

14.

The J-Wheel

Streamline Pioneer Paul Jaray's Recumbent

Hans-Erhard Lessing

While the recumbent position for the cyclist was proposed rather early on, production models have been rare in the past. However, the J-Wheel, the brainchild of Zeppelin engineer Paul Jaray, was marketed quite successfully in Germany, Switzerland, and especially the Netherlands, from 1921 on. New insights gleaned from the estate of Jaray, housed at the University Library of ETH Zurich are presented, as well as scarce information on a liability lawsuit against the manufacturer, Hesperus-Werke GmbH in Stuttgart, that brought an end to the J-Wheel and eventually to the company.¹

When Paul Jaray died in Switzerland in 1974, he was already famous as the foremost streamline designer on the continent—at least regarding road vehicles. As early as 1920, he had begun to encase automobiles with streamlined bodies and went farther in that than others a decade later. Fortunately his archives were collected by the library of the Eidgenössische Technische Hochschule in Zurich, whose former director of collections came out with the first biographical review² when the inventory of the estate was made. Moreover, there is a monograph on his automobile design work.³ However this ignores his recumbent bicycle called the J-Wheel and a complete monograph on Jaray is still lacking. Fig. 14.1 shows landmarks of his design achievements.

Born in 1889 in Vienna as the fifth child of a Jewish merchant, Paul Jaray wanted to become an artist, but was tricked into studying engineering by his mother (parents today would love to know that trick). When Blériot demonstrated his aeroplane in Vienna, Paul was hooked on aviation, became a designer for an aeroplane manufacturer in Vienna and wrote

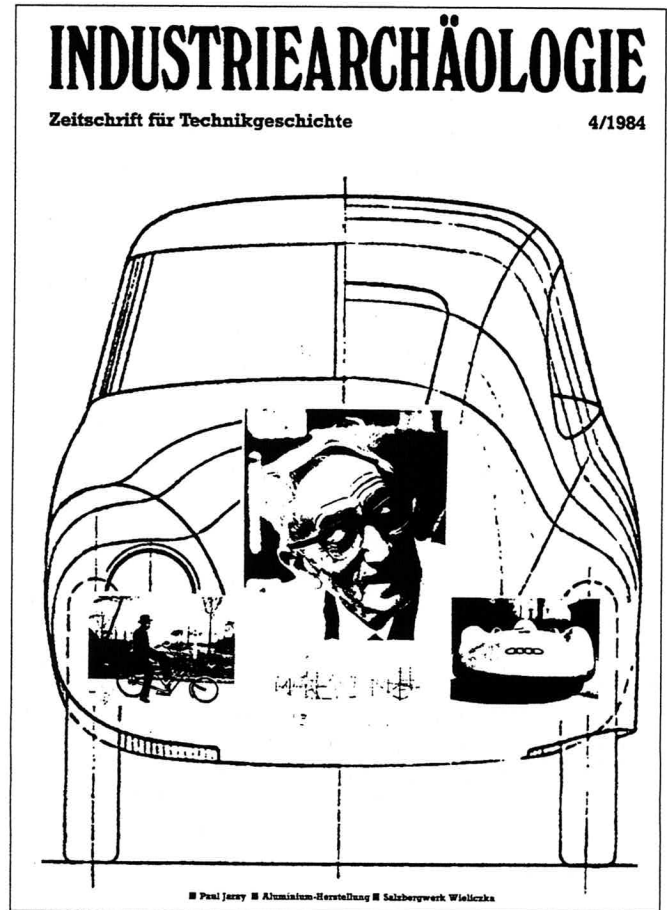
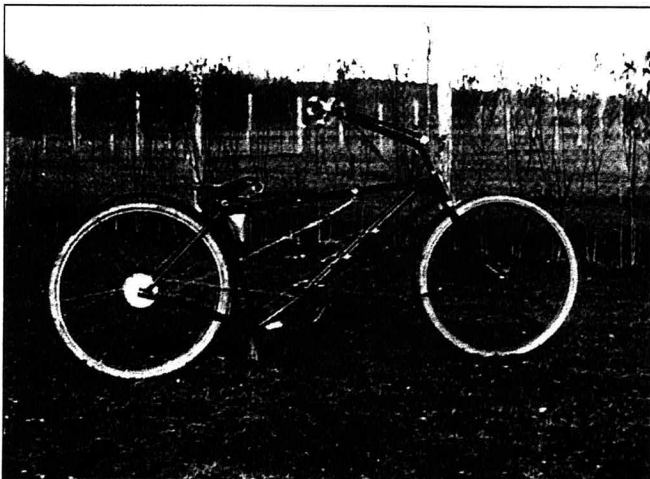
several articles. After an interlude at the Technical College in Prague, he applied for his first aeroplane patent for a model with self-sustaining wings and became chief designer for a German manufacturer of seaplanes on the Lake of Constance. Having designed three types of these planes, he then joined the nearby Zeppelin airship company at the beginning of World War I. In 1917 he had converted to catholicism. The Treaty of Versailles restricted airship building in Germany, but Jaray served as a consultant to the British government, until the disastrous fire of R 101 in 1930 brought the British airship program to an end. From 1923, Jaray ran a consulting company in Zurich that supplied streamlined designs, e.g. for German pre-war limousines and racing cars. Interestingly, an important rationale behind streamlining was to avoid swirling dust from the roads of those days.

Jaray's First Two Prototypes

In the context of this type of work, Jaray's ideas on cycles might seem unimportant and there are no personal records of Jaray on his recumbent in the estate, but we have recollections on the J-Wheel by a Swiss engineer named Schroeder in a trade magazine⁴ of 1975. According to him Jaray started thinking about bicycle ergonomics when his two children learned to cycle. His photo album in the estate shows two photos taken in the backyard of his home in the Zeppelin settlement of Friedrichshafen and identified "first J-Wheel 1920" (Fig. 14.2a). It resembled a prolonged diamond-frame bicycle, still with both wheels of 26" diameter, but with levers hinged by the steering head in the manner of McCall's velocipede of 1869. To their ends steel ropes were connected, slung around drums on both sides of the back wheel and ending in return springs fastened to the top tube. The levers could be pushed independently, e.g. forward in unison.

In the same year, prototype No. 2 must have been designed (Fig. 14.2b). Newspaper clippings report that this machine had already covered 2,200 kilometers and was to go into production in Stuttgart, the capital. Reportedly, Mr. Vetter, director of Hesperus-Werke GmbH there, had decided to produce the "J-Rad" under licence. The name was based on Jaray's initial.

All we know about Hesperus-Werke comes from the 1921 city directory. It was a specialist manufacturer of gas welding machines and systems, and later of the J-Wheel. The company was a subsidiary of Lufft, the barometer manufacturer which still exists today, but there are no archival materials relating to it. The newspaper report continued:



Above: Fig. 14.1. Portrait and design landmarks of Paul Jaray (1889–1974); among them, the J-Wheel (with young Jaray smoking a cigarette).

