

# Radschlag



## LAUFRÄDER UNTER 1500 EURO IM TEST

Sie beeinflussen den Charakter eines Rennrades, sie sind vielfältig wie kaum ein anderes Bauteil: Laufräder. Leicht oder steif, flache oder Aero-Felgen – wir haben sie getestet. Zwölf höchst unterschiedliche Laufräder für Drahtreifen zwischen 300 und 1500 Euro im Test.



**T**echnische Daten sind was Feines. Sie sind höchst informativ, damit lassen sich etwa Rennräder und Komponenten bestens beschreiben, objektiv vergleichen und letztendlich auswählen. Selbst Menschen bewerten wir mit technischem Zahlenwerk: beispielsweise mit Größe und Gewicht, beides dann zum Body-Mass-Index (BMI) verrechnet.

Speziell der männliche Teil der Weltbevölkerung beschreibt die holde Weiblichkeit mit Körbchengröße und dem Taille-Hüftverhältnis. Bei Letzterem gelten Werte nah bei 0,7 als ideal, weil derartige „Sanduhren-Silhouetten“ aus evolutionsbiologischer Sicht gesunden Nachwuchs versprechen – und darum im männlichen Gehirn als „vorteilhafter Wert“ hinterlegt sind.

### Der Auswahlprozess

Doch was hat die „Brautschau“ mit unserem großen Lauftradtest zu tun? Ganz einfach: Die Vorgehensweise ist ähnlich. In beiden Fällen lässt sich mit technischen Daten

eine Vorauswahl erstellen, bei der Wahl an sich kommt es jedoch darauf an, wer oder was zu mir passt. Optische Aspekte können durchaus technische Wunschdaten pulverisieren.

Die Eigenschaften von Laufrädern lassen sich mit Gewicht, Seitensteifigkeit, Beschleunigung, Komfort, Felgendimensionen, Speichenzahl und Aerodynamik ganz vorzüglich beschreiben. Aber sie müssen auch zum Fahrer, zu seinem Körpergewicht, Fahrstil und bevorzugten Streckenprofil passen. Ein leichter Fahrer, der bevorzugt Höhenmeter sammelt, wird einen Laufradsatz mit niedrigem Gewicht wählen – Seitensteifigkeit und Aerodynamik werden nur untergeordnete Bedeutung haben. Über den Hinweis des Herstellers „bis 85 Kilo Körpergewicht freigegeben“ wird ein solcher Sportler nur müde lächeln. Rolleure, die auf welliger Langstrecke unterwegs sind, werden einen ausgewogen Allround-Laufradsatz wählen, der in allen Disziplinen gute Werte liefert. Zeitfahrer werden in erster Linie auf die aerodynamischen Fakten schauen.



**Oben: Die Komfortmessung:** Mit der Gewindespindel wurde über den langen Hebelarm eine Kraft auf die Laufradachse aufgebracht, die Felge steht auf einer Kraftmessdose, der Messverstärker zeigt die gemessene Kraft an. Rechts: Beim Hinterrad Tune Skyline sind antriebsseitig die sich kreuzenden Speichen mit Carbon umwickelt und verklebt. Das erhöht die Steifigkeit und senkt die Geräuschentwicklung. Rechts: Bei den Mavic-Laufrädern ist der Übergang von Reifen zu Bremsflanke glatt und strömungsgünstig.



## Auf dem Prüfstand

Zu guter Letzt beeinflusst auch die Optik die Kaufentscheidung. Der Laufradsatz sollte farblich zum vorhandenen Rennrad passen. Deshalb bieten die meisten Hersteller Naben und Speichennippel in verschiedenen Farben an, bei Felgen kann bestenfalls zwischen schwarz und weiß gewählt werden. Tragen nur die Firmenaufkleber auf Felge oder Nabe zur farblichen Disharmonie bei, so können diese entfernt werden. Erwärmen Sie die Aufkleber vorher mit einem Fön, damit der Kleber aufweicht.

