

e-bike

Das E-Bike

PETER BARZEL



DELIUS KLASING

Technik, Modelle, Praxis für
PEDELECS UND ELEKTROFAHRRÄDER



PETER BARZEL

Das E-Bike

Technik, Modelle, Praxis für

PEDELECS UND ELEKTROFAHRRÄDER

Delius Klasing Verlag

INHALT

VORWORT	6
---------	---

DIE ZUKUNFT DES FAHRRADES IST ELEKTRISIEREND	8
von Gunnar Fehlau	

MEHRWERT E-BIKE	10
Das E-Bike ist das ideale Hybridfahrzeug	10
Ohne Mühe mehr Spaß - mit dem E-Bike	14
Schneller und weiter - mit dem E-Bike	18
»Zero emission« und klimafreundlich	20

PRAXIS E-BIKE	24
E-Citybike	24
E-Trekkingbike	25
E-Mountainbike	26
E-Rennrad	27
E-Kompaktrad	28
E-Faltrad	29
E-Tandem	30
E-Lastenrad	31
E-Trike und Velomobil	32
S-Pedelec	33
Praxisbeispiele aus Alltag und Freizeit	34

TYPEN UND TECHNIK	43
Das Pedelec-Prinzip	43
E-Bike-Typen	44
Rechtslage	46
Antriebsvarianten	54
Antriebssteuerung	58
Energiespeicher/Akku	68

QUALITÄTSMERKMALE	79
Das gute Fahrrad als beste Basis	79
Harmonie des Antriebs	80
Ergonomie	82
Sattel und Lenkergriffe - die Kontaktpunkte des Menschen zum E-Bike	86
Reichweite	88
Rekuperation	90
Gewicht	91
Gangschaltung	92
Beleuchtung	98
Bremsen	100
Reifen	102
Federung	104
Geprüfte Sicherheit	106
Kosten	108
Nachrüsten	110

E-BIKE FAHREN	112
Gesundheit und Training	112
Fahrsicherheit	114
Helm - Pflicht oder Kür?	116
Diebstahlschutz	118
Wartung und Pflege	120
Urlaub	122
Perspektive Verkehr	124

BESONDERE KONZEPTE	126
Coboc eCycle	126
Copenhagen Wheel	127
Electrolyte	128
Gocycle	129
Hase Klimax	130
Hiddenpower	131
Kalkhoff Ergo	132
Mando Footloose	133
Smart E-Bike	134
Sram E-Matic	135
Stromer	136
Utopia Silent	137
Vivax Assist	138
Zehus Bike+	139

ANTRIEBE	141
Ansmann	142
Bionx	144
Bosch	146
Brose	148
Go Swissdrive	150
Heinzmann	152
Impulse	154
MPF Drive	156
Neodrives (Green Mover/Xion)	158
Panasonic	160
Shimano Steps	162
Sunstar	164
Tranzx PST	166
Yamaha	168

DANK	172
ÜBER DEN AUTOR	172
BILDNACHWEIS	173

VORWORT

Fünf Jahre nach dem ersten Erscheinen dieses Buches ist aus dem E-Bike-Boom ein stetiger Trend geworden und das E-Bike als Fahrzeug etabliert. Der Markt ist zwar nach wie vor unübersichtlich, und das Angebot wächst weiter, doch bilden sich allmählich Standards heraus, und die Spreu beginnt sich vom Weizen zu trennen. Anbieter verschwinden, Firmen von Weltrang wie Bosch, Brose und Shimano steigen ein, Yamaha kehrt zurück. Langsam zeigt sich, wer nur auf der Modewelle mitzuschwimmen versucht, und wer das Thema wirklich ernsthaft verfolgt. Die Antriebe der Generation 2.0 sind jetzt am Start, die Systeme wurden und werden weiter verfeinert, und noch immer werden spannende, neue Konzepte entwickelt und vorgestellt. Das wundert nicht, denn das E-Bike hat ein enormes verkehrspolitisches Potenzial und ist ein echter Problemlöser – weltweit.

EIN BUCH ZU EINEM SO SCHNELLEBIGEN THEMA?

Und das im Zeitalter des Internets? Wir meinen nach wie vor: Ja! Das Internet liefert Unmengen an Informationen, es gibt zahlreiche Webseiten zum Thema E-Bike – aber wer sortiert, strukturiert und überprüft diesen Informationswust? Fachzeitschriften tun dies zum Teil, testen Modelle und sind vor allem der Aktualität verpflichtet. Dieses Buch jedoch will die vielen



Peter Barzel

Informationen und Fragen rund um das E-Bike umfassend und übersichtlich aufbereiten. Es will Orientierung im unübersichtlichen Markt geben und beschreibt die grundsätzlichen Aspekte zum Thema E-Bike, die über den Tag hinaus gelten, sowie den aktuellen Stand der Technik.

WAS STEHT DRIN?

Das Buch ist in sieben Hauptkapitel gegliedert. Alle Informationen sind kompakt gehalten und schnell wieder aufzufinden. Man kann es von Anfang bis Ende lesen oder auch wie ein Nachschlagewerk nutzen, denn jedes Kapitel ist in sich verständlich und abgeschlossen. Und wenn doch etwas unverständlich bleibt, ist das erklärende Kapitel dazu schnell gefunden und gelesen.

✿ **MEHRWERT:** Wer ein E-Bike ausprobiert, spürt den Mehrwert sofort. In diesem Abschnitt wird erklärt, warum das so ist und welche konkreten Vorteile sich daraus ergeben.

