



DELIUS KLASING

Gunnar Fehlau • Peter Barzel

DAS E-BIKE

**Die neuen Fahrräder
mit elektrischer
Antriebsunterstützung**

TYPEN • MODELLE • KOMPONENTEN

Delius Klasing Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in
der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

2. Auflage

ISBN 978-3-7688-5282-1

© Moby Dick Verlag, Postfach 3369, D-24032 Kiel

Fotos, soweit nicht anders angegeben: Archiv der Autoren
und Hersteller der vorgestellten Modelle. Das Titelbild zeigt
einen BionX-Hinterradnabenmotor.

Umschlaggestaltung: Buchholz/Hinsch/Hensinger, Hamburg

Layout: Gabriele Engel

Reproduktionen: scanlitho.teams, Bielefeld

Druck: Kunst- und Werbedruck, Bad Oeynhausen

Printed in Germany 2010

Alle Rechte vorbehalten! Ohne ausdrückliche Erlaubnis
des Verlages darf das Werk, auch nicht Teile daraus, weder
reproduziert, übertragen noch kopiert werden, wie z. B.
manuell oder mithilfe elektronischer und mechanischer
Datenspeicherung.

Delius Klasing Verlag, Siekerwall 21, D-33602 Bielefeld

Tel.: 0521/559-0, Fax: 0521/559-115

E-Mail: info@delius-klasing.de

www.delius-klasing.de

Inhalt

Einleitung	7	Unterwegs mit dem E-Bike	91
Begriffsklärung	9	Komfortabel und leise durch die Stadt	91
Geschichte	11	Müheles einkaufen ohne Parkplatzsorgen	92
Durchbruch des Verbrennungsmotors	11	In Kostüm und Anzug zur Arbeit – oder in die Oper	93
Fahrradflaute trotz Ölkrise.	13	Mal eben ins Nachbardorf	94
Ein erster Meilenstein	16	Unbeschwert auf großer Tour	97
Sensation auf der Messe	18	Sportlich Rad fahren ohne Reue	98
Drei Große setzen sich durch	20	Elterntaxi mal anders	100
Zuversichtlich durch die Talsohle	22	Ungewöhnlich, aber ungemein praktisch	105
Vom »AOK-Chopper« zum Sportgerät	23	Tipps zum praktischen Umgang mit dem E-Bike	110
Durchbruch auf der IFMA	25	Transport des E-Bikes mit dem Auto	112
Technik und Typen	33	E-Bike testen und kaufen	117
Wo die Motoren surren	34	E-Bike kaufen oder Zusatzantrieb nachrüsten?	117
Der Antrieb im Zentrum	34	Kriterien beim Kauf eines E-Bikes	121
Freiheit bei der Rahmenform.	37	Tipps zur Probefahrt	126
Nabenschaltung? Nur bei einem	43	Systemvergleich Antriebe	127
Kompaktes Vorderradgetriebe.	43	E-Bike-Typen	127
Unsichtbare Extrakraft.	46	Anhang	130
Der Strom kommt aus – dem Akku	47	Marktübersicht.	130
Kraft aus dem Ionenstrom	52	Danksagung	134
Speichernder Zellverband	55	Über die Autoren	135
Gefahr aus der Chemie.	62	 Dieses Buch bietet Ihnen ab Seite 33 (Kapitel »Technik und Typen«) eine am Text entlanglaufende Markt- übersicht aktueller E-Bikes mit Fotos und wichtigen Informationen. Auf Seite 130 finden Sie zudem eine Übersichtstabelle mit den wichtigsten Anbietern und ihren Modellen. Diese Marktübersicht bildet das aktuelle Angebot ab, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit.	
Problematischer Kabelsalat	63		
Wohin mit dem Speicher?	65		
In die Zukunft mit EnergyBus	67		
Energierückgewinnung – was bringt's am E-Bike?	68		
Elektronische Steuerung.	71		
Kraftsensor für sensible Steuerung	74		
Tuning per Elektronik	76		
Anfahr- und Schiebehilfe	76		
Unterstützung nach Wunsch	76		
Elektronischer Mehrwert	77		
Rahmen und Komponenten	77		
E-Bike: rechtliche Vorschriften und Sicherheitsnormen	83		

Geschichte

Der Wunsch, sich das Radfahren zu erleichtern, ist wohl so alt wie das Fahrrad selbst. Wahrscheinlich hat schon der Freiherr von Drais ab und zu das Bedürfnis verspürt, seinem Laufrad einen Gaul vorzuspannen – ging aber nicht, schließlich war es ja gerade der Mangel an solchen Zugtieren, der ihn zu seiner Erfindung bewegt hatte.

