rollen, die am Umfang mehrere Erhöhungen aufweisen, gestellt, mit Gewichten an Sattel, Lenker und Pedalen beschwert und am Tretlager angetrieben.
Es soll damit eine Fahrt auf schlechter Straße simuliert werden. Nach Aussage eines Prüfers von ENIK geht dabei nie ein Rahmen zu Bruch.

Bei unseren Versuchen gelang es auch bei schlecht gelöteten Rahmen nicht, die bekannten Schäden im Labor zu simulieren. Das liegt daran, daß bei diesem Test der Rahmen, nicht wie zum Beispiel beim Fahren im Wiegtritt, zusätzlich auch tordiert wird.
Daraufhin wurden einige Rahmen in einer Hydropulseinrichtung gleichzeitig tordiert und Biege- und Zug/Druckbelastung unterworfen. Damit gelang es, die bekannten Schäden im Labor zu erzeugen, und zwar schon nach etwa 50 - 500 Lastwechseln!!!
Ich muß daraus folgern, daß DIN 79100 eine sehr herstellerfreundliche Norm ist, die kaum Rückschlüsse auf die Qualität des Rahmen zuläßt (vielleicht bei extrem schlechten Rahmen).

Ich las mit Interesse Ihre Dokumentation von Schäden an Alu-Rahmen und Lenkern. Aus meinem Bekanntenkreis sind mir ebenfalls mehrere ähnliche Schäden bekannt.
Sie treten oft an den Bohrungen für die Durchführung der Bremszüge auf. In letzter Zeit werden vermehrt Bremszüge im Lenker verlegt, was die Aerodynamik verbessern soll. Das erfordert in der Nähe der Einspannung am Vorbau Löcher, die im Bereich höchster Biegebeanspruchung eine zusätzliche Spannungserhöhung infolge Kerbwirkung ergeben. Man produziert damit sozusagen eine Sollbruchstelle!! Ähnliches gilt für Bohrungen am Rahmen.
Das bedeutet allerdings nicht, daß alle Alu-Rahmen mit innenverlegten Bowdenzügen abzulehnen sind. Ich selbst fahre seit 2 Jahren einen derartigen Alu-Rahmen (Vitus 979 Duralinox). Man sollte jedoch ein waches Auge auf diese Stellen haben!
Dies gilt nur für Rahmen bzw. Lenker aus höherfesten Materialien, unlegierter Stahl ist wegen der höheren Zähigkeit unkritisch.
Dipl. Ing. Rolf Limpert, 6700 Ludwigshafen (22.1.85)

# TÖDLICHER LENKERBRUCH

Herr Dr. B. fuhr mit seinem Herrenfahrrad, Marke Kelsgau, am 18.09.1982 gegen 12.45 Uhr auf der leicht abschüssigen Römerstraße in Bad Abbach in Richtung Ortsmitte. Während der Fahrt brach der Lenker seines Fahrrads. Dr. B. zog sich bei dem Sturz auf die Fahrbahn tödliche Verletzungen zu. Auf Anordnung der Staatsanwaltschaft beim Landgericht Regensburg erstellte der Technische Überwachungsverein Bayern e.V. ein Gutachten über den Zustand und die Tragfähigkeit des Fahrradlenkers. Die Materialprüfstelle stellte fest, daß die beiden Lenkerhälften direkt neben der Lenkerklemmmuffe abbrachen. Es wurde eindeutig nachgewiesen, daß die rechte Lenkerhälfte während der Fahrt und die linke Lenkerhälfte beim Sturz auf die Fahrbahn abbrachen. Das Rohr der rechten Lenkerhälfte war durch einen Dauerriß vorgeschädigt. Nach den Feststellungen des Technischen Überwachungsvereins reduzierte sich dadurch die theoretische Bruchkraft auf etwa die Hälfte. Dieser Dauerriß wurde durch die eingebrachte Stahlhülse im Mittelbereich des Lenkers ausgelöst. Die Stahlhülse wurde nämlich bei der Herstellung nicht mittig plaziert, so daß bei der anschließenden Formgebung sich im Übergangsbereich der Rohrverjüngung eine umlaufende Druckstelle ausbilden konnte. Das Gutachten kommt schließlich zu dem Ergebnis, daß die Anordnung dieser Stahlhülse (Lenkerklemmuffe) nicht den allgemeinen Konstruktionsrichtlinien entspricht und als Fertigungsmangel anzusehen ist. Durch den nicht mittigen Einbau der Stahlhülse bei der Preßformgebung kam es zu starken, anrißähnlichen Kerbspannungen im Bereich der nicht abgerundeten Schnittkante. Nach dem Gutachten kann an weiteren Fahrrädern, welche unter gleichen Fertigungsbedingungen hergestellt wurden, eine ähnliche Vorschädigung und hierdurch die Ausbildung von Bruch- bzw. unfallursächlichen Daueranrissen nicht ausgeschlossen werden.