✿ **PRAXIS E-BIKE:** Es werden die verschiedenen E-Bike-Modelle vorgestellt, vom City-E-Bike über das E-Mountainbike und E-Lastenrad bis zum schnellen E-Bike, dem S-Pedelec. Konkrete Beispiele von Nutzern aus Alltag, Freizeit und Wirtschaft zeigen, wie das E-Bike in der Praxis funktioniert.

-
- ✿ **TYPEN UND TECHNIK:** Hier werden alle technischen und rechtlichen Grundlagen zu E-Bike-Typen, rechtlichen Rahmenbedingungen, Antriebsvarianten, zur Steuerung des Motors und das Wesentliche zur Batterietechnik, den Akkus, dargestellt.
 - ✿ **QUALITÄTSMERKMALE:** Woran erkennt man ein gutes E-Bike? Wo liegen die Unterschiede? Dieses Kapitel gibt Antworten auf diese Fragen, von der Vorstellung der Komponenten über Tipps zu deren Eignung für das E-Bike bis hin zu Testroutinen für die Probefahrt.
 - ✿ **E-BIKE FAHREN:** Zu den Themen rund um das »E-Bike fahren« - wie Gesundheit, Trainingseffekt, Fahrsicherheit bis hin zu Wartung und Urlaubsfahrten - sind hier hilfreiche Informationen übersichtlich zusammengestellt.
 - ✿ **BESONDERE KONZEPTE:** Ungewöhnliche Antriebe und besondere E-Bike-Konzepte werden an ausgesuchten Beispielen vorgestellt. Manche sind echte Problemlöser für spezielle Anforderungen, andere sind etwas verrückte Ideen, teilweise aber an der Schwelle zur Serienreife. Ein Blick in die mögliche Zukunft des E-Bikes ...
 - ✿ **ANTRIEBE:** 14 Marken-Antriebe werden hier mit ihren technischen Eckdaten und einer kurzen Charakterisierung beschrieben. Diese Antriebe bilden den aktuellen Markt ab und werden in den kommenden Jahren die E-Bike-Technik weiter prägen.

FÜR WEN IST DIESES BUCH?

Es richtet sich an Laien wie an Fachleute, an E-Bike-Besitzerinnen und -Besitzer sowie an Kaufinteressierte. Alle fachlichen Dinge werden in verständlicher Sprache erläutert. Konkrete Kauf Tipps und Testergebnisse sind den Fachzeitschriften überlassen. Dieses Buch will dazu beitragen, dass Interessierte zu mündigen Verbrauchern werden und sich selbst eine fundierte Meinung bilden können.

ZUM SCHLUSS:

Niemand weiß alles, und kein Buch ist perfekt. Es gelingt bestenfalls eine Annäherung. Kritik und neue Informationen sind immer willkommen. In diesem Sinne eine gute und bereichernde Lektüre wünscht

Peter Barzel

DIE ZUKUNFT DES FAHRRADES IST ELEKTRISIEREND

Sie haben ein Buch über E-Bikes in der Hand, wahrscheinlich schon ein wenig ins Inhaltsverzeichnis geschaut, das Vorwort des Autors überflogen und ein bisschen quer geblättert. Haben Sie Fragen zum besten Antriebskonzept? Sind Sie auf der Suche nach dem richtigen E-Bike-Typ für Ihre Bedürfnisse? Oder möchten Sie Details zum richtigen

Umgang mit Rad, Motor und Akku erfahren? 170 Seiten geballtes Wissen zum elektro-unterstützten Fahrrad warten darauf, von Ihnen gelesen und entdeckt zu werden. Rund ums E-Bike gibt es eine Vielzahl technischer Feinheiten zu kennen und zu beachten, damit man das richtige Modell für sich findet und dann mit viel Freude und Sicherheit unterwegs ist. Auf den folgenden Seiten hat Peter Barzel dies alles praxisbezogen und übersichtlich dargestellt. Sie sind bei ihm fachlich, journalistisch und menschlich in den besten Händen, das kann ich nach fast 20 Jahren, die ich mit Peter Barzel unter unterschiedlichsten Konstellationen zusammenarbeite, versichern. Und dennoch kann er und kann auch ich Ihnen natürlich keine zuverlässige Aussage darüber bieten, was Sie da draußen mit dem E-Bike konkret erleben werden – aber zu erleben gibt es viel! Der Antrieb elektrifiziert das Fahrrad und



Gunnar Fehlau

dieses Rad elektrisiert Ihr Leben. Versprochen.

Es sind ja nicht die Motoren, Akkus und Steuerungskonsolen, die über 1,5 Millionen E-Bike-Fahrer auf deutschen Straßen faszinieren. Es ist die neue Lebensqualität, die ein Pedelec in den Alltag und die Freizeit bringt, die die Menschen erreicht. Ist der Leidenschaft Radfahren durch

einen kleinen Motor einmal das lästige «Leiden» genommen, entfaltet das Fahrrad seinen ganz besonderen Reiz. Keine Radgattung, in der dies nicht geschieht. Keine Strecke, auf der dies nicht gelingt. Kein Fahrstil, der dadurch nicht gewinnt.

Längst vorbei sind die Zeiten, in denen ein elektrischer »Hilfsmotor« mit fehlenden Fähigkeiten assoziiert wurde. Diese Leichtigkeit im Umgang mit elektronischer Unterstützung ist für uns beim Aufzug, der Waschmaschine, dem Staubsauger und dem Scheibenheber im Auto schon lange so alltäglich wie selbstverständlich geworden. Jetzt kommt das Fahrrad dazu ... gute Fahrt!