Angesichts der Tatsache, dass die frühen Fahrräder in Sachen Leichtlauf und Komfort weit vom heutigen Standard entfernt waren, nimmt es nicht Wunder, dass findige Konstrukteure immer wieder versuchten, die Motorkonzepte ihrer Zeit auf Fahrräder beziehungsweise deren Vorläufer zu übertragen. Aus dem späteren

19. Jahrhundert ist sogar ein Fahrrad mit integrierter Dampfmaschine überliefert, bei dem die Pedale in Hochradmanier direkt mit der Vorderradnabe verbunden waren.

Durchbruch des Verbrennungsmotors

Gottlieb Daimlers Reitwagen gab 1885 den Startschuss für die neue Fahrzeuggattung des Motorrades; an Fahrrädern mit Hilfsmotor wurde währenddessen weiterhin gearbeitet. Dies

Seiner Zeit voraus: Das Philips E-Bike aus den 1930er-Jahren (Quelle: Philips).





konnten Verbrennungs- oder Elektromotoren sein. Ein EMI-Elektro-rad von 1932, bei dem der Motor über eine Kette aufs Hinterrad wirkt, sieht heutigen E-Bikes gar nicht so unähnlich – sogar an die schwerpunkt günstig tiefe Lage der Batterie wurde schon gedacht. Etwa um die gleiche Zeit wurde das seit dem 19. Jahrhundert bekannte Konzept des elektrischen Radnabenmotors aufs Fahrrad übertragen. Die Zuverlässigkeit des Verbrennungsmotors und seine einfache Kraftstoffversorgung machten diesen Antrieb aber bald zum Renner – besonders nach dem Zweiten Weltkrieg, zumal kleine Benzinmotoren schnell und einfach zu produzieren waren. Doch zu jener Zeit war die finstere Zukunft des Fahrrades mit Hilfs-

Tief liegender Akku, zentraler Motor und solider Pedalstrang. Das Philips E-Bike kann als Blaupause für das moderne E-Bike gesehen werden (Quelle: Philips).



motor bereits vorgezeichnet: Es war nur eine Stufe auf dem Weg zur Massenmotorisierung. Irgendwann kam der Motorroller, dann das Motorrad und schließlich war genug Geld für ein Auto da. Im Zuge dieser Entwicklung wurde das (unmotorisierte) Fahrrad zum Fahrzeug für arme Leute sowie für Kinder und Jugendliche. Akzeptiert war höchstens noch die sportliche Nutzung in der Freizeit.

Fahrradflaute trotz Ölkrise

Um 1980 herrschte trotz zweier Ölkrisen kaum Interesse an alternativen Konzepten individueller Mobilität. Autofahren war nach wie vor das Maß aller Dinge; urbane Lebensqualität bedeutete damals Wohnsilo-Komfortappartement und vierspurige Stadtautobahn zum Arbeitsplatz. Das Fahrrad spielte als Verkehrsmittel kaum eine Rolle. Nur ältere Herrschaften sah man hin und wieder noch auf Fahrrädern mit

Hilfsmotor à la Velosolex durch die Gegend stottern, mancher setzte noch auf Mofa oder Leichtkraftrad.

Dass weitab vom Mobilitäts-Mainstream an neuen Konzepten gearbeitet wurde, zeigte die Fahrradmesse IFMA im Jahre 1982: Die Einbecker Heidemann-Werke, ein traditionsreicher Fahrrad- und Mopedhersteller, präsentierten einen nachrüstbaren elektrischen Reibrollenmotor für Fahrräder. 500 Watt maximale Leistung sind auch aus heutiger Sicht ein phänomenaler Wert; beim Mitretten sollte ein Aktionsradius von 40 Kilometern möglich sein. Die Zeitschrift »Radmarkt« stellte eine Eigenschaft des Motörchens heraus, die auch heute noch wie Zukunftsmusik klingt: Bergab

Das EFA markiert den Auftakt von Hercules Pionierarbeit in Sachen E-Bike. Die Unterbringung des Akkus im Rahmen hat Hercules bis heute beibehalten (Quelle H. Neupert).



Dipl.-Ing. Thomas Drehmel, Produktmanager beim Fahrradhersteller Hercules

Sieht sich Hercules als Pionier des modernen E-Bikes?

Thomas Drehmel: Hercules war eine der ersten Firmen, die das Potenzial des E-Bikes erkannt haben. Hercules unterstützte bereits die Forschung an Elektromotoren für Fahrräder und baute erste Prototypen, als Begriffe wie »E-Bike« oder »Pedelec« noch gar nicht geprägt waren. Auch war Hercules der erste Hersteller, der ein Serienelektro-rad in Deutschland auf den Markt gebracht hat. Wir gehören als Vollsortimenter zu den Marktmachern für E-Bikes und sorgen mit Innovationen immer wieder für Impulse.