Für einige ist auch das Image des Herstellers wichtig, bei anderen soll das Laufrad-Fabrikat zu den vorhandenen Komponenten passen.

Eine hohe Seitensteifigkeit am Vorderrad sorgt für präzises direktes Lenkverhalten, das Rad läuft auch keinen Spurrillen hinterher. Ein seitensteifes Hinterrad verwindet sich nicht im Wiegetritt, weder seitlich noch in Drehrichtung. Bei der Messung der Seitensteifigkeit belasteten wir die Felge seitlich mit einer Kraft und notierten den

Weg der Nachgiebigkeit. Die Maßeinheit der Seitensteifigkeit ist Newton pro Millimeter (N/mm), es wird also angegeben, welche Kraft erforderlich ist, um die Felge seitlich um einen Millimeter zu bewegen. Je größer der Wert, desto höher die Steifigkeit.

Mehr als 35 N/mm würden wir als solide und stabil bezeichnen, Werte unter 30 N/mm sind eher für leichte Bergfahrer gedacht, meist geben die Hersteller hier auch maximale Fahrergewichte an. Beim Systemgewicht handelt es sich um das Gewicht von Fahrer plus Rennrad. Wir ermittelten im ganzen Testfeld Werte zwischen 26,7 und 50 N/mm.

Konstruktionsbedingt sind die Hinterräder weniger seitensteif als die Vorderräder. Wegen der Kassette auf der Antriebsseite stehen dort die Speichen deutlich steiler, als bei der mittig eingespeichten Vorderradnabe. Die Hersteller versuchen das mit mehr Speichen auszugleichen. Weiter sorgen stabile – und damit schwere – Felgen für hohe Seitensteifigkeiten.

# Größte Publikumsmesse in NRW für Fahrräder • Radsport • Zubehör • Radtouristik

**26.02. – 01.03.2015**

Bu

**80.000 BESUCHER**

**253 AUSSTELLER**

**16.000 m<sup>2</sup>**



**Fahrrad  
Essen**

Partner  
**RadClub**  
Deutschland

**MESSE  
ESSEN**

Place of Events

**Standbuchungen unter [www.fahrrad-essen.de](http://www.fahrrad-essen.de)**



Fabrikat	Actionsports	Xentis	Ritchey
<b>Modell</b>	Funwork N76	XLB 4.2	Zeta II Road Wheels
<b>Preis</b>	399 Euro	1462 Euro	699 Euro
<b>Lieferumfang</b>		LRT, SSP, FB	SSP, FB
<b>Gewicht</b>	630 / 810 / 1440 g	638 / 824 / 1462 g	647 / 836 / 1483 g
<b>Seitensteifigkeit</b>	41,4 / 36,4 N/mm	35,7 / 30,8 N/mm	40,8 / 33,3 N/mm
<b>Nachgiebigkeit / Komfort</b>	0,76 / 0,80 mm	0,87 / 0,76 mm	0,86 / 0,82 mm
<b>Beschleunigung</b>	14,0 / 15,3 / 29,3 J	14,4 / 15,7 / 30,1 J	15,6 / 17,3 / 32,9 J
<b>Anzahl Speichen</b>	32 / 32	20 / 24	20 / 24
<b>Felgenmaterial</b>	Alu	Carbon	Alu
<b>Felgenhöhe</b>	21,4 mm	41,7 mm	23,7 mm
<b>Felgenbreite</b>	20,4 mm	20,4 mm	21,6 mm
<b>Freilaufgeräusch</b>	mittel	sehr leise	mittel
<b>max. Fahrergewicht</b>	90 kg	110 kg Systemgew.	k.A.
<b>Fazit:</b>	Viel Laufrad für's Geld, Seitensteifigkeit und Beschleunigung sind sehr gut	Carbon-LRS mit hoher Felge, trotzdem gute Beschleunigung, Perfekter Allrounder	Stabiler Allrounder ohne Schwächen

## Der Komfort

Der Fahrkomfort wird im Wesentlichen von Reifen und Luftdruck bestimmt. Doch hier stellt sich die Frage, ob nicht auch die Laufräder mit ihrer Elastizität zum Komfort beitragen. Um dies zu testen, bauten wir einen neuen Prüfstand, auf dem die Achsen der Laufräder senkrecht mit 1000 Newton (ca. 100 Kilogramm) belastet werden. Das entspricht ungefähr der Belastung, die beim Durchfahren eines Schlagloches entsteht.