Below left: Fig. 14.2a. First prototype by Paul Jaray, 1920 (Courtesy ETH library).

Below right: Fig. 14.2b. Second prototype, probably ridden by Jaray's first wife, Olga, ca. 1921 (courtesy ETH library).



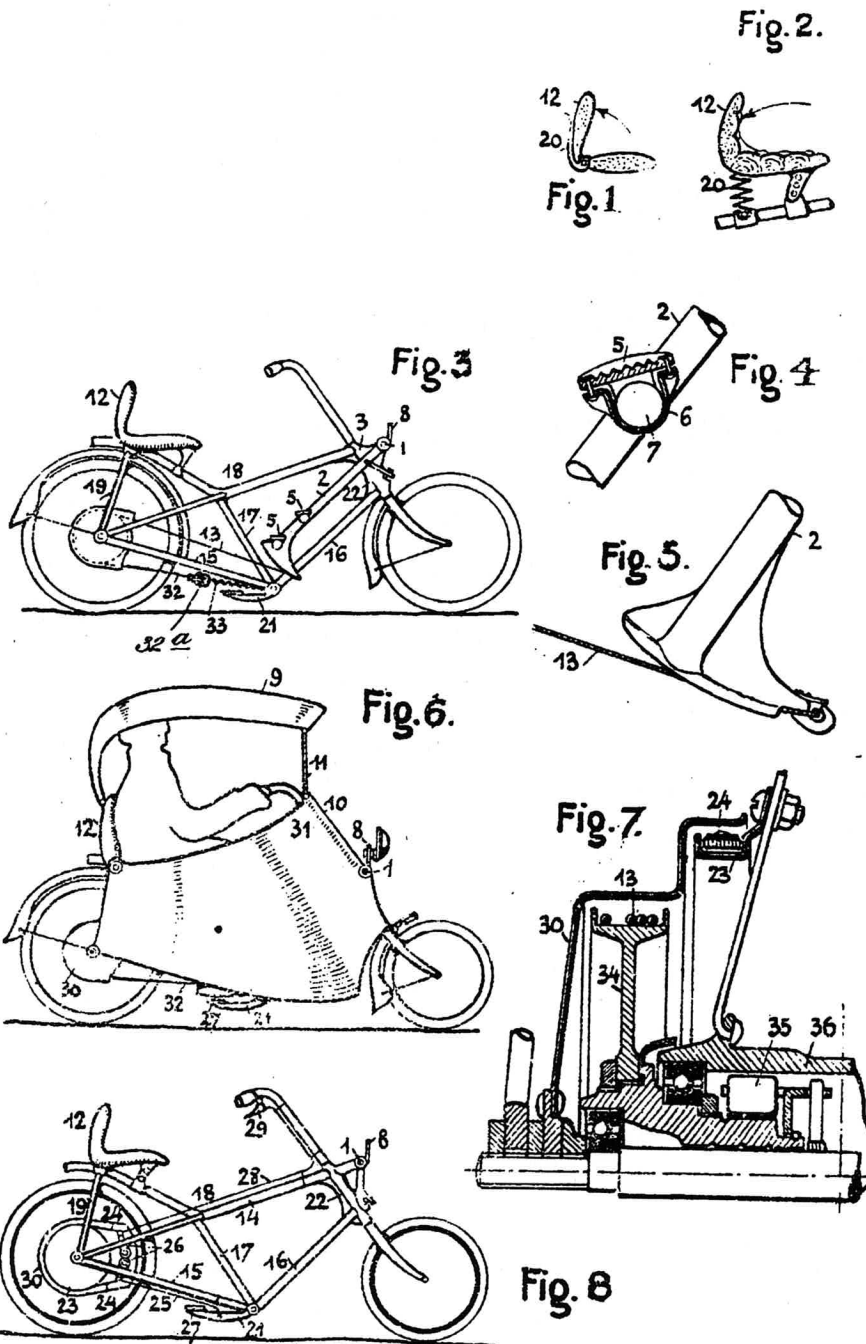
It was a happy coincidence, that a cyclist came along pushing his cycle uphill. Now there was a merry competition. The cyclist, a massive and strong man, mounted his ma-

chine, stomped into the pedals, and panted up Feuerbacher Strasse. Mr. Jaray, by the way a slight small man, gave him a lead of several fifty metres, calmly sat on

186,948 COMPLETE SPECIFICATION

1 SHEET

[This Drawing is a reproduction of the Original on a reduced scale.]



Majbw & Sons, Photo-Litho

Fig. 14.3. Illustrations of the British patent.

his wheel and rode straight uphill, overtook the cyclist rather quickly and easily reached the summit, while the cyclist had to give up at the last grade, shattered and out of breath, if he wanted or not. The levers would be pushed more calmly, yet more firmly due to the back rest, than the standard crankset and the three footrests would mean transmission ratios of 66:100:136 (although gears are not changed really). A marked difference is visible on the levers that are now force-coupled by another rope via an encased horizontal pulley at the lowest point of the frame: if one is pushed forward, the other one comes back. Fastened there is also a two-sided foot lever to actuate a hand brake slung around one of the back-wheel drums.

Jaray applied for a British patent on April 1921 that was granted (Fig. 14.3), the weather protection having not gone into production. He also obtained a French brevet and a Dutch patent, whereas in Germany he apparently was not granted a patent but did secure several registered designs.

First Hesperus J-Rad

The production J-Wheel looked very similar to prototype No. 2. The Jaray estate contains blueprints by Hesperus of a back-wheel hub, a kind of bidirectional self-acting free-wheel, dated October 1921. The problem to solve was how to push the J-Wheel backwards without the back wheel locking due to the limited travel of the levers (similar to the standard bicycle, when the left crank engages with the kickstand). We can conclude from letters of recommendation from satisfied customers starting in September 1921 that production started in the second half of 1921. Schroeder recollects: “The wheel weighed 20 kilograms, of which 4 kilograms are contributed by the saddle with tiny backrest, stuffed with sea grass, that cannot be praised enough.”