In dem strafrechtlichen Ermittlungsverfahren blieb die genaue Herkunft des Lenkers ungeklärt. Die Herstellerfirma, die Fa. Otto Kynast GmbH & Co.KG Quakenbrück hatte zunächst eingeräumt, daß der Lenkerbügel dort gefertigt wurde. Allerdings sei - so die Fa. Kynast - "die Bearbeitung des Lenkerbügels nur eine geringe", so daß sie kein Verschulden treffe. Sicher ist, daß das Aluminiumrohr von der Fa. VAW-Leichtmetall GmbH Hannover stammt. Später ließ die Fa. Kynast GmbH & Co. KG durch ihre Bevollmächtigten erklären, der Lenkerbügel stamme nicht aus ihrer Produktion. Die frühere Erklärung sei durch die Schadensabteilung ohne vorherige technische Prüfung abgegeben worden. Die Aufweithülsen des beanstandeten Lenkers hätten an den Enden keine Fasen (abgeschrägte Kanten), während die Kanten der Aufweithülsen der bei der Fa. Kynast gefertigten Alu-Lenkerbügel an beiden Enden abgefast seien. Die Fa. Kynast könne die Frage nach der Herkunft des Lenkers nicht beantworten. Sie könne lediglich sagen, daß für Erstausstattungen in der Vergangenheit ausschließlich fremde Lenker eingesetzt worden seien, die von der Fa. HAWEG, Gebrüder Westerbarky, Gütersloh, hergestellt wurden. Aus der Sicht der Fa. Kynast könne nicht beurteilt werden, ob in diesem Fall eine Erstausstattung vorliege oder ob der Lenkerbügel nachgerüstet worden ist. Ein weiteres Gutachten des Technischen Überwachungsvereins Bayern e.V., das auf Anordnung der Staatsanwaltschaft Osnabrück eingeholt wurde, konnte nicht klären, ob die verwendeten Aufweithülsen von der Fa. Kynast verwendet wurden oder nicht. Aufgrund der Einlassung des Fa. Kynast, daß bei der Erstausstattung der Fahrräder auch Fremdlenker der Fa. HAWEG verwendet wurden und es sich bei dem Fahrrad von Herrn Dr. B um eine ältere Ausführung gehandelt hat, dessen genaues Baujahr nicht festgestellt werden konnte, regte der TÜV an, entsprechende Ermittlungen bei der Her-

stellerfirma einzuleiten. Jedenfalls könne aus technischer Sicht nicht gesagt werden, welche Firma die besagten Aufweithülsen in den Alu-Lenker eingebaut hat.

Die Fa. HAWEG hat sich dahingehend eingelassen, daß sie zwar Geschäftsbeziehungen zu der Fa. Kynast unterhalte, in den Jahren 1981, 1982 und 1983 aber keine Lenkerbügel dieser Art an die Fa. Kynast geliefert habe. Außerdem verwende die Fa. HAWEG nur angefaste Aufweithülsen.

Die Staatsanwaltschaft bei dem Landgericht Osnabrück nimmt an, daß es sich hier um einen Einzelfall handelt, da weitere Fälle nicht bekannt seien.

Alois Biebl, Rechtsanwalt (5.2.1985)