In den Testbriefen finden Sie die Nachgiebigkeit, das ist der Weg, um den das Laufrad bei einer Belastung von 1000 Newton nachgibt. Große Messwerte bedeuten mehr Komfort – sie liegen hier zwischen 0,6 und 1,15 Millimetern. Die Kernfrage lautet jedoch: Welchen Anteil hat die Elastizität

des Laufrades selbst am Gesamtkomfort, also dem von Laufrad plus Schlauch und Reifen? Exemplarisch ermittelten wir dies an dem Vorderrad des Ksyrium-Laufradsatzes von Mavic. Das Ergebnis: Bei sieben Bar Druck hat das Laufrad selbst nur einen geringen Anteil am gesamten Komfort. In diesem Fall nur 12,5 Prozent. Bei acht Bar stieg er leicht auf 13,7 Prozent. In der Praxis bedeutete dies, dass große Unterschiede in der Elastizität von Laufrädern durchaus auch beim Fahrkomfort spürbar sind.

## Das Gewicht

Wer technische Daten eines Laufrades sieht, dessen Blick bleibt als erstes fast immer an einer Zahl hängen: dem Gewicht. In unserem Testfeld notierten wir hier Werte zwi-



<b>Aerycs</b>	<b>Tune</b>	<b>Tune</b>
A20SL C	Skyline	TSR 30 Sw
389 Euro	1449 Euro	666 Euro
LRT, SSP, (mit schwarzer Felge 379 Euro)		
569 / 744 / 1313 g	563 / 689 / 1252 g	619 / 770 / 1389 g
28,6 / 26,7 N/mm	28,6 / 28,6 N/mm	42,6 / 31,3 N/mm
0,91 / 0,86 mm	0,96 / 0,86 mm	0,82 / 0,91 mm
13,6 / 15,5 / 29,1 J	14,6 / 14,9 / 29,5 J	15,1 / 16,7 / 31,8 J
20 / 24	24 / 28	20 / 24
Alu	Alu	Alu
22	21,8 mm	31,0 mm
18,5 mm	22,0 mm	18,5 mm
mittel	laut	laut
80 kg	85 kg	110 kg
Preiswerter LRS für Bergfahrer, beste Beschleunigung und zweitleichtester LRS	Erste Wahl für Bergfahrer, leichtester LRS, dafür relativ hohes max. Fahrergewicht	Leicht und steif, hohe Felgen, Top-Allrounder für Kilometerfresser

Bei mehreren Daten in der Reihenfolge: Vorderrad / Hinterrad / gesamt, SSP = Schnellspanner, LRT = Laufradtasche, Felgenbreite außen gemessen, alle LRS mit Shimano-Freilauf, WZ = Werkzeug, FB = Felgenband

schen 1252 und 1752 Gramm. Fakt ist jedoch: Leichtbau geht fast immer zu Lasten der Steifigkeit. Und meist gilt: Hohe und aerodynamische Felgen sind seitensteif und schwer – das Gegenteil trifft auf leichte und flache Felgen zu. Die Essenz lautet hier, ein Satz Laufräder kann nicht in allen Disziplinen Top-Werte liefern.

