TOUR EUROPAS RENNRAD-MAGAZIN NR. 1

WWW.TOUR-MAGAZIN.DE

TOUR

NR. 4 2011

VERGLEICHSTEST SEITE 58

Gut und günstig? 15 Radbrillen

4 TIPPS, 300 TERMINE SEITE 16

Start in die Saison: Marathons in Deutschland

RENN-VORSCHAU SEITE 130

Tolle Bilder von den Klassikern

LABOR- & PRAXISTEST SEITE 38

18 superschnelle Laufräder

EXTRA-HEFT

39 RÄDER IM TEST

MALLORCA TEIL II SEITE 156

ZUM NACHFAHREN: BRÄGELS SCHÖNSTE TOUREN

TRAININGS-TIPPS SEITE 74

IN FORM BLEIBEN NACH DEM TRAININGSLAGER

REISE-REPORTAGE SEITE 176

QUER DURCH SARDINIEN IN SECHS TAGEN

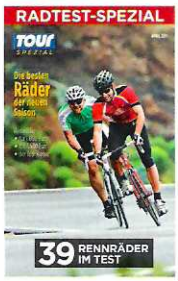
Deutschland 4,80 €
Österreich 5,50 €
Schweiz 9,40 sFr

Beneluxländer 5,70 €, Finnland 7,20 €, Griechenland 7,20 €, Frankreich 6,40 €, Italien 6,40 €, Spanien 6,40 €, Slowenien 6,40 €, Slowakei 6,40 €, Printed in Germany H7595

4 190159 304800 04

4 2011

INHALT



EXTRA-HEFT
Das große Test-Spezial in diesem Jahr: Räder von 750 bis 9.999 Euro

TEILE, TEST & TECHNIK

SEITE 38 Leicht, schnell, aerodynamisch? Laufräder für den Wettkampf im TOUR-Test

SEITE 58 Blendfrei, kratzsicher, gut getönt? Radbrillen, getestet in Labor und Praxis

SEITE 118 (K)ein Kinderspiel? GPS-Geräte im Einsatz

RUBRIKEN

SEITE 3 Intern

SEITE 6 Moment

SEITE 8 Magazin

SEITE 12 Leserforum

SEITE 185 Radschlag

SEITE 186 Vorschau/Impressum

38 Titelthema
TEST: SCHNELLE LAUFRÄDER
18 Wettkampf-Laufräder – getestet in Werkstatt, Windkanal und auf der Straße

58 Titelthema
RADBRILLEN
Die Qualität von Radbrillen polarisiert. 15 Modelle – entspiegelnd oder günstig – im Test

66
TESTCENTER
Neue Produkte, für Sie getestet: z.B. Wärmesalbe, Radschuhe, Helmmütze, Radständer

118
GPS-GERÄTE
Wie einsteigerfreundlich sind GPS-Geräte wirklich? Vier Modelle im Praxistest

128
WERKSTATT
Lenkerspiele: So variieren Sie die Lenkerposition bei Gabeln mit gewindelosem Gabelschaft

TEST
18
Aero-Laufräder
SPEED 8.0

WENN JEDE SEKUNDE ZÄHLT

Zum Rasen, Siegen und Genießen: Aero-Laufräder für Drahtreifen. TOUR hat 18 Modelle im Windkanal, auf der Straße und im TOUR-Labor intensiv getestet – mit zum Teil verblüffenden Ergebnissen. Carbon oder Alu? Dicke oder dünne Felge? Was macht richtig schnell? Hier steht's!

KURZ & KNAPP

VORSPRUNG

Das Zipp 808 ist

4:46

Minuten schneller als das langsamste Aerorad – bei 180 km mit 35 km/h

BESTE IM WINDKANAL

Platz 1 Speichenräder

ZIPP

808

Platz 2 Speichenräder

HED

JET 9

Platz 1 Scheibenräder

HED

JET DISC C2

Alle Testergebnisse ab **SEITE 46**

TEXT & FOTOS
Robert Kühnen

Hand aufs Herz: Wann macht Radfahren so richtig Laune? Doch dann, wenn es ordentlich rauscht, die Straße nur so wegwischt unter den Reifen und die Welt ringsherum zu bunten Strichen im Augenwinkel zerfasert. Mit anderen Worten: wenn der Tacho große Zahlen zeigt. Die einzige Alternative mit ähnlichem Genussfaktor ist die Fahrt über einen schönen Alpenpass. Einen Pass hat man aber nicht immer vor der Haustür. Tempobolzen hingegen geht immer, wenn man nur will – passende Form und passendes Material vorausgesetzt.