# Sind Fahrräder sicher genug?

Für die Bestimmung der Verkehrssicherheit von im Gebrauch befindlichen Fahrrädern hat das Lehr- und Forschungsgebiet Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. E. v.d. Osten-Sacken eine statistische Untersuchung im Auftrag der BASt (Bundesanstalt für Straßenwesen) von ca. 3000 Fahrrädern durchgeführt.
Hier die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchung:

| Anforderung an das Fahrrad | % Anteil der Fahrräder, die die Anforderung erfüllen |
|---|---|
| vorschriftsmäßige Lichtanlage und gut funktionierende Bremsanlage 1)2) | 22,3% |
| vorschriftsmäßig arbeitende Lichtanlage 1) | 36,5% |
| gut funktionierende Bremsanlage 2) | 52,0% |
| funktionstüchtige Vorderradbremse | 57,4% |
| funktionstüchtige Hinterradbremse | 86,1% |
| richtig eingestellter Scheinwerfer | 74,0% |
| funktionstüchtiger Scheinwerfer | 76,0% |
| funktionierende Schlußleuchte | 61,4% |
| richtig angebrachter Dynamo | 81,5% |
| ausreichend funktionstüchtiger Dynamo | 82,1% |
| gut verlegte Kabel zur Spannungsversorgung | 55,5% |
| zusätlicher rechteckiger Reflektor hinten | 23,1% |
| funktionierende Glocke | 63,1% |
| richtig montierter Abstandshalter | 8,4% |
| vorschriftsmäßige seitlich strahlende Mittel | 25,9% |
| vollständiger Pedalrückstrahler | 84,6% |
| keine vorstehende Ecken und Kanten | 88,3% |

1) Vorschriftsmäßige Lichanlage bedeutet: Der Scheinwerfer funktioniert und ist richtig eingestellt (§ 57 StVZO), ebenso die Schlußleuchte. Dazu wurde noch der Dynamo auf Funktionstüchtigkeit geprüft.
2) Eine gut funktionierende Bremsanlage bedeutet, daß beide Bremsen ausreichende Bremskräfte aufbringen können (§ 67 StVZO).

# REISERÄDER: ANFORDERUNGEN UND AUSSTATTUNG

Von Michael Drape, Gütersloh

Eine Reise mit dem Fahrrad kann man auf die unterschiedlichste Art und Weise unternehmen. Bucht man bei einem der zahlreichen Fahrradreiseunternehmen, so wird häufig das "Reisegefährt" gestellt. Sehr anspruchsvoll wird es nicht sein, denn der Reiseunternehmer möchte auch noch Geld verdienen.

Ganz etwas anderes stellt die selbstorganisierte Radreise in ferne Länder dar. Da empfielt sich in jeder Hinsicht ein für den Zweck ganz speziell konstruiertes "Reiserad". Das herkömmliche Alltagsfahrrad würde notgedrungen Schwächen zeigen, denn es wurde nicht für den Transport von ca. 20 kg Gepäck über Tagesetappen von bis zu 200 km konstruiert.

Im Anschluß an diese Vorüberlegungen sollen die wichtigsten Kriterien für ein wirkliches Reiserad genannt werden:

- Alle Teile des Fahrrads müssen so dimensioniert sein, daß sie der hohen Belastung gewachsen sind.
- Da das Reiserad auch über schwierige Gebirgsstrecken bewegt wird, sind die Sicherheitserfordernisse höher anzusetzen als beim Alltagsfahrrad. Die Bremsen dürfen auch bei langen Abfahrten nicht versagen. Der Rahmen soll vom Material und der geometrischen Auslegung her so gebaut sein, daß auch unter schwierigsten Bedingungen nie ein Gefühl der Unsicherheit auftritt.

- Die Übersetzungsverhältnisse der Schaltung sollten so ausgelegt sein, daß unter keinen Umständen geschoben werden muß; das ist allemal anstrengender als langsamstes Fahren.

- Oft bis zu 200 km im Sattel sitzen - das erfordert ein komfortables Fahrrad. Ein kurzer Rennrahmen ist viel zu hart und benötigt außerdem große Lenkkräfte auf steilen Gebirgsabfahrten.

- Falls doch einmal ein Schaden auftritt, muß eine umfassende Reparaturfreundlichkeit gegeben sein. Austauschteile sollten auch im Ausland zu beschaffen sein.

- Auch schlechte Wegstrecken dürfen kein Hindernis darstellen. Relativ breite Hochdruckreifen sollten montiert werden können. Besonders ist auf einen ausreichenden Abstand zwischen Blech und Reifen zu achten, denn sonst kann sich leicht Schlamm oder Schnee festsetzen und den Reifen blockieren.

- Das Gepäck sollte so zu befestigen sein, daß nicht die Qualitäten des Rahmens zunichte gemacht werden und die gesamte Fuhre schaukelt.

Aus den genannten Kriterien ergibt sich, daß bereits der herkömmliche Fahrradrahmen nur bedingt für eine wirkliche Fahrradreise geeignet ist, ganz zu schweigen von der Ausstattung.