Gunnar Fehlau

Gunnar Fehlau hat die ersten beiden Auflagen dieses Buches zusammen mit Peter Barzel verfasst und ist seit vielen Jahren als Publizist und kreativer Lobbyist für das Fahrrad und das E-Bike tätig.

OHNE MÜHE MEHR SPASS – MIT DEM E-BIKE

Die Zeit, in der das E-Bike noch die Assoziation einer »Fahrhilfe« hervorrief, ist längst vorbei. Die Radfahrer, die meinen: »Toll, dass es so etwas gibt, aber ich brauche das noch nicht.«, werden immer weniger. Selbst Sportler verlieren zunehmend die Scheu, ein elektrounterstütztes Bike zu fahren, wie die wachsenden Verkaufszahlen von E-Mountainbikes beweisen. Sie schätzen es, weil es in der Gruppe Fitnessunterschiede ausgleicht, bisher unerreichbare Ziele erschließt, sich aber weiterhin wie ein Fahrrad anfühlt und einfach Spaß

macht. Und das gilt auch für alle anderen Radfahrer: Bisher ist noch jeder nach der Probefahrt mit einem breiten Grinsen im Gesicht vom E-Bike abgestiegen, selbst Skeptiker und Puristen – was nicht überrascht. Denn Fahrrad fahren ist zwar leichter als zu Fuß gehen, aber das gilt in erster Linie für das Fahren in der Ebene. Bergauf, gegen den Wind oder mit schwereren Lasten wird es mühsam, für manche zu mühsam. Doch genau diese Mühen nimmt das E-Bike dem Radfahrer, weil es seine Muskelkraft verdoppelt bis verdreifacht. Was jeder



Locker bergauf fahren, ohne zu schieben.

beim E-Bike-Fahren deutlich spürt, sei hier kurz erklärt.

BERGAUF FAHREN STATT SCHIEBEN

Ein durchschnittlich trainierter Mensch erbringt mit seinem Muskelantrieb beim Radfahren eine Dauerleistung von 80 bis 100 Watt, kurzzeitig auch deutlich mehr, aber eben nicht auf Dauer. Torsten Treter wiegt 70 kg und sein Fahrrad 10 kg. Zusammen sind das 80 kg. Will er diese auf seinem Fahrrad mit 20 km/h bewegen, braucht er überschlüssig berechnet etwa 80 Watt Antriebsleistung dafür. Das klappt in der Ebene wunderbar. Will er aber den nächsten Berg, der 5 % Steigung hat, hoch fahren, ohne langsamer zu werden, benötigt er mit 218 Watt fast das dreifache an Antriebsleistung. Die Brückenrampe hinauf schafft er das gut, aber auf längeren Steigungen muss er das Tempo reduzieren: Halb so schnell schafft er mit 10 km/h bei 5 % Steigung den Berg ganz gut, denn da braucht er nur die halbe Antriebsleistung von 109 Watt. Was das bergauf Fahren so mühsam macht, ist die Schwerkraft. Torsten Treter muss sein eigenes Gewicht und das seines Fahrrades gegen die Schwerkraft nach oben bewegen. Mit dem E-Bike bekommt er zu seinen 80 Watt muskulärer Antriebsleistung vom Elektromotor maximal noch mal das Doppelte hinzu, macht zusammen 240 Watt. Bergauf fahren fühlt sich mit dem E-Bike deshalb so leicht an wie das Fahren in der Ebene.

KAVALIERSTART AN DER AMPEL?

Warum bleiben Radfahrer so ungern an der roten Ampel stehen? Weniger wegen des Wartens, sondern vor allem wegen des erneuten Anfahrens. Wenn das Fahrrad in der Ebene einmal rollt, fällt das Treten in die Pedale relativ leicht. Doch beim



Ein Ampelgriff erleichtert das Warten, aber nicht das Anfahren.

Anfahren müssen Fahrrad und Fahrer aus dem Stand beschleunigt werden. Das kostet Energie. Wenn die Ampel wieder grün zeigt und Torsten Treter gemächlich in 11 Sekunden von 0 auf 20 km/h beschleunigt, braucht er mit 225 Watt genauso viel Antriebsleistung wie bei einer 5%-Steigung, nur eben für eine deutlich kürzere Zeit. Mit dem E-Bike macht der Start an der Ampel geradezu Spaß – weil es so leicht und so schnell geht.

E-CITYBIKE

Mit dem E-Citybike fing alles an. Wer komfortabel mit Motorunterstützung fahren will, steigt auch gern bequem auf. Moderne Rahmenbautechnik ermöglicht es, dass man auch bei tiefem Durchstieg sicher fahren kann, ohne Flattern oder Aufschwingen bei höheren Geschwindigkeiten und mit Gepäck. Was klassisch hier und da immer noch als Damenmodell betitelt wird, ist deshalb längst ein Unisex-Modell geworden. Denn in der City oder überall da, wo kurze Wege mit häufigem Anhalten sowie Auf- und Absteigen die Regel sind, gibt es nichts Bequemereres. Die aufrechte Sitzposition sorgt für guten Überblick im Verkehr und auf die Sonderangebote der Geschäfte. Zum Bäcker, zum Supermarkt, zur Apotheke, zum Arzt, zum Friseur, zur Arbeit im

benachbarten Stadtviertel oder abends ins Konzert, alles ohne Schwitzen, auch bergauf und immer bis vor die Tür, aber ohne Parkplatzsorgen. Und am Wochenende eine gemütliche Kaffeefahrt, die mit dem E-Citybike nun auch zu etwas entfernten Zielen führt. Viele wollen für ein Einkaufs- oder Alltagsrad für den Nahverkehr nicht so viel Geld ausgeben und auch nicht auf die gewohnte Rücktrittbremse verzichten. Deshalb gibt es immer noch viele E-Citybikes mit Vorderradmotor. Doch auch hier geht der Trend eindeutig zum Mittelmotor, mit und ohne Rücktrittbremse, denn immer mehr Hersteller haben Mittelmotorantriebe mit Rücktrittbremsen entwickelt, auch wenn die Rücktrittbremse mit Abstand die schwächste aller Fahrradbremsen ist.