Inwieweit haben die Entwicklungen der letzten Jahre auf Ideen der ersten E-Bikes von Hercules aufgebaut?

Thomas Drehmel: Wir verfügen über einen großen Erfahrungsschatz, weil wir so manchen Irrweg bereits vor vielen Jahren gegangen sind und korrigiert haben, lange bevor wir das erste Serienrad gebaut haben. Die Entwicklung geht immer weiter. Daher wurden auch die E-Bike-Systeme immer wieder dem momentanen technischen Stand angepasst.

Lässt sich ein roter Faden erkennen oder handelt es sich um eine Chronologie des Ausschlussverfahrens?

Thomas Drehmel: Das System, welches bei uns in Verwendung ist, ist eine Entwicklung der Accell-Gruppe. Die Arbeiten hieran werden in Holland bei Accell und auch bei den einzelnen Tochtergesellschaften immer weitergeführt. Das ist ein roter Faden in der Entwicklung, denn die geballte Innovationskraft der Accell-Firmen entwickelt das System stets weiter. Kaum ein

anderer Antrieb ist derart »organisch« gewachsen. So sind Leistung und Batteriekapazitäten und damit die zu erzielende Reichweite immer mehr gesteigert worden. Das Gewicht ist gleichzeitig kontinuierlich und sinnvoll verringert worden. Besonderes Merkmal bei unserem System ist die Unterbringung des Akkus in einem der Rahmenrohre, meist dem Unterrohr. Das gibt den Rädern eine angenehm unauffällige Erscheinung.

Versteht sich Hercules heute als Trendsetter in Sachen E-Bike, und wohin geht die Entwicklung Ihrer Meinung nach?

Thomas Drehmel: Nach der Art der Technik, die wir verwenden, sehen wir uns als Trendsetter. Wir verwenden das auf dem ION-System basierende Pedelec, welches dem Händler und dem Endverbraucher in vielfacher Weise Möglichkeiten gibt, sein Fahrrad über Hardware und Software abzustimmen.

Das Pedelec hat sein Image als Fahrzeug gehandicapter Fahrer längst abgelegt und überzeugt als mobiles Einsatzgerät in vielen Bereichen. Welchen Beitrag hat Hercules dazu geleistet?

Thomas Drehmel: Neben den technischen Entwicklungen, die Hercules in der Accell-Gruppe und einige andere Hersteller in den letzten Jahren hervorgebracht haben, sind unsere Marktsignale von gewisser Bedeutung: Wir haben bereits vor über zehn Jahren E-Bikes auf breiter Ebene als Fahrzeug für jedermann propagiert. Dieser Aspekt findet sich auch in einem unserer Leitsprüche: E-Move verbindet Generationen wieder.

funktionierte der Motor als Generator und lud den NiCa-»Sammler«, wie der Akku genannt wurde, wieder auf. Im gleichen Jahr erfand Egon Gelhard das Pedelec-Prinzip. Es sollten

aber noch beinahe zwölf Jahre vergehen, ehe Yamaha (mit ITG) das erste Pedelec baute – so berichtete ExtraEnergy-Referent Hannes Neupert 2004 auf einer Konferenz in Taiwan.



Batavus Jakima Easy (Damen), E-Trekking-bike, Kettenschaltung, Hinterradmotor



Batavus Padova Easy Deluxe (Damen), E-Citybike, Kettenschaltung, Hinterradmotor

solch eines Antriebs von Bedeutung. Beispiel BionX-Motor: Der Bausatz aus Motor, Akku und Steuerung kann prinzipiell in jedes Fahrrad integriert werden. Auch kleine 18-Zoll-Laufräder stellen kein Hindernis dar; die Naben-Klemmbreite von 135 mm entspricht dem gängigen Standard.

Freiheit bei der Rahmenform

Natürlich ist der Nachrüstbereich nur ein kleines Geschäftsfeld der Nabenmotor-Hersteller;

Hinterradnabenmotor mit Trommelbremse beim Koga Miyata Tesla





Batavus Intermezzo Easy Nuvinci (Damen), E-Citybike, Nabenschaltung, Vorderradmotor



Bauer Alicante ED2, E-Citybike, Nabenschaltung, Vorderradmotor



Etwas bulliger als eine herkömmliche Hinterradnabe ist der BionX-Hinterradnabenmotor.