## DER RAHMEN

Alle im Folgenden genannten Maße beziehen sich auf die Kreuzungspunkte der gedachten Rahmenverbindungslinien in Rohrmitte.
Abstand zwischen den Radachsen: 104 cm
Oberrohrlänge: 57 cm
Länge der Kettenstreben: 44 cm
Winkel zwischen Oberrohr und Sitzrohr: 72°
Breite zwischen den Kettenstreben auf Höhe des Reifens: 4 cm
Alle Maße sind weitgehend unabhängig von der Rahmenhöhe.

## BREMSEN UND FELGEN

Aus dem geforderten Abstand zwischen Reifen und Schutzblechen würde eine Felgenbremse mit sehr langen Schenkeln folgen. Eine solche Bremse ist aber aus Sicherheitsgründen abzulehnen. Daher besitzen gute Reiseräder angelötete Sockel zur Montage der sogenannten Cantilever-Bremsen. Trommelbremsen sind zwar bei Nässe gut, aber sie sind nicht dauerbremsfest. Außerdem sind Ersatzteile kaum zu beschaffen. Zu Felgenbremsen gehören Alufelgen. Sie sollten allerdings zur Aufnahme breiterer Reifen mindestens 22 mm breit sein. Eine möglichst hohe Felgenschulter fördert die Ableitung der bei langen Bremsstrecken auftretenden Wärme und erleichtert zudem die Einstellung der Bremsklötze. Aus den genannten Gründen erklärt sich die Verbreitung der Weinmann A 129 Konkavfelge. Sie ist außerdem unanfällig gegen ausreißende Nippellöcher.

## ÜBERSETZUNGSVERHÄLTNISSE

Gebräuchliche Tretlager-Zahnkranzkombinationen bieten keinesfalls die Übersetzungsverhältnisse, die man benötigt, um das Gepäck auch über gebirgige Strecken zu bewegen, auch wenn im Prospekt 12 Gänge ausgewiesen werden.

Bewährt haben sich folgende Kombinationen:

50/32 vorn zu 16-18-21-25-32 hinten
50/45/24 zu 14-17-21-26-34
50/38/24 zu 14-16-18-21-25-34

Die genannten Dreifachkombinationen sind extrem bergtüchtig und lassen sich im Verhältnis zur ebenfalls bergtüchtigen Zweifachkombination noch ausreichend übersichtlich schalten. Die Firmen Stronglight (Tyß 99 und 100), Sugino (Custom GT) und TA sind auf dem deutschen Markt mit entsprechenden Tretlagern vertreten, Zahnkränze nach Wahl findet man bei Maillard, Suntour und Regina u.a.

## LANGSTRECKENTAUGLICHE LAUFRÄDER

Besonders die Bestandteile der Laufräder wie Naben, Felgen und Speichen sollten qualitativ über dem Standard liegen, sonst sind ärgerliche Speichenbrüche oder verbogene Achsen unausbleiblich.

Das Hinterrad sollte eine 4-fach Kreuzung der 2 mm Nirospeichen aufweisen. Noch besser sind 2 mm Nirospeichen, die zum Speichenkopf auf 2,3 mm verdickt sind. Beim Vorderrad bringt die starre 3-fach Kreuzung eine größere Lenkgenauigkeit.

Die Radnaben sollten hochwertige Konen und Kugeln besitzen, und - noch wichtiger - die Achse sollte aus hochwertigem, gehärtetem Material bestehen. Eine zuverlässige Abdichtung gegen Feuchtigkeit ist ebenso wünschenswert. Erste Wahl sind hier die Naben Maillard 700 Helicomatic, Maxicar und Campagnolo Rekord. Naben und auch Tretlager mit gekapselten Maschinenkugellagern kollidieren häufig mit der geforderten Reparaturfreundlichkeit, besonders, wenn es sich nicht um Normlager handelt.

GEPÄCKTRÄGER

Der stabilste Rahmen nützt nichts, wenn er mit einem seitlich auslenkenden Gepäckträger kombiniert wird. Eine in dieser Hinsicht stabilisierende Triangelstrebe vom hinteren Teil des Gepäckträgers zur unteren Befestigungsöse am Rahmen ist somit ein Muß. Das Vorbild Blackburn aus den USA wird mittlerweile von ESGE mit dem Safari III und Vetta zu günstigerem Preis annähernd in der Seitenstabilität erreicht. Zu achten ist auf eine zweifache Verschraubung an den Sattelstreben oder an einer Pletscherplatte, die der Befestigung am Bremssteg überlegen ist. Leider gibt es zur Zeit keinen entsprechenden Stahlträger, der dann, da schweißbar, reparaturfreundlicher als ein Alu-Träger wäre.