E-TREKKINGBIKE

Unter dem Begriff Trekkingbike versteht man heute ein Universalfahrrad, mit dem man im Grunde alles machen kann: im Alltag im Straßenverkehr mit vorgeschriebener StVZO-Ausrüstung, am Wochenende auch mal über Feld- und Waldwege, und im Urlaub mit Gepäck auf der Radreise. Das gilt genauso für das E-Trekkingbike, bei dem als zusätzliche Ausstattung der Elektroantrieb hinzukommt. So vielfältig wie ihr Einsatzbereich sind auch die Erscheinungsformen von Trekking- und E-Trekkingbike. Mit Kettenschaltung und mit Nabenschaltung, sportlicher oder eher komfortabler Sitzposition und in der Regel mit Beleuchtung, Schutzblechen und Gepäckträger,

aber ohne Rücktrittbremse. Deswegen und wegen der besseren Gewichtsverteilung ist der Mittelmotor beim E-Trekkingbike erste Wahl und am meisten verbreitet.

Bei sportlicher ausgelegten Modellen findet man auch den im Antritt stärkeren Hinterradmotor. Zwar verlagert sich durch das Mehrgewicht des Antriebs der Schwerpunkt ungünstig nach hinten, doch spielt das hier eine untergeordnete Rolle, weil diese E-Trekkingbikes nicht für das Fahren mit großem Gepäck ausgelegt sind. Sie eignen sich trotzdem gut für das tägliche Pendeln zur Arbeit, hier auch für weitere Strecken, und für die Wochenendtour, dann auch mit kleinerem Gepäck.



E-BIKE-TYPEN

E-Bike, E-Fahrrad, E-Rad, Elektrofahrrad, Elektrorad, E-Velo, Pedelec, S-Pedelec, schnelles E-Bike: All diese Begriffe werden für Fahrräder mit elektrischem Zusatzantrieb gebraucht. Wir haben uns in Anlehnung an die für Fahrräder üblichen Bezeichnungen City-, Trekking-, Mountain- und Roadbike für den Oberbegriff E-Bike entschieden.

Drei Typen von E-Bikes werden technisch und rechtlich nach zwei Kriterien unterschieden:



Äußerlich ist das S-Pedelec nur durch das Versicherungskennzeichen erkennbar.

- ✿ Motorunterstützung nur beim Pedalieren oder alleiniger Motorantrieb: Pedelec oder E-Mofa.
- ✿ Maximalgeschwindigkeit, bis zu welcher der Motor unterstützen darf: Pedelec oder S-Pedelec.

PEDELEC

Beim normalen Pedelec unterstützt der Motor, solange in die Pedale getreten wird und bis zu einer Maximalgeschwindigkeit von 25 km/h. Ab dieser Geschwindigkeit muss der Motor automatisch abgeschaltet werden. Man darf selbstverständlich ohne Motorunterstützung auch schneller als 25 km/h fahren, wie mit jedem normalen Fahrrad auch. Der Motor darf maximal 250 Watt Nennleistung haben. Im Straßenverkehr gelten für Pedelecfahrer die gleichen Rechte und Pflichten wie für Radfahrer. Rund 95 % aller E-Bikes sind heute Pedelecs.

S-PEDELEC

Wie beim normalen Pedelec unterstützt der Motor beim S-Pedelec oder schnellen E-Bike nur, solange pedaliert wird. Allerdings schaltet die Motorunterstützung erst bei einer maximalen Geschwindigkeit von 45 km/h ab. Das ist die zulässige Höchstgeschwindigkeit für Kleinkrafträder. Das S-Pedelec ist deshalb rechtlich kein Fahrrad mehr, sondern ein Kleinkraftrad geringer Leistung und damit ein Kraftfahrzeug – obwohl es technisch ein Fahrrad ist und

auch so aussieht. Das heißt, es braucht eine Betriebserlaubnis, eine Haftpflichtversicherung (kleines Nummernschild) und muss besondere technische Vorschriften erfüllen, wie Dauerbeleuchtung (Standlicht), Rückspiegel und für Kraftfahrzeuge zugelassene Reifen. Außerdem ist eine Fahrerlaubnis vorgeschrieben. Der Motor darf maximal 500 Watt Nennleistung haben. Im Straßenverkehr gelten die Rechte und Pflichten für Kleinkrafträder. Hier ist allerdings eine Anpassung der geltenden Regelungen an die neue Fahrzeuggattung geplant. Etwa 5 % aller E-Bikes sind heute S-Pedelecs.



Das E-Mofa fährt auch ausschließlich mit Motorkraft.

