

E-Power: Die Position entscheidet

von bb - Donnerstag, 27. April 2017

https://www.pd-f.de/2017/04/25/e-power-die-position-entscheidet_11331



Höher, schneller, weiter, besser: Der [E-Bike](#)-Markt ist mächtig in Bewegung und bringt im schnellen Takt neue Produkte und Innovationen auf den Markt. Hier gilt es, den Überblick zu bewahren. Das fängt bereits bei der Wahl der Motorposition an. Der [pressedienst-fahrrad](#) erklärt die unterschiedlichen Varianten.

[pd-f/tg] Historische Patentschriften zeigen: Erste Elektrofahrräder waren bereits um 1895 auf europäischen Straßen unterwegs. Und ihre Vorteile waren damals schon bekannt: ein großes Drehmoment aus dem Stand und ein hoher Wirkungsgrad im Gegensatz zu Dampfmaschine oder Verbrennungsmotor. In ihrer Form ähnelten die Antriebe dabei sogar den heutigen Modellen: Entweder waren sie als Nabenmotor im Vorder- oder Hinterrad oder als Tretlagermotor verbaut. Und genau diese Frage der Platzierung des Motors beschäftigt Produktentwickler bis heute. Wie rasant sich der gesamte E-Bike-Markt in den letzten Jahre gewandelt hat, verdeutlicht am besten das Beispiel des Vorderradnabenmotors: Anfänglich an so gut wie jedem E-Bike verbaut, ist diese Gattung heute nur noch im Einstiegsbereich zu finden.

Die Beziehung von Drehzahl und Drehmoment

Doch bevor es um die Vorzüge der einzelnen Motorpositionen geht, kurz ein paar allgemeine Fakten zum Elektromotor. Diese beziehen sich auf Pedelecs, da diese Räder mit über 95 Prozent Marktanteil die gängigste Form der Anwendung sind. Für die Umwandlung von elektrischer Energie in mechanische werden beim Elektrofahrrad fast ausnahmslos Gleichstrommotoren verwendet. Sie unterstützen das Pedalieren beim [Pedelec](#) bis zu einer Geschwindigkeit von 25 km/h und haben eine maximale Nennleistung von 250 Watt. Die Leistung des Motors berechnet sich durch die Multiplikation aus Drehmoment und Drehzahl. „Bei hohen Beanspruchungen wie Bergfahrten kann der Elektromotor eine durchaus höhere Spitzenleistung als die Nennleistung von

250 Watt bringen“, so Anja Knaus, Pressesprecherin beim E-Bike-Pionier [Flyer](#). Das Besondere beim Pedelec ist, dass die Motorleistung nicht wie beim Auto über ein Gaspedal gesteuert wird, sondern durch die Tretleistung des Fahrers. Sensoren messen dessen Trittfrequenz und Tretkraft. Zusammen mit dem vom Fahrer gewählten Unterstützungsgrad wird dann die Leistung berechnet, die der Motor bringen soll. „In der Praxis fühlt der E-Biker die kraftvolle Unterstützung, die ihm gerade im hügeligen Terrain weiteren Schwung gibt. Das macht dann natürlich Spaß“, beschreibt Markus Riese, Geschäftsführer von [Riese & Müller](#). Durch die unterschiedlichen Unterstützungsmodi eines jeden Systems kann der E-Biker selbst entscheiden, welchen „Wumms“ er gerne spüren möchte. Jedes Motorkonzept hat jedoch eine unterschiedliche Charakteristik, weshalb die Angaben zum maximalen Drehmoment variieren. „Es ist deshalb ein Fehler zu denken: je höher das Drehmoment, desto besser. Hier spielen noch mehr Faktoren eine Rolle und die Drehmomente verschiedener Motorkonzepte und -positionen sind nicht eins zu eins vergleichbar“, erklärt Florian Niklaus, Entwickler beim Schweinfurter Hersteller [Winora](#).