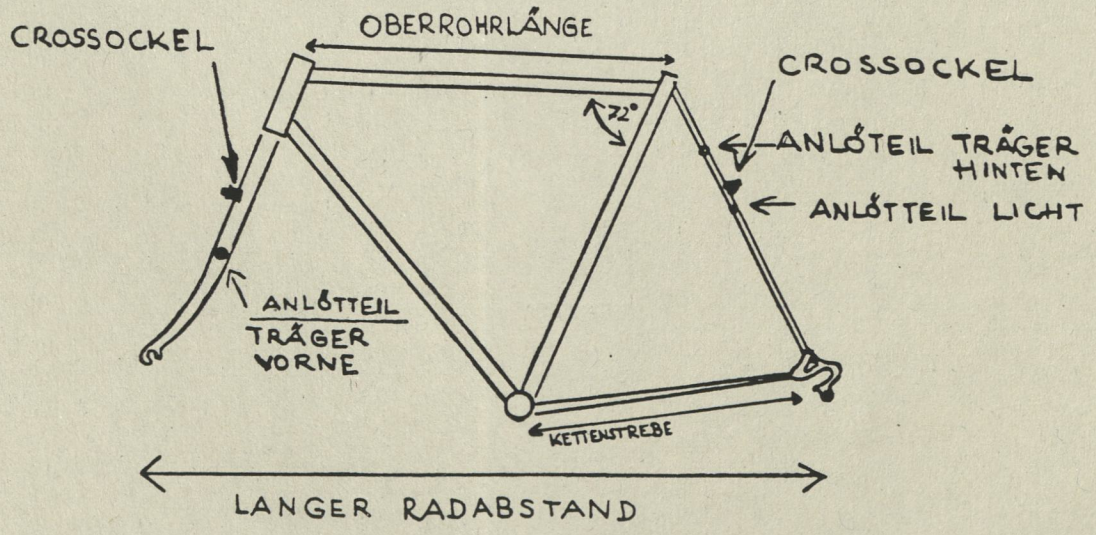
Vorn hat sich eine möglichst tiefe Anbringung des Gepäcks bewährt (Low Rider), die dem Geradeauslauf und der Lenkbarkeit zugute kommt (Blackburn und Vetta). Entsprechende Anlötgewinde an der Gabel sind der Befestigung mittels Schellen vorzuziehen, wenngleich auch dies möglich ist.

REISERÄDER FÜR FRAUEN

Es hat sich inzwischen herumgesprochen, daß auch der stabilste Mixed-Rahmen nie die Qualitäten des Diamantrahmens erreichen kann. So fahren immer mehr wirklich fahrradbewußte Frauen auf Herrenrahmen durch die Lande.

Einige Dinge sind jedoch zu beachten. Da Frauen in aller Regel einen im Verhältnis zur Beinlänge längeren Oberschenkelknochen besitzen, muß für eine entsprechende Anpassung gesorgt werden. Läßt Frau den Rahmen bei einem Rahmenbauer speziell auf ihre Bedürfnisse anfertigen, so sollte der Winkel zwischen Oberrohr und Sattelrohr mit 70° gewählt werden, um den horizontalen Abstand zwischen Sattel und Tretlager zu vergrößern. Das wäre die optimalste Lösung. Frau kann sich im Notfall aber auch mit einer im weiten Bereich nach hinten verstellbaren sogenannten Mountain-Bike Sattelstütze behelfen. Wird ein Rennlenker gewählt, der besonders bei Gegenwind vorteilhaft ist und außerdem unterschiedlichste, die empfindlichen Handgelenke entlastende Griffpositionen erlaubt, so haben sich besonders für kleine Hände die Weinmann Kinderrennbremsgriffe bewährt.

Abschließen sei bemerkt, daß es auch einen gangbaren Weg darstellt, wenn Mann und Frau einen geeigneten Durchschnittsrahmen mit entsprechendem Zubehör optimieren.