Das Beschleunigungsverhalten von Laufrädern – und damit die Agilität des gesamten Rennrades – ist von deren rotatorischer Massenträgheit abhängig. Auch für diesen Test haben wir einen Prüfstand gebaut. In diesem wurden die Laufräder einer definierten Beschleunigung ausgesetzt. Anhand dieser Messwerte berechneten wir die Massenträgheit. Deren Maßeinheit lautet „Kilogramm-quadratmeter“. Weil sich darunter kein Mensch etwas

Greifbares vorstellen kann, wird mit der Massenträgheit die Energie oder Arbeit berechnet, die erforderlich ist, um den Laufradsatz von null auf 30 Kilometer pro Stunde zu beschleunigen, die Maßeinheit ist „Joule“. Sie finden die Werte für diese Beschleunigungsenergie in den Testbriefen, sie liegen zwischen 28,7 und 57,2 Joule.

Zwei Laufradsätze mit gleichem Gewicht können durchaus sehr unterschiedliche Beschleunigungsenergien aufweisen. Befindet sich ein großer Anteil des Gewichtes in der Nabe, also auf einem kleinen Radius, so ergeben sich auch kleinere Werte für die Energie zur Beschleunigung. Es kommt also auf die Gewichtsverteilung an.

Bei gleichem Gewicht ist die Variante „schwere Nabe + leichte Felge“ günstiger als die andere, „leichte Nabe +



Fabrikat	Shimano	Shimano	Campagnolo
Modell	Ultegra	Dura Ace WH-9000	Shamal Ultra
Preis	450 Euro	1199 Euro	ca. 798 Euro
Lieferumfang	SSP, WZ	SSP, WZ, FB	2 LRT, SSP, WZ
Gewicht	718 / 949 / 1667 g	580 / 813 / 1393 g	641 / 869 / 1510 g
Seitensteifigkeit	50,0 / 36,4 N/mm	44,4 / 32,8 N/mm	40,0 / 37,0 N/mm
Nachgiebigkeit / Komfort	1,02 / 0,94 mm	1,15 / 1,05 mm	1,11 / 0,73 mm
Beschleunigung	15,5 / 16,8 / 32,3 J	13,4 / 15,2 / 28,6 J	15,8 / 16,6 / 32,4 J
Anzahl Speichen	16 / 20	16 / 20	16 / 21
Felgenmaterial	Alu	Alu-Carbon-Verbund	Alu
Felgenhöhe	23,0 mm	21,0 / 23,0 mm	23,5 / 22,5 mm
Felgenbreite	21,2 mm	21,0 mm	20,7 mm
Freilaufgeräusch	leise	leise	sehr leise
max. Fahrergewicht	keine offizielle Gewichtsbeschränkung	keine offizielle Gewichtsbeschränkung	109 kg
Fazit:	Höchste Steifigkeit, dennoch komfortabel. Preiswerter Allrounder	Hohe Steifigkeit gepaart mit höchstem Komfort. Sehr guter Allrounder	Der leiseste LRS, stabil und hohes zulässiges Fahrergewicht

schwere Felge“. Somit ist auch erklärt, warum hohe und damit schwerere Felgen beim Beschleunigen keine Bestwerte liefern können.

### Die Felgenhöhe

Manche Hersteller bieten Laufradsätze mit Felgen unterschiedlicher Höhe an. Die Frage kann nur lauten: „Was bringt's?“. Um dies herauszufinden, bestellten wir bei Aerycs zwei an sich gleiche Laufradsätze, die Modelle A20SL und A27SL. Deren Felgenhöhen betragen 20 und 27 Millimeter.

Unsere Ergebnisse: Die höheren Felgen bescheren dem Vorderrad eine um 25 Prozent höhere Seitensteifigkeit, beim Hinterrad sind es plus 29 Prozent. Das Gesamtge-

wicht ist um 144 Gramm höher als mit den flacheren Felgen. Der Komfort ändert sich kaum, die Beschleunigungsenergie erhöht sich um insgesamt 16 Prozent. Der Preis ist derselbe.