Das Gute aus der Mitte

Wegbereiter des Mittelmotors waren die japanischen Hersteller Yamaha und Panasonic, die schon Anfang der Neunziger in Serie fertigten. Mit dem Markteinstieg von Bosch 2010 hat diese Antriebsversion ihren endgültigen Durchbruch erreicht. Mittlerweile hat der Tretlagermotor in Deutschland die größte Verbreitung. Der große Vorteil des Mittelmotors liegt darin, dass er über ein Schaltgetriebe wie Ketten- oder Nabenschaltung mit dem Hinterrad verbunden ist. Durch die Gangschaltung kann man, wie beim Fahrrad ohne E-Antrieb, abhängig von der Fahrgeschwindigkeit die Übersetzung ändern. Dadurch kann der Motor in seinem günstigsten Wirkungsgradbereich und der höchsten Leistungsabgabe arbeiten. „Vor allem beim Bergauffahren ist dadurch die Reichweite deutlich größer als beim Nabenmotor, es wird ein Überhitzen vermieden und im kleinen Gang ist auch das Drehmoment am Hinterrad viel größer. Ein Nabenmotor ist hingegen wie ein Fixie ein Eingangmodell und nur für einen schmalen Geschwindigkeitsbereich gut“, erklärt Markus Riese.

Zudem besitzen die Mittelmotoren ein Getriebe, das heißt eine interne Übersetzung, um im optimalen Wirkungsgrad zu arbeiten. Der schweizerische E-Bike-Pionier Flyer präsentiert in Zusammenarbeit mit Panasonic gar einen Motor mit integriertem Zwei-Gang-Getriebe. „Dadurch wird das Gangspektrum nochmals erhöht und der Fahrer befindet sich in jeder Situation im optimalen Drehmomentbereich des Motors“, beschreibt Anja Knaus die Vorteile. „Die mittige Montage senkt zudem den Schwerpunkt, was das Fahrverhalten gerade beim sportlichen Fahren von E-(Mountain-)Bikes positiv beeinflusst“, ergänzt Christian Malik, Produktmanager beim E-[Mountainbike](#)-Vorreiter [Haibike](#), einen weiteren Vorteil des Systems. Doch zwei „Probleme“ bleiben bestehen: Der Antriebsstrang aus Kettenblatt, Kette und Kassette schluckt bei Tretlagersystemen etwas Leistung. So kommt nicht das volle Drehmoment des Mensch-Maschine-Hybridmotors am Hinterrad an, wo die Power gebraucht wird. Das kann jedoch aufgrund der Vorteile getrost vernachlässigt werden, auch weil die Verluste äußerst gering sind. Weiterhin brauchen E-Bikes mit Mittelmotoren spezielle Rahmenkonstruktionen für die Aufnahme des Systems. Das verursacht zusätzliche Kosten in Entwicklung und Produktion. Die Räder sind deshalb weit mehr als ein Fahrrad, an das ein Motor geschraubt wurde.

Mittelmotoren kommen auch bei „ausgefallenen“ Rädern wie Cargo-Bikes oder Liegerädern zum Einsatz. „Bei uns wird der Mittelmotor zum Frontmotor, da das Tretlager bei uns an vorderster Front arbeitet“, erläutert Alexander Kraft, Pressesprecher beim Liegeradhersteller [HP Velotechnik](#). Beim [Liegerad](#) ist aber durchaus der Einsatz eines Hinterradnabenmotors sinnvoll. „Das kleine Plus ist, dass man durch die Nabe mehr Gewicht am Antrieb hat und so die Traktion verbessert. Dank Baukaustensystem können die Kunden bei uns wählen – beide Varianten funktionieren tadellos.“