zahlreiche Radfirmen setzen von vorn herein auf dieses Prinzip, da es große Freiheiten bei der Gestaltung der Rahmenform lässt. So ist es nicht nötig, den Hinterbau des Fahrrades zu verlängern, um Platz für Antrieb und/oder Akku zu schaffen, zumal dies die Fahreigenschaften deutlich beeinflusst – bei 28 Zoll Laufradgröße ist ein wendiges Lenkverhalten damit kaum zu realisieren. Die Kombination von Zusatzmotor und Hinterbaufederung ist mit einem Radnabenmotor ebenfalls leichter zu realisieren als mit dem am Tretlager positionierten Motor, denn sowohl das Drehgelenk des Hinterbaus als auch das Federelement benötigen Platz – und zwar ausgerechnet nah am Tretlager. Allerdings bringt uns das Thema Federung auf einen Nachteil der Verwendung von Radnabenmotoren: Sie unterlaufen den Wunsch, gerade die Laufräder möglichst leicht zu halten. Dieses Bestreben hat zwei Gründe: zum einen, weil leichte Laufräder beim Beschleunigen von Vorteil sind, zum anderen, weil beim gefederten Fahrrad darauf zu achten ist, die »ungefederten Massen« gering zu halten. Dazu gehören in erster Linie die Laufräder. Ein leichtes Laufrad federt aufgrund seiner geringeren Massenträgheit besser ein, wenn ihm die Fahrbahn einen Stoß versetzt. Praktische, subjektive Erfahrungen mit voll gefederten E-Bikes zeigen jedoch, dass auch ein

In die Zukunft mit EnergyBus

Ein großes Hemmnis bei der Verbreitung von E-Bikes sehen Fachleute in der Vielfalt der Modelle und Systeme von Akkus, Steckern und Ladegeräten. Denn immer noch steht die Reichweite zumindest auf Verbraucherseite ganz oben auf der Liste der E-Bike-Kritikpunkte. Akku-Ladestationen, an denen leere Batterien gegen volle getauscht werden könnten oder an denen man ohne markenspezifisches Ladegerät den Akku laden könnte, würden das Problem der Reichweite lösen; praktisch etwa für Radwanderer, die ihr Tagespensum nicht mit einer Akkuladung schaffen. Doch bislang verhindern schon allein die zahllosen unterschiedlichen Batteriesysteme derartige Strom-Tankstellen.

Die Vereinheitlichung der elektrischen Komponenten am E-Bike hat sich der Verein EnergyBus zum Ziel gemacht. Die Berliner Designerin Johanna Tiffe zeigt in einer für EnergyBus ange-

Die Packtaschen-Lösung: Der Akku sitzt in der Packtasche und lässt auch noch etwas Platz für Gepäck – hier am Koga Miyata Tesla als Zusatz-Akku zur Vergrößerung der Reichweite.

Zitronen-Strom

Eine ganz einfache Batterie lässt sich aus einer Zitrone basteln: Steckt man einen Streifen Zinkblech und einen Streifen Kupferblech in die saure Südfrucht, lässt sich eine Spannung von etwa einem halben Volt erzeugen, sobald man die beiden Metallstücke mit einem Verbraucher verbindet. Schaltet man sechs Zitronen in Reihe, erhält man bereits drei Volt. Nach dem Experiment sind die Früchte allerdings nicht mehr genießbar.

fertigten Konzeptstudie die Vor- und Nachteile einheitlicher E-Bike-Akkus – wobei die einzigen Nachteile für die Hersteller sind, dass der Einheitsakku vorgegeben ist und das E-Bike daran angepasst werden muss, und dass die Verwendung von Billig-Akkus nicht mehr möglich ist. Für den Endverbraucher jedoch sieht die Studie nur Vorteile. Eine flächendeckende Energieversorgung mit Akkus auf Mietbasis würde den leidigen Themenkreis Reichweite – Akkulebensdauer – Ladezeit ein für allemal aus der Diskussion nehmen. Wäre das der Weg zur E-Bike-Massenmobilität?





Gruber Assist Mountainbike, Ketten-schaltung, Tretlagerantrieb



Hartje Manufaktur Florenz (Herren), E-Citybike, Nabenschaltung, Vorderradmotor

Energierückgewinnung – was bringt's am E-Bike?

Wer mit dem Auto im Leerlauf einen Berg hinunterrollt, verbraucht Sprit – anders als jemand, der mit eingelegtem Gang bergab rollt, denn dann treiben die Räder den Motor an, und bei modernen Motoren wird im »Schubbetrieb« die Kraftstoffzufuhr minimiert oder ganz eingestellt. Bei einem Kfz mit Anzeige des aktuellen Spritverbrauchs kann man das leicht nachprüfen. Noch anders machen es die Hybridfahrzeuge:

Bei diesen wird im Schubbetrieb und beim Bremsen Strom erzeugt, was in der Sprache der Techniker als Rekuperation bezeichnet wird.

E-Cockpit beim BionX-Antrieb: Es zeigt unter anderem die Geschwindigkeit, die zurückgelegte Strecke, den Ladestand und die Stärke der augenblicklichen Unterstützung an.