E-MOFA

Das E-Mofa fällt in die deutsche Kategorie des Leichtmofas. Der Motor darf allein bis zu einer maximalen Geschwindigkeit von 20 km/h antreiben - ohne Pedalieren. Zusätzliches Pedalieren ist erlaubt, auch über 20 km/h hinaus. Die Unterstützung wird manuell per »Gasgriff« oder Hebel zu- und abgeschaltet sowie in ihrer Stärke geregelt. Das E-Mofa ist wie das S-Pedelec ein

Kleinkraftrad geringer Leistung und erfordert Betriebserlaubnis und Haftpflichtversicherung (kleines Nummernschild) und Fahrerlaubnis, fällt aber unter die Ausnahmeregelungen für Leichtmofas. Der Motor darf maximal 500 Watt Nennleistung haben. Im Straßenverkehr gelten die Rechte und Pflichten für Kleinkrafträder und Mofas. E-Mofas sind inzwischen unter den E-Bikes die sehr seltene Ausnahme.

E-BIKE – TYPEN

PEDELEC	S-PEDELEC	E-MOFA
Abkürzung für Pedal Electric Cycle	auch schnelles E-Bike genannt.	auch E-Bike genannt
Motor unterstützt nur, wenn in die Pedale getreten wird.	Motor unterstützt nur, wenn in die Pedale getreten wird.	Kann allein mit Motorkraft ohne Pedalieren fahren.
Nennleistung Motor maximal 250 Watt	Nennleistung Motor maximal 500 Watt	Nennleistung Motor maximal 500 Watt
Motor schaltet ab bei: 25 km/h	Motor schaltet ab bei: 45 km/h	Motorantrieb alleine bis: 20 km/h

HARMONIE DES ANTRIEBS

Entscheidend für die Qualität eines E-Bikes ist die Harmonie zwischen Mensch und Zusatzantrieb, zwischen Muskelkraft und Elektromotor. Das ist die Aufgabe der Antriebssteuerung. Sie sorgt dafür, dass sich der Elektromotor möglichst ohne Ruckeln dem menschlichen Verhalten anpasst: langsam treten, schnell treten, leicht treten, kräftig treten, Tretpause - und

das in schöner Unregelmäßigkeit. Im Idealfall fährt sich das E-Bike so, dass man den Motor gar nicht wahrnimmt. Leider ist es so, dass es den Idealfall nicht gibt. Trotzdem sind Unterschiede spürbar. Wie gut die Antriebssteuerung funktioniert, das kann man nicht sehen, sondern nur erfahren. Hier ein paar Testroutinen für die Probefahrt.



Am schönsten ist es, wenn sich das E-Bike wie ein Fahrrad anfühlt - nur mit Rückenwind.

HARMONIE DES ANTRIEBS ERFAHREN	
Anfahren in der Ebene	<ul style="list-style-type: none"> • Schießt der Motor stärker los als gewollt? Das darf er nicht und es kommt heute eigentlich nicht mehr vor. Wenn es doch passiert, ist es ein Unsicherheitsfaktor. • Setzt der Motor unmittelbar beim Anfahren an oder erst mit Verzögerung? • Wie reagiert der Antrieb beim Anfahren im leichtesten und beim Anfahren im schwersten Gang? • Wie reagiert der Motor beim Anfahren in den verschiedenen Unterstützungsstufen?
Anfahren am Berg	<ul style="list-style-type: none"> • Reicht die Unterstützung zum Anfahren am Berg? Das muss zumindest mit leichten Gängen und in der stärksten Unterstützungsstufe funktionieren.
Bremsen und Anhalten	<ul style="list-style-type: none"> • Schiebt der Motor beim Bremsen nach? Wie lange? Wie stark? Ein wenig darf er nachschieben, damit es nicht ruckt, aber nicht so viel, dass das Bremsen verzögert wird.
Tretpause	<ul style="list-style-type: none"> • Stoppt der Antrieb ohne Rucken, wenn man das Pedalieren stoppt und weiter rollt? • Setzt der Antrieb nach der Tretpause wieder weich und ohne Rucken ein?
Unterstützung	<ul style="list-style-type: none"> • Ist in allen Unterstützungsstufen Unterstützung spürbar? Unterstützen alle Stufen bis 25 km/h oder hört die Unterstützung früher auf?
Abschaltgrenze 25 km/h	<ul style="list-style-type: none"> • Wie gut kann man an der Abschaltgrenze fahren? Fühlt sich das Abschalten des Motors wie ein Bremsen an oder kann man angenehm weiter treten? Ausprobieren in verschiedenen Gängen und an der Abschaltgrenze ggfs. einen Gang leichter schalten.
Schalten	<ul style="list-style-type: none"> • Wie verhält sich der Antrieb beim Schalten in einen anderen Gang? Geht der Gang sofort rein? Ruckt es? Kracht es schon mal? Das Schalten sollte ruck- und geräuschfrei verlaufen.
Fahren ohne Motor	<ul style="list-style-type: none"> • Wie fährt sich das E-Bike mit ausgeschaltetem Motor? Dazu ein längeres Stück ohne Motor fahren.

ERGONOMIE

Beim E-Bike wie beim Fahrrad bedeutet Ergonomie nicht nur Komfort und Schmerzfreiheit, sondern vor allem Effizienz und Sicherheit. Beim Fahrrad ist der Mensch der einzige »Motor«, beim E-Bike einer von zweien. Seine Muskelkraft kann der Mensch aber nur dann optimal und effizient einsetzen, wenn das E-Bike an den Menschen individuell angepasst ist und nicht umgekehrt. Und nur ein passendes E-Bike lässt sich in allen Fahrsituationen optimal und sicher beherrschen. Es reduziert die Sturzgefahr deutlich. Für die Auswahl eines ergonomisch passenden E-Bikes ist die persönliche Probefahrt unerlässlich!