Der Schub von hinten

Die Fahrer von Hinterradnabenmotoren schätzen das direkte Ansprechen der Aggregate, ihre Laufruhe und die Fahrdynamik des wie gewohnt vom Hinterrad kommenden Schubs. Ein weiterer Vorteil des Hinterradmotors: Man kann das Hinterrad austauschen und hat ein normales Fahrrad. Da die Motorwelle gleichzeitig als Hinterradnabe dient, kommen manche Motoren ohne interne

Übersetzung aus. Sie gelten als äußerst robust und resistent gegen mechanische Ausfälle. „Weder Getriebe noch Antriebsstrang erzeugen einen Widerstand, weshalb der mechanische Wirkungsgrad sehr hoch ist“, erklärt Stefan Stiener, Geschäftsführer des Reiseradspezialisten [Velotraum](#). Weil Kette und Ritzel vom Motorantrieb entkoppelt arbeiten, gilt der Komponentenverschleiß als wesentlich geringer im Vergleich zum Mittelmotor. „Neben der sportlichen Fahrweise ist mit dem Hinterradnabenmotor auch ein klassischerer Designansatz beim Rahmen umsetzbar. So lässt er sich sehr schön in das Gesamtkonzept des Rades integrieren“, erläutert Harald Troost vom niederländischen Hersteller [Koga](#) einen weiteren Vorteil. Und noch ein Vorteil des Hinterradnabenmotors ist die Möglichkeit der Rekuperation. Der Motor wandelt die beim Bremsvorgang freigewordene Energie wieder in Strom um und speist damit den Akku. Allerdings kann damit nicht der komplette Akku geladen werden, sondern nur geringe Mengen bei langen Abfahrten. Trotz ihrer positiven Attribute sind Hinterradnabenmotoren bei Alltagsrädern allerdings seltener geworden. Das liegt daran, dass das System zum schnelleren Überhitzen neigt, was jedoch nur bei längeren und steilen Anstiegen passieren kann. Um das zu vermeiden, gibt es auch kompakte Versionen mit einem integrierten Getriebe, die zusätzlich bauartbedingt unauffälliger als ein getriebeloser Motor sind. Durch Reibungsverluste der Getrieberäder ist der Wirkungsgrad allerdings geringer als bei der getriebelosen Variante. Stärker ins Gewicht fällt hingegen, dass Hinterradnabenmotoren nicht mit Nabenschaltungen kombinierbar sind. Als Lösung bietet sich zum Beispiel die Zentralgetriebebeschaltung von [Pinion](#) an. „Beide Komponenten, also das Getriebe und der Heckmotor, sind extrem wartungsarm und damit eine gute Wahl für Vielfahrer, die ein zuverlässiges und leistungsstarkes Pedelec suchen“, erklärt Andrea Escher von Pinion. Durch das breite Übersetzungsspektrum der Schaltung und die große Spreizung der Gänge kann die Drehzahl des Hinterradnabenmotors motorschonend hoch gehalten und Überhitzung verhindert werden. Fahrradexperten rechnen damit, dass diese Kombination in Zukunft gerade für S-Pedelecs bis 45 km/h interessant werden kann.