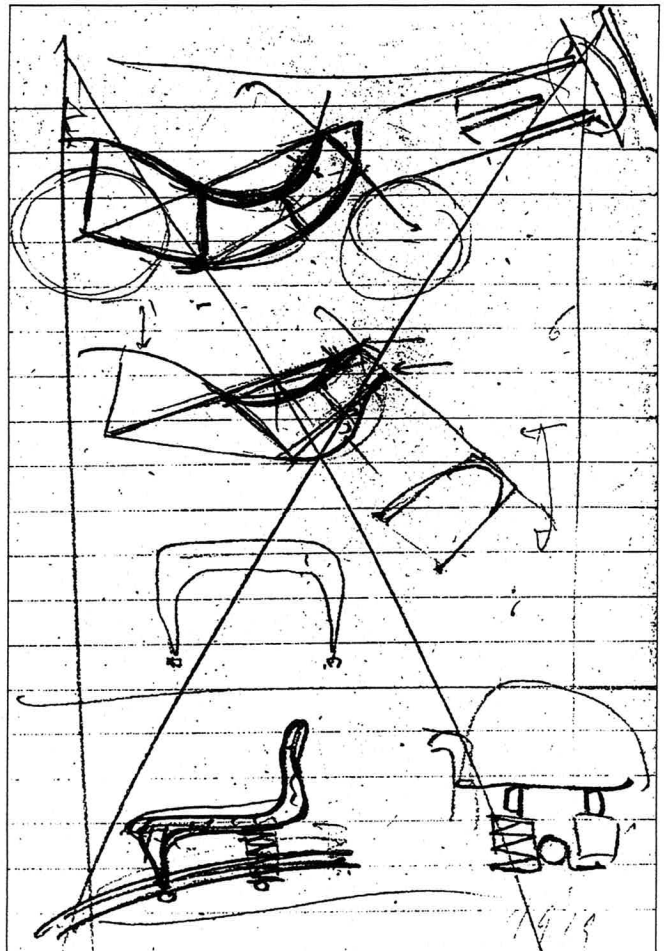
The brakes were now of the standard caliper type, there was a choice between acetylene lamp or dynamo set, as well as between two luggage-carriers and a child-carrier. Pricing information is revealed in a form letter dated 1923, when the company had started to sell directly to consumers—there was galloping inflation in Germany: 70 Dollars for the consumer, 53 for the dealer (a 25% mark-up). There are two known versions of the German specification sheet, one with the logo devised by Jaray himself and one with a more shaky logo designed by an advertiser hired by the company. 1924 was the date of the only British mention I know—in the *CTC Gazette*⁵ containing

mostly mockery on what was apparently an ill-translated specification sheet.

The target group obviously was the middle class, willing to pay an extra amount for convenient sitting and handling. Praised features of the J-Wheel were:

- almost constant leverage in contrast to cranks;
- more thrust due to back rest;
- more use of the gluteus, slower motion of feet;
- better physiological efficiency, agreeable rest for feet side by side;
- slopes manageable up to 20% instead of 10% conventionally;
- feet flat on the ground when stopping;

Fig. 14.4. Page from Jaray's notebook (Courtesy ETH library).



- less air resistance and lower center of gravity;
- clean clothing due to greaseless ropes;
- no injury of ankles due to non-moving levers when pushing.

The letters of recommendation used in advertising came from physicians, teachers, civil servants, lawyers, and parsons. This was not necessarily the target group of German bicycle dealers, who had traditionally been recruited from the bicycle-racing fraternity. To please German race-infected dealerships, the company had hired a professional racer to perform some feats like the 515 kilometres from Stuttgart to the Lipsian Fair within 3 days, or across the Alps to Rome. The reason was, of course, that after World War I, the bicycle sector had become a buyers' market with the dealers being the people whose personal interests determined what would be produced and sold by the manufacturers and what not. However, the J-Wheel was the citizen's delight, especially in hilly Stuttgart, situated in a basin-shaped valley. I haven't ridden a J-Wheel myself, but it definitely was the hill climber's machine.

The more positive Dutch response came as no surprise after the J.Rijwiel (as it was called there) was presented at the RAI bicycle and motor trade fair in Amsterdam in 1922, because the Dutch dealership traditionally has cared more for users' convenience than for pseudo-racing aspects. The importer, the Utrecht-based Fop Jonker & Co, marketed a version with only two pairs of footrests (it would be

interesting to check if these Dutch models had larger drums on the back wheel for a higher gear).

Criticism of the J-Wheel came mostly from individuals obliged to the dealership, not from actual users of the machine. Richard Steiff, from the company better known as the manufacturer of Teddy Bears and other stuffed animal toys, sent a trade magazine a table showing presumably exact percentages as to where the energy would be wasted on the J-Wheel. It is assumed that he made up the figures himself with no research institute having measured the figures (his company has manufactured the "Alligator" brand of bicycle tire "patent valves" ever since). Jaray replied with an article⁶ in the same trade magazine (Fig. 14.4). Yet his diagrams on force versus foot travel also look more theoretical than realistic. This should not detract from his many correct conclusions on a sound engineering basis that cannot be repeated here in detail and could be disproved only by precise measurements.

More reliable appear to be the comparative measurements by a Dr. Gmelin, a physician, who published these in a popular German science magazine.⁷ He compared a diamond-frame bicycle with a 4-speed Fichtel & Sachs hub to a J-Wheel, the latter being 6 kilograms heavier. On a 6 to 7% slope of 1,500 metres, he measured a heart rate of 100 RPM on the conventional bicycle, but only 88 RPM on the J-Wheel. Subsequently, on a steeper 700-metres section with a 10–12% slope, the conventional bicycle had to be dismantled at 118 RPM, while the J-Wheel made it at 108 RPM.



Fig. 14.5b. Hesperus "Family Wheel" (Courtesy Gunnar Fehlau).

Jaray's Prototype No. 3

Jaray's article also contains the drawing and a photograph of what appears to be prototype No. 3 (see Fig. 14.4). The main features are the lack of force-coupling the levers plus a foot-actuated band brake on the back wheel and a rubber-block brake to the front wheel. The original drawing in the estate papers carries the year 1921. Thus it was apparently conceived when the J-Wheel was already in production. Was it a discarded alternative to prototype No. 2 with its force-coupled treadles that did not go into production? The German collector Peter Scherber claims to have seen such a machine in a European collection, but does not recall where that was. The exact role of this prototype remains obscure.

Second Hesperus J-Rad

By the end of 1923, Hesperus GmbH had begun to sell machines directly to the customer as already mentioned. A Dutch advertisement of 1924 announces a sale at half this price: 100 guilders per machine. Moreover, it mentions a version with a semi-curved frame at 105 guilders. An example of the latter machine with child-carrier can be found in John Pinkerton's collection (Fig. 14.5a). It was not called a lady's machine, but a "family wheel" and could be a Jaray design, since a sketchbook in his estate contains such a scribble (Fig. 14.5b). Whatever the success of these machines, it was not long before advertisements in Germany show that Hesperus had taken up the production of standard bicycles in place of the J-Wheel. What were the reasons for this?

A curriculum vitae from Jaray's hand contains the entry: "Other designs in the field of transportation, among others the J-Wheel that was built in many

thousand copies and proved to be worthwhile, especially in the Netherlands, but the manufacture had ceased in 1923 due to foolish economy measures (purchasing of low-quality raw materials)." This is complemented by a personal communication from Professor Herbert Sprenger, a long-time friend of Jaray's. According to him, there was a fatal accident due to a breakdown of the machine. In the lawsuit, Jaray was heard as a witness, but being merely the licensor he could state that his plans carried the prescription: "materials according to the state of the art." This lawsuit (which left no traces in the trade journals) apparently meant the end of the Hesperus company, which disappeared from the Stuttgart trade directory.