DAS BESTE FÜR JEDEN

Um Letzteres machen sich die Konstrukteure Gedanken. Als Rennradfahrer befindet man sich in der luxuriösen Situation, tatsächlich das schnellste Material der Welt kaufen zu können. Anders als im Motorsport muss man kein Formel-1-Fahrer sein, um Formel-1-Material zu fahren. Das Formel-1-Material des Tretens ist nicht billig, aber es ist erschwinglich, jedenfalls verglichen mit der Automobiltechnik. Und so kommt es, dass ein schöner Nebenaspekt des Rasens auf zwei Rädern die Auseinandersetzung mit faszinierender Technik ist.

18 RÄDER ZUM RASEN

Wir liefern Stoff für beides. 18 Laufradsätze zum Schnellfahren haben wir unter die Lupe genommen, vom Aero-Rad mit niedrigem Felgenprofil (Corima Winium+) über die tiefen Zipp-808-Räder mit neuem Firecrest-Felgenprofil bis zum Scheibenrad; von der Alu- bis zur Carbonfelge. Eine exklusive Neuheit im Test: Mavics Cosmic-Carbone-SLR-Laufräder mit der neuen Exalith-Beschichtung der Bremsflanke. Gemeinsames Merkmal aller Räder im Test sind Felgen für Falt- beziehungsweise Drahtreifen. Nachdem in den jüngsten TOUR-Reifentests die besten Faltreifen aufgrund ihres niedrigeren Rollwiderstands geklebte Schlauchreifen eindeutig geschlagen haben, ist für uns klar, dass nur die Kombination aus Faltreifen und passendem Aero-Rad höchstmögliches Tempo garantiert. Daher haben wir den mehrfachen Testsieger Continental GP 4000 S als Standardreifen für die Straßen- und Windkanaltests gewählt. Aerodynamik ist beim Rennradfahren ein stets präsentes Thema. Bereits ab 18 bis

GANZ OBEN
Zipps 808 ist aerodynamisch eine Wucht. Zutaten: überbreite, fast flache Seiten, großer Radius am Felgenboden

OBEN LINKS
Das schnellste Rad im Test und die schnellste Scheibe: das verkleidete Speichenrad von HED

OBEN RECHTS
Das zweitschnellste Speichenrad: das HED Jet 9 hat ebenfalls einen großen Radius am Felgenboden

20 km/h ist der Luftwiderstand so groß wie alle anderen Fahrwiderstände zusammen. Bei Tempo 30 entfallen schon 75 Prozent des Gesamtwiderstands auf den Wind, den Rad und Fahrer spüren, bei hohen Geschwindigkeiten sind es noch mehr. Etwa drei Viertel des Luftwiderstands verursacht dabei der Pilot, nur am verbleibenden Viertel können sich die Konstrukteure austoben. Aber auch das lohnt sich. Laufräder gehören zu den Tuning-Optionen mit vergleichsweise viel Potenzial – sowohl für Fahrer, die einen Schnitt von 27 km/h fahren als auch für jene, die 40 km/h und mehr (zum Beispiel in einem Zeitfahren) anstreben. Aerodynamik ist für jeden Rennradler, der schnell fahren möchte, das Thema Nummer eins – und nicht das Gewicht, wie viele glauben und die Industrie gerne suggeriert. Gewicht macht dann einen Unterschied, wenn es stramm bergauf geht oder plötzlich beschleunigt wird. Ob aber der Schnitt am Ende 27, 28 oder 30 km/h beträgt, ist – gleicher Trainingsstand vorausgesetzt – vor allem eine Frage der Aerodynamik.