Eine weitere Frage, die sich viele stellen, lautet: Wie viele Speichen sind optimal – was bringen mehr Speichen? Um dieser Frage nachzugehen verglichen wir exemplarisch zwei Laufradsätze von Citec: Die 3000S Aero mit 14/16 und 16/20 Speichen (vorne/hinten). Die Ergebnisse: Durch die beiden Speichen mehr im Vorderrad erhöhte sich die Seitensteifigkeit um zehn Prozent, die vier zusätzlichen Speichen im Hinterrad brachten 20 Prozent. Das Gesamtgewicht war um 55 Gramm erhöht, die Änderungen bei Komfort und Beschleunigung waren minimal.



Citec	Mavic	Mavic
3000S Aero	Ksyrium SLS Pr M-23	Cosmic Carbone SLS Pr M-23
849 Euro	900 Euro	995 Euro
	SSP, WZ, Schlauch u. Reifen	SSP, WZ, Schlauch u. Reifen
657 / 849 / 1506 g	640 / 829 / 1469 g	787 / 965 / 1752 g
36,4 / 32,8 N/mm	29,4 / 32,3 N/mm	29,9 / 38,5 N/mm
0,60 / 0,69 mm	0,86 / 0,75 mm	0,65 / 0,67 mm
15,3 / 16,9 / 32,2 J	16,2 / 15,9 / 32,1 J	20,3 / 20,9 / 41,2 J
14 / 16	16 / 20	16 / 20
Alu	Alu	Alu mit Carbonverkleidung
26,1 mm	20,2 / 23,1 mm	52,2 / 51,6 mm
19,0 mm	19,5 mm	19,0 mm
sehr leise	mittel	leise
85 kg, 14/16 Speichen 100 kg, 16/20 Speichen	100 kg	100 kg
Stabil und aerodynamisch, zwei Speichenvarianten	Allrounder ohne Schwächen	Durch die Carbonverkleidung hohe aerodynamische Felgenform

Bei mehreren Daten in der Reihenfolge: Vorderrad / Hinterrad / gesamt, SSP = Schnellspanner, LRT = Laufradtasche, Felgenbreite außen gemessen, alle LRS mit Shimano-Freilauf, WZ = Werkzeug, FB = Felgenband

## Laut und leise

Zweifellos sind Laufräder das Tuningobjekt Nummer Eins. Mit ihnen lässt sich großen Einfluss auf das Gewicht und das Fahrverhalten des eigenen Renners nehmen. Doch warum? Die Lösung ist erstaunlich, aber gut nachvollziehbar: Ein Laufradsatz muss zwei Mal beschleunigt werden! Wir berechneten das am Beispiel der Shimano-Ultegra-Räder. Für das Beschleunigen an sich (ohne Drehbewegung) von null auf 30 Kilometer pro Stunde wurden 57,9 Joule Energie benötigt. Um diesen Laufradsatz in Rotation zu versetzen, müssen jedoch noch einmal zusätzliche 32,4 Joule aufgebracht werden. (In den Testbriefen ist nur die Rotationsenergie angegeben). Bei den Messungen von Höhen- und Seitenschlag bleiben alle Messwerte unter 0,2

Millimeter. Die Unterschiede besitzen nur theoretischen Wert, deshalb entfallen diese Angaben in den Testbriefen. Im technischen Sinne völlig unbedeutend, aber dennoch ein Thema beim Laufradkauf ist: das Freilaufgeräusch. Manche mögen das „Klickern“ laut und metallisch, manche nervt es. Die Unterschiede sind groß – deshalb ermittelten wir auch den Schallpegel unserer Testlaufräder. Da dieser Messwert auch von der räumlichen Umgebung abhängt, finden Sie in den Testbriefen nicht die absoluten Werte in Dezibel, sondern unsere Bewertung mit: sehr leise, leise, mittel und laut.

Der Kauf von neuen Laufrädern ist spannend und kompliziert zugleich, es gilt viele technische Daten zu sichten und sich zu fragen: Was will ich und wofür? ||||