The Bottom Line

While some may argue that if something hasn't survived until today, it must have proved not worthwhile, there is more to it. The bicycle sector, having been a buyer's market, cannot be compared to the automobile sector. For the German bike-racer dominated dealership, it is easy to suppress any innovation by simply not ordering it and thus preventing the cycling public from ever testing a product. In the case of the J-Wheel, a mishap appears to have brought a modest success to an end. The convenient low-rider position, first in production with the Peugeot machine of 1914, apparently found no support among the German dealership. Interestingly, it migrated to the motorcycle, e.g. the German MEGOLA of 1921 and other machines. Perhaps, with the threat of insidious impotence to male cyclists on conventional bicycle saddles, as recently proclaimed by Boston urologist Irwin Goldstein,⁸ the low-rider position will get another chance in the near future.

Bibliography

1. A more detailed German version of the paper plus bibliography is:
Hans-Erhard Lessing, "Paul Jaray—Vom Zeppelin zum J-Rad," in: V. Briese et al. (eds.), *Wegbereiter des Fahrrads* (Beiträge der 2. Fahrradhistorischen Tagung Bielefeld), Bielefelder Verlagsanstalt, 1997 (where no source is mentioned, it is the Jaray estate Hs 1144 of Wissenschaftliche Sammlungen at ETH library, Zurich).
2. Beat Glaus, "Paul Jaray—Aerodynamiker, Konstrukteur, Erfinder (1889–1974)." *Industriearchäologie* (Schweiz) 8 (1984) Nr. 4, pp. 2–8.
3. Hanspeter Bröhl, *Paul Jaray. Stromlinienpionier—Von der Kastenform zur Stromlinienform*, Bern 1978.
4. Rudolf Schröder, "Erinnerungen an das J-Rad," *FMG-Fachblatt* (Switzerland) 13.2.1975, pp. 61–62.

5. N.N., "The J-Wheel. A German Bicycle With a Variable Lever Drive," *The C.T.C. Gazette*, May 1942, p. 147.
6. Paul Jaray, "Das "J"-Rad," *Das Fahrzeug* (Eisenach) Nr.1153 of 27. May 1922 (untraceable in German libraries).
7. A. Gmelin, "Wie bewähren sich Neuheiten im Fahrradbau?," *Umschau* 1922, pp. 234-235.
8. Joe Kita, "The Unseen Danger," *Bicycling*, August 1997, pp. 68-73.

Appendix:
Jaray's hard-to-find paper showing prototype Nr. 3 (Courtesy of ETH library).

Sonderdruck aus Nr. 1153 vom 27. Mai 1922 der Fachzeitschrift „Das Fahrzeug“ Eisenach.

Das „J“-Rad

von Oberingenieur P. Jaray-Friedrichshafen.

Sich mehrende Anfragen nach dem Wesen des J-Rades, Unklarheiten selbst in Fachkreisen über seine Wirkungsweise und seine Vorzüge gegenüber dem gewöhnlichen Fahrrad, machen es nötig, diese Fragen eingehender zu erörtern.

Die Widerstände, die durch den menschlichen Motor beim Radfahren überwunden werden müssen, setzen sich zusammen aus dem Widerstand der Luft, der Bahnsteigung und der Radreibung. Unter Zugrundelegung von Zahlenwerten, welche teils früher veröffentlicht, teils durch eigene Versuche gewonnen wurden, ist in folgendem der Zusammenhang zwischen Steigung und Güte der Bahn, Fahrtgeschwindigkeit, Wind und Leistungsbedarf aufgestellt, um einen Ueberblick über die gegenseitige Beeinflussung dieser Faktoren zu gewinnen. Die Kurventafel I (Abb. 1) gestattet ein einfaches Ablesen des gesuchten Wertes jeder der fünf Größen, wenn die übrigen vier gegeben sind.

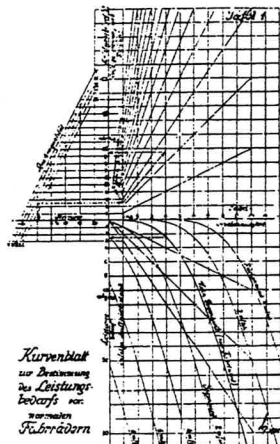


Abb. 1. Kurventafel I.

Eine Erläuterung hierzu gibt das nachstehende Beispiel: Welcher Leistungsaufwand ist für eine Geschwindigkeit von 14,4 km/Std., d. s. 4 m/sek., auf guter Landstraße erforderlich, wenn diese 2,5 Prozent Steigung besitzt und völlige Windstille herrscht. Man fahre vom Punkt „2,5 Prozent Steigung“ aufwärts bis zur Geraden für „Straßenqualität II“; von dem aufgefundenen Punkt nach rechts bis zur Vertikalen, welche einer Fahrtgeschwindigkeit von 1 m/sek. entspricht; dann die schräg ansteigende Linie aufwärts bis „4 m/sek. Fahrtgeschwindigkeit“. Der so ermittelte Schnittpunkt nach links hinüber genommen, zeigt an, daß in vorliegendem Falle infolge Steigung und Reibung, erzeugt durch Straßenqualität und Fahrtgeschwindigkeit 9,5 mkg/sek. vom Fahrer zu leisten sind. Hierzu kommt aber noch die Ueberwindung des Luftwiderstands. Es war angenommen, daß kein Gegenwind, aber auch kein Rückenwind herrschen soll; der Wind hat also die Geschwindigkeit des Fahrers, d. i. 4 m/sek. Man fahre von dem Punkt, welcher auf der Kurve für 4 m/sek. Windgeschwindigkeit liegt und gleichzeitig einer Fahrtgeschwindigkeit von 4 m/sek. entspricht, nach links und findet so einen Leistungsbedarf von 2,5 mkg/sek. Der gesamte Leistungsbedarf im vorliegenden Beispiel beträgt demnach $9,5 + 2,5 = 12$ mkg/sek. In analoger Weise lassen sich für beliebige Verhältnisse die entsprechenden Werte festlegen und daher auch die für eine bestimmte Grenzleistung des Menschen maßgebenden Faktoren, wobei deutlich zu erkennen ist, daß auch die Ueberwindung

großer Widerstände, Berge, Wind, schlechte Straßen möglich wird, wenn diese Grenzleistung auch bei ganz geringen Fahrtgeschwindigkeiten zur Verfügung gestellt werden kann. Inwieweit dies das gewöhnliche Fahrrad gestattet, geht aus folgender Ueberlegung hervor:

Die Uebertragung der menschlichen Kraft erfolgt beim heutigen Fahrrad durch Kurbeltrieb, Kettenräder und Kette oder durch Kegelhäder mit Zwischenwelle auf das Hinterrad. Es ist bekannt, daß selbst bei konstanter Antriebskraft die am Umfang des Kurbelkreises wirkenden Drehkräfte während einer Umdrehung der Kurbel einen ungleichförmigen Verlauf aufweisen und zwar stellt die Linie der Drehkräfte, dargestellt über dem abgewickelten Kurbelkreis eine sinusförmige Kurve dar, deren Nullpunkte (Totpunkte) durch die Stellungen gekennzeichnet sind, bei welchen die Richtung der Kraft durch die Drehachse der Kurbel geht. Es lassen sich nun bei der von Menschenkraft getriebenen Kurbel die Richtung und die Größe der in jedem Punkt auf die Kurbel wirkenden Kräfte nicht ohne weiteres genau bestimmen. Sie hängen beim Fahrrad davon ab, welche Stellung der Fahrer während des Treten einnimmt, wie er sie dabei verändert, welche Maßnahmen er beim Fahren verwendet (z. B. Ziehen an der Lenkstange), um seiner Ansicht nach die günstigste Leistungsausnutzung zu erreichen. In der Hauptsache kann man aber drei Fälle unterscheiden, die in ihren Kombinationen alle übrigen vereinigen.

Fall a. Normales Treten, wobei die Kraft Richtung des Fußes etwa mit der Unterschenkelrichtung zusammenfällt; die Kraftgröße ist gering, sie wächst mit zunehmender Streckung des Beines.

Fall b. Unterstützung der Fußkraft durch gleichzeitiges Ziehen mit den Armen an der Lenkstange, Kraftrichtung wie bei a, Kraft größer als bei a.

Fall c. Anheben vom Sattel, Kraftrichtung ausgesprochen vertikal, Kraft gleich dem Gewicht des Fahrers.

Bei genauer Untersuchung dieser drei Grenzfälle ergeben sich wohl äußerlich verschiedenartig erscheinende Kurven der Drehkräfte über dem abgewickelten Kurbelkreis; sie sind aber alle Sinuskurven, und es zeigt sich, daß zwischen der Maximaldrehkraft und der die Leistung bestimmenden Mittelkraft eine große Differenz besteht. (Vergl. Kurventafel II, Abb. 2.) Aus dem allgemeinen Maschinenbau her ist es

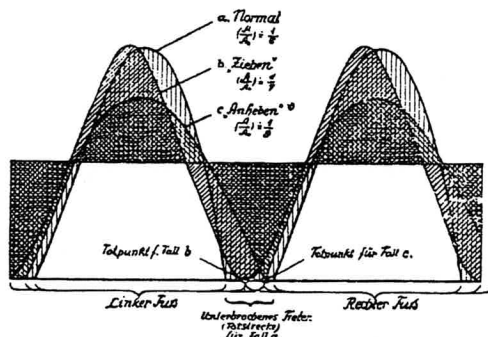


Abb. 2. Kurventafel II.

bekannt, diese hierbei entstehenden Arbeitsüberschüßflächen durch das Schwungmoment der umlaufenden Teile der betreffenden Maschinen ausgleichen zu lassen, so daß sich am Umfang des Antriebsrades keine allzugroßen Geschwindigkeitsunterschiede ergeben. Da aber

diese ausgleichenden Arbeitsflächen beim Fahrrad im Verhältnis zur Gesamtarbeit sehr groß sind, so wird es nur bei ziemlich hoher Geschwindigkeit des an sich leichten Fahrrades möglich sein, einen guten Gleichförmigkeitsgrad zu erzielen; und gerade für jene Fälle, wo es darauf ankommt, möglichst das letzte aus dem Fahrrad herauszuholen, nämlich beim Ueberwinden von großen Widerständen, wird infolge des schlechten Gleichförmigkeitsgrades die vom Menschen zur Verfügung gestellte Leistung in einer Beschleunigungsperiode zur Ueberwindung der Widerstände nicht mehr ausreichen und das Rad, wie es bekannt ist, beim darauffolgenden Totpunkt den weiteren Dienst verweigern. Ausführliche Versuche und daran anschließende Berechnungen zur Reduktion der erhaltenen Werte auf bestimmte Leistungen und Geschwindigkeiten ergaben das folgende Bild:

| Weg- und Windverhältnisse | Vorzügl. Straße | | Gute Straße | | Mittlere Straße | | Schlechte Straße | |
|---|----------------------------|----------------------|-------------|------------|--------------------|--------------------|------------------|----------------|
| | horizontal, kein Gegenwind | fest, kein Gegenwind | 4° Steigl. | 5° Steigl. | 2 m sek. Gegenwind | 4 m sek. Gegenwind | 12,5° Steigl. | Kein Gegenwind |
| Fahrtgeschwindigkeit (m sek) | 6 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Leistung (mkg sek) | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 15 | 15 |
| Übersetzung | 1:5,5 | 1:5 | 1:4,5 | 1:5,5 | 1:4,5 | 1:5,5 | 1:4,5 | 1:5,5 |
| Ungleichförmigkeitsgrad | 1:260 | 1:90 | 1:12 | 1:10 | 1:1,5 | 1:1,4 | 1:1,2 | 1:1,1 |
| Größe Umlanggeschwindigkeit des Hinterrades (m sek) | 6,011 | 4,023 | 2,085 | 2,100 | 1,34 | 1,36 | 1,42 | 1,46 |
| Kleinste | 5,989 | 3,977 | 1,915 | 1,900 | 1,66 | 0,64 | 0,58 | 0,54 |