RAHMENFORM

Der klassische Herrenrahmen, der Diamantrahmen, bietet nach wie vor die höchste Tragfähigkeit und die größte Fahrstabilität. Doch auch die klassischen »Damenrahmen«, der Trapezrahmen mit halbhochem Durchstieg und der Einrohrrahmen mit tiefem Durchstieg, stehen bei moderner Bauweise dem Diamantrahmen kaum nach. Modern heißt am Beispiel des Einrohrrahmens ein voluminöses Aluminiumrohr mit Verstärkungen am Steuerrohr und im Bereich des Tretlagers. Ob ein solcher Rahmen bei schneller Fahrt und mit Gepäck zum Flattern neigt, hängt außer von der Qualität des Rahmens auch von Lenkgeometrie, Radstand, Reifen und Luftdruck im Reifen ab. Die Wahl der Rahmenform kann deshalb grundsätzlich nach individuellen Bedürfnissen erfolgen. Wer das Aufsteigen mit



Der Diamantrahmen ist die stabilste Rahmenform.



Das Trapezrahmen bietet einen halbhoher Einstieg.



Gut konstruierte Tiefeinsteiger fahren sich auch mit Gepäck ohne Flattergefahr.

dem Schwingen des Beines über Sattel und Oberrohr nicht beherrscht oder nicht möchte, wählt besser einen tieferen Einstieg.

RAHMENHÖHE

Das wichtigste Maß ist die Rahmenhöhe. Nicht nur, damit man mit den Füßen an die Pedale reicht, sondern weil auch alle



Die Rahmenhöhe wird zwischen Mitte Tretlagerwelle und Oberkante Sitzrohr gemessen.

anderen Rahmenmaße wie Rahmenlänge und Lenkerhöhe mit der Rahmenhöhe korrespondieren. Ist der Rahmen zu hoch, fällt das Auf- und Absteigen schwerer. Beim Diamantrahmen steigt die Verletzungsgefahr im Schritt. Vor allem aber lässt sich ein E-Bike mit zu großem Rahmen schlechter beherrschen. Salopp ausgedrückt: Das E-Bike fährt mit einem, doch eigentlich soll der Fahrer das E-Bike »im Griff« haben. Wer den Unterschied nicht kennt: Bitte verschiedene Rahmenhöhen ausprobieren und auf einer Freifläche Schlangenlinien und »Achten« fahren. Bei der Wahl zwischen zwei Rahmenhöhen gilt grundsätzlich die alte Regel der Rennradfahrer: im Zweifel den kleineren Rahmen. Ausnahme: Sitzriesen nehmen eher den größeren Rahmen. Die alte Faustregel für die passende

Rahmenhöhe, Innenbeinlänge (Schrittlänge) minus 25 cm, ist heute nicht mehr hilfreich. Vielfach haben E-Bikes gefederte Sattelstützen, die eine größere Einbauhöhe benötigen als ungefederte. Deshalb ist die Rahmenhöhe bei sonst gleichen Maßen heute nominell niedriger.

SITZHALTUNG

Die Sitzhaltung ist entscheidend für Komfort und Effizienz. Effizienz wird oft mit Sportlichkeit gleich gesetzt. Doch eine sportliche Sitzhaltung ist nur dann effizient, wenn sie



Bei der Sitzhaltung ist unbedingt die natürliche Lordose einzuhalten.



Auch die aufrechte Sitzposition ist minimal nach vorn geneigt. Die Arme sind angewinkelt, der Lenker niedrig und nah am Oberkörper.



Beim Einstellen der Sattelhöhe mit der Ferse ist das Bein gestreckt. Beim Pedalieren mit dem Fußballen darf es nicht gestreckt sein.



Eine falsche horizontale Sattelposition kann Knieprobleme verursachen.



So steht der Fuß richtig auf dem Pedal, um auch die Wadenmuskulatur zu nutzen.



Reicht die Verstellung der Lenkerhöhe nicht aus, kann der Vorbau ausgetauscht oder sein Winkel verstellt werden.

ohne Beschwerden eingenommen werden kann. Konkret: In einer sportlich geeigneten Sitzhaltung ist der Luftwiderstand geringer und die Muskelarbeit effizienter. Für diese Haltung braucht man aber eine gesunde und trainierte Rumpfmuskulatur. Ist die nicht vorhanden, bedeutet die geeignete

Sitzhaltung eine Überlastung auf Kosten der Muskelkraft in den Beinen. Regel: Sitzneigung nicht flacher wählen, als man sie fünf Minuten lang aus eigener Kraft halten kann, ohne sich mit den Händen abzustützen. Für alle Sitzhaltungen außer der reinen Rennfahrhaltung gilt: Die natürliche

HELM – PFLICHT ODER KÜR?

Helmpflicht oder nicht? Diese Diskussion wird alle paar Jahre wieder für das Fahrrad geführt. Mit dem E-Bike erhält sie nun neue Nahrung. Für den Fahrradhelm spricht, dass Kopfverletzungen schwerste Folgen haben und ein Fahrradhelm effektiv schützt. Viele Kopfverletzungen von Radfahrern passieren bei Unfällen ohne Fremdeinwirkung, auch abseits des Verkehrs. Ein Fahrradhelm ist leicht, gut belüftet und schützt im Sommer sogar vor der Sonne. Gegen den Fahrradhelm sprechen das mit dem Fahrradfahren verbundene Freiheitsgefühl, modische Aspekte und die Lästigkeit des Anziehens und Ablegens am Zielort. Der Allgemeine Deutsche Fahrrad-Club (ADFC) argumentiert gegen eine Helmpflicht, weil diese die Menschen vom Radfahren abhalten würde. Und Untersuchungen aus Ländern mit



Helm tragen ist auf dem Pedelec sehr zu empfehlen und auf dem S-Pedelec Pflicht.