Denn der (Fahrt-)Wind ruht nie, auf jedem Meter wird die Fahrt von unsichtbarer Hand gebremst. Da meist ein leichter Wind weht, der sich mit dem Fahrtwind zur resultierenden Anströmung verbündet *(siehe Kasten auf Seite 44)*, trifft der bremsende Wind den Fahrer mit einem Winkel von 5 bis 15 Grad. Je langsamer man fährt, desto mehr werden Rad und Fahrer bei identischen Windverhältnissen von der Seite angeströmt – was sowohl beim Testen als auch bei der Materialwahl berücksichtigt werden sollte. Doch bevor es zu den spannenden Windkanalergebnissen geht, zunächst die Eindrücke aus dem Fahrtest.

FLÜSTERN ODER BOLLERN?

Das Testfeld fächert sich auf in die unauffällige, geräuschlose und die säuselnde bis bollernde Fraktion. Unauffällig sind die Laufräder mit niedrigen Felgenprofilen: etwa Corimas Winium+ oder das Shimano Dura-Ace C35. Aber auch die Fraktion der Räder mit 50 Millimeter hohen Felgen kann's noch leise: Cole C50 Lite, Citec 6000 CX und Shimano WH-RS 580 C50 flüstern im Wind, und auch Zipps 404 säuselt nur verhalten. Klangstark sind hingegen Mavics Cosmic Carbone SLR, Veltecs Speed 8.0 und Zipps 808. Am lautesten ist die Citec-Scheibe. Die dünnen, hart gespannten Carbonflanken verstärken mit ihrem mächtigen Resonanzraum Fahrgeräusche aller Art. Je härter man tritt, desto lauter tönt es von hinten. Prima Unterstützung im Kampf mit dem Schweinehund! Nicht alle Scheiben sind so laut. Die dickwandige Fast-Forward-Scheibe ist vergleichsweise leise, und auch die HED-Scheibe – ein verkleidetes Speichenrad – ist unauffällig. Aus der Reihe tanzt das HED Jet 9, dessen Verkleidung unharmonisch knackt und Beulgeräusche verbreitet, sobald viel Last auf die Räder kommt, zum Beispiel im Wiegetritt. Auch das

„Wupp-Wupp" des HED-H3-Dreispeichenrades bekommt eine zusätzliche knisternde Komponente durch die übergestülpte, nur teilweise verklebte zusätzliche Verkleidung, die aus einem normalen H3 ein H3D macht.

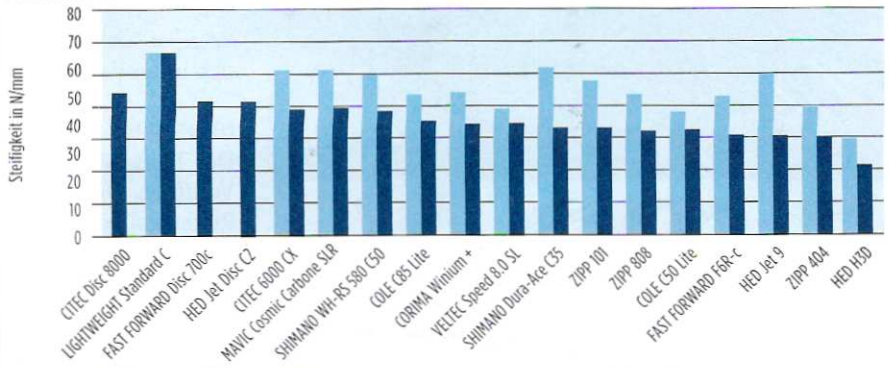
STABIL ODER SPRITZIG?