Während demnach das heutige Fahrrad bei Geschwindigkeiten bis zu 4 m sek. herunter noch ganz gute Gleichförmigkeitsgrade aufweist, wird die Geschwindigkeitsschwankung am Hinterrad mit langsamer werdender Bewegung des Fahrrades immer größer und erreicht beispielsweise bei einer Durchschnittsleistung von 1,5 PS und einer mittleren Fahrtgeschwindigkeit von 1 m sek., also bei größeren Widerständen fast den Wert der Geschwindigkeit selbst. Das bedeutet für die Beschleunigungsperiode einen Mehraufwand an Leistung von über 5 mkg sek., so daß man dabei nicht 15, sondern über 20 mkg/sek. und zwar in Intervallen von 2,5 bis 3 Sekunden während etwa halbsolanger Zeit aufzubringen hat. Aber auch schon bei geringerem Leistungsaufwand, bei 19 mkg sek., und bei höherer Geschwindigkeit, bei 2 m sek. ist der Mehrbedarf an Leistung in der Beschleunigungsperiode sehr erheblich, er beträgt auch hier fast 5 mkg/sek., wobei die gesamte Leistung von rund 17 mkg sek. in Zeitintervallen von 1,2 bis 1,5 Sekunden zur Verfügung zu stellen ist. Daß man während der Verzögerungsperiode mit einer geringeren Leistung, im ersten Fall mit rund 10 mkg sek., im zweiten mit rd. 8 mkg/sek. auskommt, kann die vorzeitige Uebermüdung infolge periodischer Ueberlastung des Organismus nicht verhindern. Darum ist keineswegs verwunderlich, wenn das heutige Fahrrad für gebirgige Gegenden, und auch bei schlechten Wegeverhältnissen zu früh versagt. Hier sprechen aber auch noch andere Umstände mit. Nicht nur der schlechte Gleichförmigkeitsgrad, sondern eine mindestens ebenso große Rolle spielt der Umstand, daß die beiden Faktoren Kraft und Geschwindigkeit, beim gewöhnlichen Fahrrad nicht willkürlich gewählt werden können, denn der Kraft ist durch das Gewicht des Fahrers infolge ungenügender Abstützung der Reaktionskraft eine Grenze gesetzt. Wenn schon durch Ziehen an der Lenkstange diese Kraft zeitweilig noch etwas über das Eigengewicht erhöht werden kann, so wird sie dauernd kaum viel über 75 kg betragen, was bei 1:5,5 Übersetzung einer Radumfangskraft von 9,1 kg entspricht. Das heißt, daß bei einer Steigung von rd. 10 Proz. das Gewicht von Fahrrad plus Fahrer von der Fußkraft etwa gerade im Gleichgewicht gehalten werden kann, daß aber zur Ueberwindung der Reibung, des Luftwiderstandes und der Beschleunigungswiderstände praktisch nichts mehr übrig ist. Bei einer Übersetzung von nur 1:4,5 kommt als äußerste Steigung rd. 12 Proz. bei 1:4 etwa 14 Prozent in Betracht. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Gegen-

wind. Es ist klar, daß diese bisher dargestellten Mängel des heutigen Fahrrades prinzipieller Natur sind und kleine Verbesserungen nichts ändern können.

Aber abgesehen von den Nachteilen, die das Kurbelprinzip an sich zum Uebertragen der menschlichen Leistung besitzt, sind als Begleiterscheinungen hierzu noch die folgenden zu nennen. Infolge der Kreisbahn der Kurbel beschreibt der Fuß einen Weg, der im Verhältnis zur Kraftübersetzung bedeutend größer ist, als er bei einer idealen Vorrichtung, deren Tangentialdrucklinie nur unwesentlich von der Mittelkraft abweicht, zu sein braucht.

Beispielsweise beträgt bei einem Leistungsaufwand von 12 mkg/sek und einer mittleren Fußkraft von 17,2 kg die mittlere Geschwindigkeit der Kurbel und damit die des Fußes nicht 12 : 17,2 = 0,7 m sek., sondern rd. 1,06 m sek., weil eben der mittlere Tangentialdruck nur rd. 11,3 kg erreicht. Hierin liegt ohne Zweifel auch ein Leistungsverbrauch infolge überflüssiger Gelenkreibungen, was auch mit dazu beiträgt, daß der menschliche Organismus bei Aufwand größerer Leistungen allzufrüh ermüdet. Das gleiche gilt von dem schon erwähnten Mitbeanspruchten der Armmuskeln zur Unterstützung der Fußkraft, ja selbst von dem Anheben des Körpers zur Verwendung des Eigengewichts, denn auch in diesen Fällen sind Bewegungen des Körpers erforderlich, die zum Teil für die Arbeitsleistung nicht nutzbar gemacht werden können. Auch das immerwährende Mitanheben des Beingewichtes bedeutet eine zum Teil unnütze Muskelarbeit, die den Gesamtwirkungsgrad der Uebertragung sehr erheblich beeinflußt.

Ferner ergibt sich infolge der bestimmten Lage des Fahrersitzes zur Kurbel und dieser zum Erdboden die häufig unangenehm empfundene hohe Lage des Sattels, der von manchen nur schwierig zu erreichen ist.

Es gibt Fälle, bei welchen die Anschaffung eines Fahrrades unterbleibt, weil der betreffende vor dem Auf-, besonders aber vor dem Absteigen bei auftretenden Hindernissen eine unüberwindliche Scheu besitzt. Die hohe Lage des Sattels verbietet auch die bei fast jedem Motorrad so angenehm empfundene Möglichkeit, stets beide Füße auf den Boden stellen zu können, ohne den Sitz verlassen zu müssen. Dazu kommt, daß der Sattel selbst, bedingt durch die beim Treten erforderlichen Beinlagen, eine für ein richtiges Sitzen gar nicht geeignete Form hat. Jedenfalls wird dieser Nachteil von jedem als sehr lästig empfunden, der das Fahrrad nicht nur zu Sportzwecken benützt. Mit der Lage von Sitz und Kurbel hängt auch die Lage der Lenkstange zusammen, die so angeordnet sein muß, daß die vom Vorderrad aufgenommenen Stöße fast genau in die Richtung der gewöhnlich gestreckten Arme fallen, wodurch diese und die Schultermuskeln auf unangenehme Weise beansprucht werden. Die vielen Verbote, die von den Aerzten in Hinsicht auf Radfahren erlassen werden, beziehen sich fast durchweg auf die gesundheitsschädliche Beanspruchung des Thorax bei der gewöhnlich schlechten Haltung, die durch die heutige Fahrradkonstruktion bedingt wird.

Eine große Verbesserung des Fahrrades hat seinerzeit die Erfindung des Freilaufs gebracht. Jedoch auch hier kann der Vorteil nicht voll zur Geltung kommen, weil man niemals beide Beine nebeneinander stellen kann wie bei normaler Sitzstellung. Durch die damit verbundene Unmöglichkeit, den ganzen Organismus wirklich eine Zeit zu entspannen, ist auch das Ausruhen nur ein unvollkommenes.

Als weiterer Nachteil, der auch dem prinzipiellen Aufbau des heutigen Rades zuzuschreiben ist, sind die Uebertragungselemente zwischen Kurbel und Antriebsrad anzuführen.

Auf die innere Reibung des Antriebsmechanismus soll hier nicht näher eingegangen werden, obwohl der mechanische Wirkungsgrad der Kurbel mit den Pedalen, der Ketten- oder Kegellradübertragung auch noch recht viel zu wünschen übrig läßt. Jedes Zahnrad bedingt eben Reibungsverluste und ganz besonders die Kette bei Schmutz und Nässe. Jedes Zahnrad bedeutet zudem auch eine Fehlerquelle und die Kette sogar ein Gefährdement. Ganz zu schweigen von den für die meisten Gegenden beim heutigen Fahrrad eigentlich unerläßlichen Mehrfachübersetzungen. Gerade diese sind aber, so genial und kompensiert sie auch sein mögen, ein bekanntes Uebel des Fahrrades und es wird kaum jemals gelingen, wirklich dauernd zuverlässige Mehrfachübersetzungsgetriebe zu bauen. Aus den oben angestellten Rechnungen ist zu ersehen, daß man sich mit einer Übersetzung den verschiedenen Widerständen überhaupt nicht an-

passen kann. Ein Rad mit einer Uebersetzung ist bei gleicher Kraft nur bei einem ganz bestimmten Widerstand mit Vorteil zu verwenden. Bei jeder Aenderung des Widerstandes oder der Geschwindigkeit muß eine andere Uebersetzung benützt werden, wenn der Fahrer nicht durch unnatürlich hohe Fußgeschwindigkeiten oder unsinnig hohe Kräfte vorzeitig ermüden soll.