Helmpflicht konnten noch nicht beweisen, dass die Unfallzahlen deshalb zurückgingen. Freiwillig tragen vor allem Alltags- und Reisefahrer einen Fahrradhelm.

PEDELEC

Für das Fahren des Pedelecs gibt es keine Helmpflicht, da es rechtlich als Fahrrad gilt. Trotzdem ist das Tragen eines Fahrradhelms auf dem Pedelec sehr zu empfehlen, weil man einerseits spürbar schneller unterwegs ist und andererseits andere Verkehrsteilnehmer mit dieser Schnelligkeit noch nicht rechnen. Denn äußerlich ist ein Pedelec kaum von einem Fahrrad zu unterscheiden.

E-MOFA

Das E-Mofa ist zwar ein Kraftfahrzeug, gilt rechtlich aber als Leichtmofa und ist deshalb von der Helmpflicht befreit. Auch hier ist das freiwillige Tragen eines Fahrradhelms sehr zu empfehlen.

S-PEDELEC

Für das S-Pedelec besteht eine Helmpflicht, weil es ein Kleinkraftfahrzeug geringer Leistung ist. S-Pedelecs werden zwar einerseits nach den Bedingungen für Leichtmofas zugelassen, woraus bisher die Befreiung von der Helmpflicht abgeleitet wurde. Doch andererseits dürfen sie mit Motor- und Muskelkraft 45 km/h schnell fahren. Deshalb hat das Bundesverkehrsministerium 2013 entschieden, dass die Helmpflicht für S-Pedelecs gilt und ein geeigneter Helm zu tragen ist. Weil



Ein Helm muss genau passen und sorgfältig eingestellt werden.

man für die Maximalgeschwindigkeit aber ordentlich in die Pedale treten muss und einem dabei warm wird, ist ein Motorradhelm nicht tragbar. Das Bundesverkehrsministerium und die Polizei tolerieren



Helme dieser Art werden gelegentlich als E-Bike-Helm benannt. Eine Norm dafür gibt es noch nicht.

deshalb aktuell (seit 2013) einen Fahrradhelm auf dem S-Pedelec, bis die Industrie einen geeigneten Helm entwickelt hat.

DER PASSENDE HELM

Der richtige Helm fürs E-Bike ist ein Fahrradhelm. Manche Helme werden zwar inzwischen als E-Bike-Helme angeboten, doch ist das reines Marketing, weil es noch keine Norm für E-Bike-Helme gibt.

Damit der Fahrradhelm gut schützt, muss er eng anliegen, darf aber nirgendwo drücken. Da jeder Kopf anders ist, soll man mehrere Modelle verschiedener Hersteller probieren, denn jedes Drücken am Kopf stört das Wohlbefinden und das Konzentrationsvermögen erheblich. Der Helm soll so fest sitzen, dass sich die Kopfhaut beim Bewegen des Helms gerade sanft mitbewegt. Schnellverstellungen ermöglichen die Anpassung unterwegs.

Auch die Riemen müssen eng anliegen ohne zu drücken und deshalb sorgfältig eingestellt werden. Weit herunterhängende Riemen können beim Unfall strangulieren. Gegen Regen und Kälte schützt ein Helmüberzug. Außerdem gibt es dünne Helmunterziehmützen und Ohrenwärmer (Hot Ears) für Helmträger.

HELM ERNEUERN

Den Helm nicht fallen lassen. Unsichtbare Mikrorisse mindern den Schutz. Und ein Helm altert: Nach etwa 6 Jahren, auf jeden Fall aber nach einem Sturz oder Unfall muss der Helm ersetzt werden. Das Herstellungsdatum ist im Helm angegeben.

DANK

Ohne den Austausch von Wissen und Erfahrung gibt es keine Entwicklung. Und ohne die Unterstützung sehr vieler engagierter Mitarbeiter der E-Bike-Hersteller, die Informationen, Bilder und Testräder zur Verfügung stellen und die Technik auch im Detail erklären, ist ein solches Buch nicht zu machen. Stellvertretend für diese vielen gilt mein Dank

- ✿ meinem ehemaligen Co-Autor Gunnar Fehlau für die freundschaftlich-kritische Begleitung,
- ✿ Hannes Neupert, dem Vorsitzenden des Vereins Extra Energy e.V. und Visionär

des E-Bikes, mit dem ich seit vielen Jahren in einem spannenden Austausch stehe, und

- ✿ Kurt Schär, dem ehemaligen Geschäftsführer der Biketec AG, der mit Beständigkeit, Weitblick und Qualität mit der Marke Flyer dem E-Bike in der Schweiz und in Europa den Weg bereitet hat.

Nicht zuletzt gilt mein Dank den Protagonisten, die mir ihre Praxiserfahrungen für dieses Buch in Wort und Bild zur Verfügung gestellt haben.