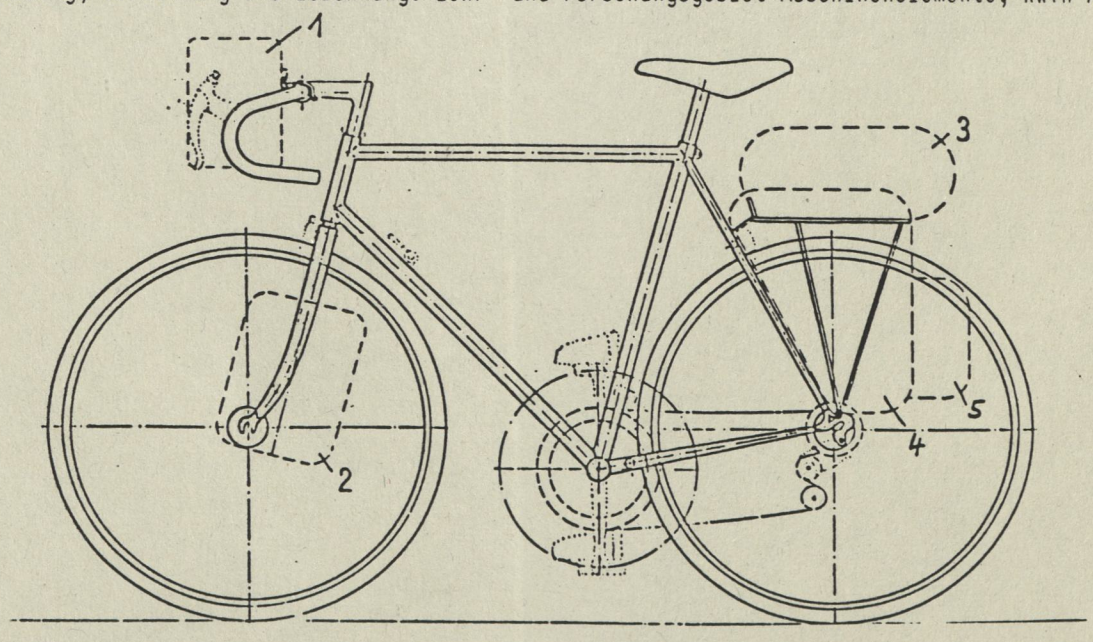


# GEPÄCKLISTE

für eine 14-tägige Fahrradtour innerhalb Westeuropas

| Herbst/Winter/Frühjahr | | | Sommer |
|---|---|---|---|
| **Transport/Schlafen** | Gewicht g | Unterbringung | Differenzgewicht |
| 50 l - Fahrradtaschen hinten oder | 1300 | 4 | |
| 25 l - Fahrradtaschen vorne und Packsack | | 2 + 3 | |
| 10 l - Lenkertasche m. Haltebügel | 550 | 1 | |
| Regenschutz für Taschen | 200 | 2 / 4 | |
| Schlafsack (Wintersack bis -15C°) | 2500 | 3 / 4 | - 1000 |
| Liegematte | 300 | 3 | |
| Zelt (wintertauglich) | 3800 | 3 / 4 | - 2000 |
| Zeltstangen und Plane | 1050 | 3 | |
| Wassersack | 250 | 2 / 4 | |
| Lampe | 200 | 2 / 4 | |
| | 10150 | | 7150 |
| **Kleidung** | | | |
| Ersatzwäsche (Winter) | 1450 | 2 / 4 | - 500 |
| Turnschuhe | 750 | 2 / 4 | |
| Pullover | 600 | 2 / 4 | - 600 |
| Mütze und Handschuhe | 200 | 1 | - 200 |
| Regenzeug (Anorak, Hose, Schuhüberzeug, Poncho) | 1600 | 1 | - 550 |
| | 4600 | | 2750 |
| **Ersatzteile/Werkzeug etc** | | | |
| Ersatzschläuche, Schlauchreifen | 650 | 5 | |
| Flickzeug, Werkzeug, Ersatzzüge | 500 | 5 | |
| Karten | 400 | 1 | |
| Buch, Schreibzeug | 350 | 1 | |
| | 1900 | | |
| Summe: | 16650 g | | 11800 g |