Von geringerer Bedeutung ist die Unannehmlichkeit, die durch die sets schmutzige, ölige Kette gegenüber den Beinkleidern bedingt wird. Auch die eingekapselten Ketten oder die Kegelradgetriebe sind in der Regel nicht viel besser. So lächerlich es auch klingen mag, es ist Tatsache: auch diese Unannehmlichkeit hat schon bei manchem die Anschaffung eines Fahrrades verhindert.

Dann, welche Unannehmlichkeit verursacht ein Defekt am Hinterrad, beim Auslösen desselben mit der schmierigen Kette oder mit dem Kegelradgetriebe. Oder in einem Kettendefekt; die Elemente der Kette sind hintereinander angeordnet; nur eines braucht zu versagen und der Kettenbruch ist fertig. Oder es verbiegt sich ein Pedal oder bricht ab; beim Rad mit Freilauf ist im letzteren Fall ein Weiterfahren ausgeschlossen.

Wie lästig ist das zum Aufsteigen nötige Verstellen der Kurbel, wenn diese gerade, was gewöhnlich der Fall ist, beim Freilauf auf „Rücktritt“ eingestellt ist.

Die Aufgaben, die ich mir bei dem Entwurf des J-Rades gestellt habe, waren daher klar umrissen; es handelt sich für mich nur um die Behebung der vorstehend genannten Mängel des gewöhnlichen Fahrrades und zwar schien es mir besonders wichtig, den Antrieb so zu gestalten, daß er einen hohen Gleichförmigkeitsgrad auch bei sehr geringen Geschwindigkeiten und eine in weiten Grenzen veränderbare Uebersetzung ohne jeglichen Getriebemechanismus ermöglicht. Die Maßnahmen zur Behebung der übrigen Nachteile traten dabei als Nebenforderungen auf, fanden aber bei der Konstruktion weitgehendste Beachtung.

Da die dargestellten Mängel des gewöhnlichen Fahrrades wie bereits ausgeführt, ganz prinzipieller Natur sind und kleine Aenderungen bedeutungslos wären, weil das normale Kurbelrad anscheinend auf der höchsten Entwicklungsstufe angelangt ist, mußte ich eine völlig neue Bauart schaffen.

Zunächst war es mir klar, daß ein hoher Gleichförmigkeitsgrad bei kleinen Geschwindigkeiten nur durch einen Schwinghebelantrieb zu erreichen ist. Die Anwendung dieser Hebel hatte ich derart zu wählen, daß bei normaler Auswirkung der Fußkraft die Umfangskraft am Antriebsrad während des ganzen Hubes annähernd konstant bleibt, so daß die Geschwindigkeitsschwankung in jedem Fall fast Null wird. Dies erreichte ich durch Lagerung der beiden Hebel etwa in Sitzhöhe vor dem Fahrer, wodurch sie, mit mehreren Pedalen versehen, auch gleichzeitig den Uebersetzungswechsel in einfachster Weise gestalten, während die Uebertragung der Leistung von diesen Hebeln zum Antriebsrad durch hochwertige, schmiegsame Stahldrahtseile bewerkstelligt wurde (Abb. 4). Eine starre Abhängigkeit der beiden Schwinghebel hätte eine vollständige Gleichheit des Vor- und Rückgangs zur

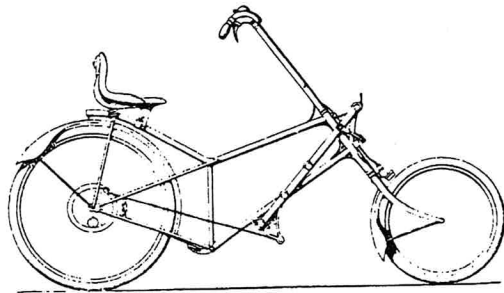


Abb. 4

Voraussetzung gehabt, was einerseits zur Vermeidung großer Gewichte (z. B. Segmentradteil) und andererseits auch deshalb nicht ratsam erschien, weil es sich erwiesen hatte, daß der Arbeitsgang (Vorwärtsgang) des Fußes besser mit geringerer Geschwindigkeit be-

werkstelligt werden soll, als der Leergang (Rückwärtsgang). Daraus ergab sich eine gewisse Unabhängigkeit der beiden Fußhebel, so daß mit dem Hub des einen schon begonnen werden kann, ehe der andere mit dem Hub zu Ende ist. Das Tangentialdruckdiagramm des J-Rades zeigt aus diesen Gründen eine fast gerade Linie, die etwa in Höhe des mittleren Widerstandes annähernd parallel zur Weg-(Hub)achse verläuft. Daß dabei das Ueberschubarbeitsverhältnis $\frac{A}{A_0}$ nur ganz geringe Werte von

$$\frac{A}{A_0} = 1 \text{ bis } \frac{1}{900} \text{ (gegenüber } \frac{1}{6} \text{ bis } \frac{1}{9} \text{ beim Kurbelrad)}$$

aufweist, wie die Kurventafel III (Abb. 3), erkennen läßt, ist leicht ver-

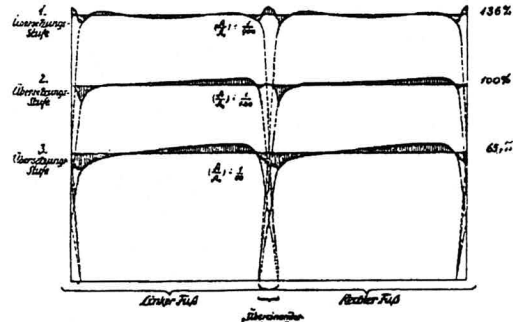


Abb. 3 Kurventafel III.

ständig. Der Gleichförmigkeitsgrad ist schon bei hohen Geschwindigkeiten größer als beim gewöhnlichen Kurbelrad, bei geringen Geschwindigkeiten, bei 2 m sek. ist er 100 mal, bei 1 m sek. sogar 200 mal so groß. Daß dabei auf jegliche Schwungmasse — die auch beim gewöhnlichen Rad bei dieser geringen Geschwindigkeit ganz unbedeutend ist — verzichtet werden kann, und eine Ueberwindung großer Widerstände bei entsprechend verkleinerter Geschwindigkeit möglich wird, ist selbstverständlich.