Peter Barzel

ÜBER DEN AUTOR

Peter Barzel, Jahrgang 1957, Dipl.-Ing., beschäftigt sich seit Mitte der 1980er-Jahre als Technischer Redakteur mit der Darstellung und Erklärung von Technik. Seit vielen Jahren bringt er sein Wissen und seine Faszination für alles, was zwei Räder und Pedale hat, auch als Buchautor und Journalist in Tageszeitungen, Magazinen, Hörfunk und Vorträgen ein. Immer wieder begeistert

ihn, wie schnell, effizient und bequem man sich aus eigener Kraft auf zwei Rädern fortbewegen kann - in Alltag und Freizeit, entspannt oder sportlich, aufrecht sitzend oder auf dem Liegerad, mit und ohne Anhänger, mit dem Faltrad »unterm Arm« im Zug oder (immer öfter) auf dem E-Bike mit elektrischem Rückenwind.

BILDNACHWEIS

- Abus: S. 116, 117 o., 117 u.
AGFS NRW: S. 15
Amac Garbe für DLR: S. 40
Ansmann AG: S. 70 o., 75, 142 li., 142 re.,
143 li.
Atera: S. 123
AVE-Bikes: S. 55
Badische Landesbibliothek: S. 10
Benchmark Drives: S. 63 o.
Biketec AG: Titel m.li., Titel m.re., S. 22,
29, 30, 78, 80 (auch Umschlagrückseite
unten links), 82 u., 113, 122, 124, 125,
170, 171
Bionx International: S. 14, 16 (auch
Umschlagrückseite unten rechts), 90,
110, 144, 145 li., 145 re.
Bluelabel: S. 25
Bosch Ebike Systems: S. 146 li., 146 re.,
147, 148, 149
Coboc: S. 126 li., 126 re.
Daniel Simon: Cover groß, u. m., u.re
Derby Cycle GmbH: S. 60 o., 61 o., 106
Deutsche Post AG: S. 39
Diamant Fahrradwerke: S. 49 o.
Dolphin: S. 18 u.li.
Electrolyte: S. 128 li., 128 re.
Focus: S. 26
Go Swissdrive: S. 150 u., 151
Gocycle: S. 129 li., 129 re.
Haibike: S. 27, 43 (auch Umschlagrückseite
unten Mitte), 44
Hasebikes: S. 130 o., 130 u.
Heinzmann: S. 152 o., 152 u., 153 re.
Hiddenpower: S. 131 re.
HPVelotechnik: S. 32
IVV Aachen: S. 18 u.re.
Kalkhoff: S. 24, 28, 33, 112, 132 li., 132 re.
Koga: S. 140
Mando Footloose: S. 133
Manitou: S. 105 re.
Marcus Gloger: S. 21, 38
MPF Drive: S. 156
Pinion: S. 97 u.
Pressedienst Fahrrad: S. 50, 88 o.re., 99,
114 o.re., 114 u.li, 120u.
Pressedienst Fahrrad Hercules: S. 82 m.
Pressedienst Fahrrad Holger Heinemann:
S. 36
Pressedienst Fahrrad Koga: S. 82 o.
Riese und Müller: S. 9, 31, 104
Schwalbe: S. 102, 103 o.
Shimano: S. 162 li., 162 re., 163
Smart: S. 134
Sparta: S. 17 o.
Specialized: S. 86 li., 86 re
Sram: S. 135
Stromer: S. 136 Umschlagrückseite oben
Sunstar: S. 164, 165
Superpedestrian Michael D. Spencer:
S. 127
Transx PST: Cover u.li, S. 166 li., 166 u.re.,
Ulrich Alber GmbH: S. 158, 159
Utopia Velo: S. 137
Vivax: S. 138 li., 138 re.
Winora: S. 42
Yamaha: S. 168, 169
Zehus: S. 139

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

3., aktualisierte und erweiterte Auflage 2014
ISBN 978-3-7688-3762-0
© Delius, Klasing & Co. KG, Bielefeld

Lektorat: Klaus Bartelt
Titelfoto: Daniel Simon
Fotos und Grafiken: vom Autor, wenn nicht anders angegeben
Umschlaggestaltung: Dagmar Dörpholz
Layout: Gabriele Engel
Lithografie: scanlitho.teams, Bielefeld
Druck: Print Consult, München

Alle Rechte vorbehalten! Ohne ausdrückliche Erlaubnis
des Verlages darf das Werk weder komplett noch teilweise
reproduziert, übertragen oder kopiert werden, wie z. B.
manuell oder mithilfe elektronischer und mechanischer
Systeme inklusive Fotokopieren, Bandaufzeichnung und
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



E-Bikes, Pedelecs und Elektrofahrräder ermöglichen den Fahrrad-einsatz auch dort, wo bisher der Verbrennungsmotor regierte. Mit elektrischer Zusatzpower zur Muskelkraft tragen sie Lasten, bezwingen Anstiege und trotzen jedem Gegenwind. Es gibt eine Vielzahl an Modellen und Konzepten: vom Alltags- über das Lastenrad bis hin zu Mountainbike und Rennrad.

E-Bike-Spezialist Peter Barzel stellt die grundsätzlichen Varianten vor, beschreibt Motoren und Steuerungssysteme, gibt einen Überblick über das Angebot und benennt Qualitätsmerkmale. Auch die Fahrpraxis kommt nicht zu kurz.

Alles Wichtige zum Thema E-Bike in einem Buch:

- Bauweisen und Antriebe
- Motoren und Steuerungssysteme
- Fahrsicherheit
- Qualitätsmerkmale



Willkommen in der Welt der E-Bikes!

ISBN 978-3-7688-3762-0



www.delius-klasing.de

9 783768 837620