Die Gewichtsangaben sind als Anhaltspunkt zu verstehen. Das Gewicht der persönlichen Ausrüstung ist davon abhängig, welche Komfortansprüche der Fahrer stellt und wieviel Geld er für eine Leichtausrüstung auszugeben bereit ist.
Es wird vorausgesetzt, daß mindestens zwei Fahrer an der Fahrt teilnehmen und der andere Fahrer an Stelle des Zeltes Kocher, Kochgeschirr und Lebensmittel transportiert.
Zu den angegebenen Gewichten müssen noch zirka 1000 - 3000 g für Wasser und Proviant gerechnet werden.
(Aufstellung, Berechnung und Zeichnung: Lehr- und Forschungsgebiet Maschinenelemente, RWTH Aachen)



# 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, 43 Seiten.

**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, 5., überarb. Aufl. 1987, 6. Auflage 1989, 42 Seiten.

**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, 44 Seiten.

**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, 44 Seiten.

**Heft 5: Fahrradtechnik I**
Auslegung von Kettenschaltungen. Messung von Fahrwiderständen. Wirkungsgrad im Fahrradantrieb. Test: Leitra. 1. Aufl. März 1986, 2. Auflage 1987, 44 Seiten.

**Heft 6: Fahrradechnik II**
Beleuchtung. Auslegung der Kettenschaltung. Wartung und Verlegung von Seilzügen. Test: Fahrrad-Rollstuhl, Veloschlösser. 1. Auflage 1986, 46 Seiten.

**Heft 7: Neue Fahrräder I**
IFMA-Bilanz 1986. Neue Fahrrad-Technik. Hydraulik-, Monolever-Bremsen. Test: Reiserad. Fahrwiderstände. Hybrid-Laufräder. 5-Gang-Nabenschaltung. 1. Aufl. 1986, 38 Seiten.

**Heft 8: Neue Fahrräder II**
Marktübersicht '87. Fahrberichte/Tests. Fahrrad-Lichtmaschinen. 1. Aufl. 1987, 44 Seiten.

**Heft 9: Fahrradsicherheit**
Haftung bei Unfällen. Bauformen Muskelfahrzeuge. Anpassung an den Menschen. Fahrradwegweisung. 1. Aufl. 1987, 40 Seiten.

**Heft 10: Fahrradzukunft**
Fahrradkultur. Leichtfahrzeuge. Radwege. 1. Aufl. 1987, 48 Seiten.

**Heft 11: Neue Fahrrad-Komponenten**
5-Gang-Bremsnabe. Neue Bremsen. Beleuchtung. Leichtlauf. Radwegebau. Fahrrad-Image '87. 1. Aufl. 1987, 40 Seiten.

**Heft 12: Erfahrungen mit Fahrrädern III**
Mountain-Bikes: Reiserad, Stadtrad, Schaltung, Praxistest. 5-Gang-Nabe. Fahrradkauf. Reisetandem. Schwingungskomfort an Fahrrädern. 1. Aufl. 1988, 44 Seiten.

**Heft 13: Fahrrad-Tests I**
Fahrtests. Sicherheitsmängel. Gefährliche Lenkerbügel. Radverkehrsplanung. 1. Aufl. 1988, 44 Seiten.

**Heft 14: Fahrradtechnik III**
Bremsentest. Technik und Entwicklung der Kettenschaltung. Großstadtverkehr. Fahrrad-Anhänger. Hydraulik-Bremse. 1. Aufl. 1988, 40 Seiten.

**Heft 15: Fahrradzukunft II**
IFMA-Rundgang 1988. Neue DIN-Sicherheitsvorschriften. Konstruktive Gestaltung von Liegerädern. 1. Aufl. 1988, 40 Seiten.

**Heft 16: Fahrradtechnik IV**
Mountain-Bike-Test. STS-Power-Pedal. Liegeräder. Radiale Einspeichung. Praxistips. 1. Aufl. 1989, 40 Seiten.

**Heft 17: Fahrradtechnik V**
Qualitäts- und Sicherheitsdefizite bei Alltagsfahrrädern. Tests: Bremer Stadt-ATB; Reisetandem Follis; Speichendynamo G-S 2000. Ergonomie bei Fahrradschaltungen. 1. Aufl. Juni 1989, 40 Seiten.

Einzelpreis 6 DM zuzüglich 1 DM Porto. Bei Vorauszahlung portofrei. Abo 20 DM für 4 Hefte.
PRO VELO-Verlag, Am Broicher Weg 2, 4053 Jüchen. Postgiro Essen 16909-431 (BLZ 360 100 43)
Stand: Juni 1989