Vorne zieht's

Auf der anderen Seite liegt der Vorderradnabenmotor. Dieser wird fast nur noch bei Rädern im preislichen Einstiegsbereich für E-Bikes ab 1.000 Euro verbaut. Hier besteht weniger Entwicklungsaufwand, da der Motor keinen direkten Kontakt zum Antriebssystem hat. Das System ist dadurch mit jeder Schaltung kompatibel, auch eine Rücktrittbremse ist problemlos möglich. Längere Kabelwege erhöhen jedoch die Störanfälligkeit. Außerdem belasten die stärkeren Kräfte insbesondere im Gabelbereich den Rahmen, was zu Rahmenbrüchen führen kann. Der Einsatz einer komfortablen Federgabel ist ebenfalls schwieriger zu realisieren. Zudem ändert sich das Fahrverhalten der Räder: Während bei einem Fahrrad gewöhnlich der Schub von hinten kommt, wirkt hier die komplette Motorkraft am Vorderrad. Der E-Biker bekommt gerade am Berg ein Gefühl, als ob er hinaufgezogen würde. Die daraus resultierende schlechtere Traktion kann zu einem Wegrutschen des Rades bei Nässe oder auf losem Untergrund führen. Das Argument, dass bei Frontradbabenmotoren kein Nabendynamo verbaut werden kann, ist hingegen hinfällig: Seit einer Gesetzesänderung 2013 darf die [Beleuchtung](#) aus dem E-Bike-Akku gespeist werden. Einen neuen Einsatzzweck bekommt der Vorderradnabenmotor jetzt an Falträdern. „Ein Grund ist der komplexe Faltmechanismus bei [Brompton](#)-Rädern“, erklärt Henning Voss vom deutschen Brompton-Partner Voss Spezial-Rad. Wesentliche Vorteile erzielt der Nabenmotor beim [Faltrad](#), da er kleiner und kompakter als ein vergleichbarer Mittelmotor ist. So fällt gerade beim Tragen und Falten das Mehrgewicht von Motor und Akku weniger ins Gewicht.

Vorsicht beim Nachrüsten

Heikel aus rechtlicher Sicht ist hingegen das Thema Nachrüstantriebe. Diese gibt es wahlweise ebenfalls als Tretlager- oder Nabenvariante und sogar als Reibantriebe, die am Reifen anliegen. Die Nachrüst-Kits punkten durch ein niedrigeres Gewicht als Komplettsysteme. Systemhersteller argumentieren außerdem damit, dass man sein aktuelles Rad behalten könne und so auch Geld spare gegenüber der Neuinvestition in ein E-Bike. Jedes Fahrrad könne so zum E-Bike gemacht werden. Doch Vorsicht: Das mag zwar technisch in vielen Fällen möglich sein, rein rechtlich birgt es jedoch Stolperfallen. Falls ein Fahrradhändler den Umbau vornimmt, wird er dadurch automatisch zum Hersteller des E-Bikes – mit allen Pflichten und Haftungsansprüchen. Deshalb

kooperieren manche Anbieter von Nachrüstmotoren mit Versicherungsanbietern, die bei Haftungsansprüchen im Schadensfall einspringen und den Handel entlasten. Jedoch bleibt dabei das Problem, dass die wenigsten Rahmen auf die Mehrbelastungen einer E-Unterstützung ausgelegt sind. Das kann beispielsweise zu Rahmenbrüchen oder Gabelproblemen führen. Darum gehen manche Fahrrad- und Antriebshersteller dazu über, spezielle Fahrradrahmen zu entwickeln, die sie als „E-Bike ready“ betiteln. Die Rahmen sind dabei auf die höheren Ansprüche für die Aufnahme eines E-Bike-Motors vorbereitet und mit oder ohne Antrieb erhältlich. Ein Thema bei dem Alexander Kraft nur lächeln kann: HP Velotechnik bietet seit 2018 die Option der Nachrüstung als hauseigenen Service an. Die motorisierten Räder werden dafür nochmals intensiv vom Hersteller geprüft. „So können wir für das neue Fahrzeug eine CE-Erklärung abgeben“, versichert Kraft.

[Express-Bildauswahl \(12 Bilder\)](#)

[Erweiterte Bildauswahl zum Thema \(45 Bilder\)](#)

Passende Themen beim pd-f:

[S-Pedelecs: Wenn das Fahrrad zum Kraftfahrzeug wird](#)

[Themenblatt: E-Bike/Pedelec](#)

[Rückenwind für jedermann: Die Emanzipation des E-Bikes](#)

[Immer weiter, immer breiter: Sieger der Saison 2017 \(Fahrrad\)](#)

[E-Bikes 2017: Für jeden Geschmack das passende Rad](#)

[Typenkunde – E-Bike](#)

[E-Bikes 2017 – Strom von urban bis alpin](#)

Passendes Bildmaterial