Dies unterstützt aber noch eine weitere Eigenart des J-Rades. Die Aufnahme der Fußkraft-Reaktion erfolgt nicht mehr durch das Eigengewicht oder durch Ziehen an der Lenkstange, sondern durch eine breite Rückenlehne, die mit Sitz und Rahmen verbunden ist, wodurch ein zeitweiliges Ausüben einer Fußkraft gleich dem Mehrfachen des Fahrergewichtes möglich wird, so daß die Ueberwindung plötzlich hoher Widerstände auch unter Aufwand eines Fußdruckes von 100, ja selbst 150 kg möglich wird. Allerdings wird von dieser Eigenart nur in seltenen Fällen Gebrauch gemacht.

Dagegen spielt bei gleichem Leistungsaufwand durch den kleineren Weg des Fußes die beim J-Rad wesentlich geringere Geschwindigkeit desselben eine große Rolle.

Einen Vergleich der Verhältnisse gestatten die nachstehenden, aus den Arbeitsdiagrammen errechenbaren Zahlen:

| | Kurbelrad | J-Rad |
|--|-----------|-------|
| Leistung für $v_{ges} = 1$ (mkg sek) | 12 | 12 |
| Mittlere Fußkraft (kg) | 17.2 | 17.2 |
| Mittlere Tangentialkraft an der Kurbel bezw. an der Seilscheibe (kg) | 11.3 | 12.8 |
| Geschwindigkeit (km St) | 10.75 | 14.6 |
| (m sek) | 2.99 | 2.99 |
| Fußweg pro Halbhuh (m) | 0.565 | 0.408 |
| Radweg pro Halbhuh (m) | 1.59 | 1.69 |
| Radweg : Fußweg | 2.81 | 4.14 |
| Mittlere Fußgeschwindigkeit (m sek) | 1.061 | 0.721 |
| | | 0.735 |

Während eine ideale, jeden Umweg vermeidende Vorrichtung bei einer Leistung von 12 mkg sek. das die Kraft von 17,2 kg vermittelnde Organ nur mit einer Geschwindigkeit von $12 : 17,2 = 0,7$ m/sek. zu bewegen nötig hätte, ist im gleichen Fall beim J-Rad für den Fuß eine Geschwindigkeit von 0,721 bzw. 0,735 m sek., dagegen beim Kurbelrad eine von 1,061 m sek. erforderlich; das ist ein Unterschied von fast 50 Prozent, was auf die vorzeitige Ermüdung der Fußmuskeln beim gewöhnlichen Rad einen bedeutenden Einfluß hat.

Das gleiche gilt hinsichtlich der Mitbeanspruchung der Armmuskeln und des Thorax. Diese entfällt beim J-Rad vollständig, weil die Aufnahme der Reaktion durch die die Beckenknochen abstützende, gepolsterte Rückenlehne erfolgt.

Auch das Anheben des Beingewichtes beschränkt sich beim J-Rad auf ein Minimum, weil die Bewegungsrichtung der Füße von der Vertikalen stark abweicht.

Die durch die Behebung der übrigen Mängel des gewöhnlichen Fahrrades entstandenen weiteren Vorteile des J-Rades sind rasch aufgezählt.

Die tiefe Lage des bequemen Sitzes gestattet jederzeit ein Auf-den-Boden-sellen der Füße, ebenso wie ein müheloses Ein- und Aussteigen. Der Uebersetzungswechsel erfolgt bloß durch Versetzen der Füße auf den hierfür vorgesehenen, an den Hebeln feststehenden Pedalen. Der Arbeitshub ist in der Länge und der Leergang in der Geschwindigkeit beliebig; eine Anpassung an die verschiedenen Widerstände ist daher auch noch durch die willkürlich zu ändernde Hubgröße möglich (große Widerstände, kurzes Treten). Durch die geringe Zahl von Getriebeelementen, Lager, Gelenken usw. und durch Verringerung der inneren Reibung (keine belasteten Kurbel-lager, keine sich drehenden Pedale, keine Zahn- und Kettenreibungen — die Seilsteifigkeit ist geringer als die Kettensteifigkeit) — durch Parallelanordnung der in sich einfachen Elemente (6 feste Pedale, 2 unabhängige Antriebsseile mit je einer großen Zahl untereinander unabhängiger Drähte, 2 unabhängige Trommeln, 2 unabhängige Freilaufkupplungen u. a. m.) wird eine hohe Betriebs-Sicherheit, dabei aber auch ein sehr hoher Gesamtwirkungsgrad des Antriebs erreicht.

Die günstige Kraftverteilung und die tiefe Sitzlage, die der Schwinghebelantrieb zuläßt sowie die geringe Bauhöhe ermöglichen einen gedrungenen Rahmenbau.

Bei Nichtgebrauch — auch beim Schieben — des Rades stehen alle Antriebsorgane und zwar immer in der Mittelstellung still. Bei Gebrauch können keine öligen Teile mit einem Kleidungsstück in Berührung kommen.

Beim Freilauffahren stehen beide Füße nebeneinander, so daß ein gleichzeitiges Ausruhen aller Muskeln in normaler Lage möglich ist.

Daß das J-Rad mit nur geringfügigen Abänderungen (evtl. Sitzver-

stellung, Rocknetz und -Halter) auch von Frauen benutzt werden kann (Abb. 5), sei nur nebenbei erwähnt, ebenso wie seine Eignung zum In-



Abb. 5. Das J-Rad im Betrieb.

validenrad bei entsprechender Abänderung (evtl. Handhebel in Verlängerung des Fußhebels nach oben).

Die vorstehenden Ausführungen mögen dazu beitragen, die verschiedentlich aufgetauchten Zweifel an den Vorteilen des J-Rades zu zerstreuen. Auch die vielen Tausend J-Rad-Fahrer, die es heute schon gibt, mögen, soweit sie diese Vorteile nicht schon selbst erkannt haben, dieser Arbeit entnehmen, auf welchen Grundlagen das Prinzip des J-Rades aufgebaut ist. Darin liegt, wenn man so sagen will, der einzige Nachteil dieses Fahrzeugs. Um richtig fahren zu können, muß man unbedingt mehrere Wochen mit Aufmerksamkeit geübt und dabei insgesamt mindestens 100 km zurückgelegt haben — wenschon das Fahrenlernen als solches wegen der tiefen Sitzlage nur einen Bruchteil der Zeit erfordert, die für die Beherrschung des Kurbelrades nötig ist.

Daß die Domäne des J-Rades vornehmlich die Landstraße, nicht aber die Rennbahn ist, braucht wohl nicht näher erörtert zu werden; bei sehr hohen Geschwindigkeiten hat eben auch das Kurbelrad schon einen guten Gleichförmigkeitsgrad.