Im Lenkverhalten wirkt sich das Gewicht der Räder aus: Schwere Vorderräder wie das Veltec Speed 8.0 stabilisieren die Fahrt, leichte und steife begünstigen spontane Kursänderungen und verleihen ein spritzigeres Fahrgefühl. Leichtfüßig ist vor allem Lightweights Klassiker. Die Kohle-Räder vom Bodensee vermitteln ein lebendiges, jederzeit präzises Fahrgefühl und sind im Antritt steif. Corimas flache Felgen sind ähnlich flink, aber im Antritt weicher. Überhaupt ist die Hinterradsteifigkeit bei einigen interessanten Rädern schwach: HED H3D, Zipp 404 und HED Jet 9 enttäuschen. Das H3D fühlt sich unrund und schwammig an und kommt, wie die schweren Scheiben, nur schlecht in Schwung. Sehr gewichtig kommt die 1,5 Kilo schwere Fast-Forward-Scheibe daher; die Steifigkeit der Scheiben ist durchgängig gut und übertrifft die der meisten Speichenräder. Auffällig ist das Fahrverhalten der Zipp-Carbonfelgen der neuen Generation, 404 und 808. Die knapp 24 Millimeter breiten Felgen bringen die Reifen in eine andere Form, was das Einlenkverhalten beeinflusst. Der Reifen geht (wie beim ebenfalls überbreiten HED Jet 9) weniger harmonisch in die Schräglage über, fühlt sich bei leichten Richtungskorrekturen aber drehfreudiger an als auf schmalen Felgen. Diese Leichtigkeit steht im Kontrast zum optisch wuchtigen Auftritt der ungewöhnlich breiten Felgen, die an der dicksten Stelle 27 Millimeter messen – das kann bei manchen Gabeln knapp werden. Die breitere Felge macht den Reifen steifer und reduziert tendenziell den Rollwiderstand. Die dicken Dinger machen Laune und rollen subjektiv ungemein leicht.

RAUCHENDER KORK BEIM BREMSEN

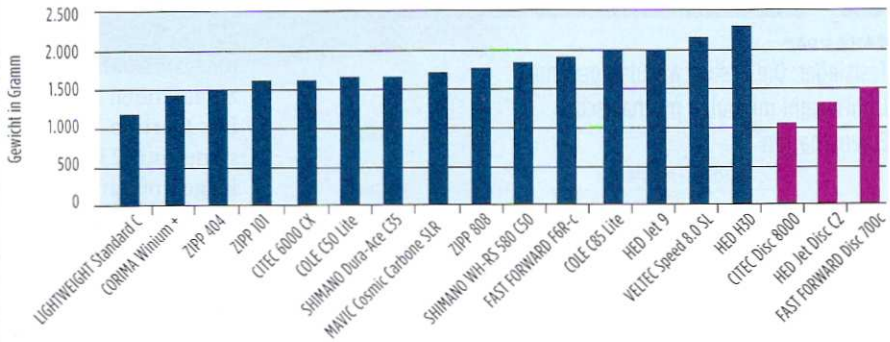
Vom hohen Tempo wieder runterzukommen, ist mit Carbonfelgen nicht immer ein Vergnügen. Zipp hat aber auch hier nachgelegt. Die Felgen verzögern mit den mitgelieferten Kork-Belägen gleichmäßig und berechenbar, die Bremspower liegt jetzt fast auf Niveau der ebenfalls sehr gleichmäßig und berechenbar verzögernden Lightweights. Diese erzielen auf unserem TOUR-Bremsenprüfstand vor allem bei Nässe die besten Verzögerungswerte unter den getesteten Carbonrädern. *Gleichwohl klafft noch eine deutliche Lücke zu normalen Alu-Felgen, mit denen sich bei* gleicher Handkraft fast die doppelte Bremskraft erzeugen lässt. Für eine Vollbremsung mit Carbon muss man schon ordentlich hinlangen und dennoch einen längeren Bremsweg einkalkulieren. Und nach drei, vier Vollbremsungen ist der Belag verraucht. Damit ist zur Praxistauglichkeit von Carbonfelgen im Grunde alles gesagt: Sie ist und bleibt eingeschränkt. Dabei sind Gewaltbremsungen weniger problematisch als Dauerbremsungen. Wer die Bremse schleifen lässt, riskiert Totalschaden durch Hitzeschock und Delamination der Felge. Bei Drahtreifenfelgen ist dies besonders pikant, weil die Felge auch den Reifendruck aufnehmen muss. Die Felgenhörner, die zugleich die Bremsflanken bilden, sind die Achillesferse des Systems. Deshalb beschränken die Hersteller den zulässigen Druck auf acht Bar – was meist selbst für Zeitfahren okay ist, wenn 23 Millimeter schmale Reifen montiert sind.

STEIFIGKEITEN IM VERGLEICH

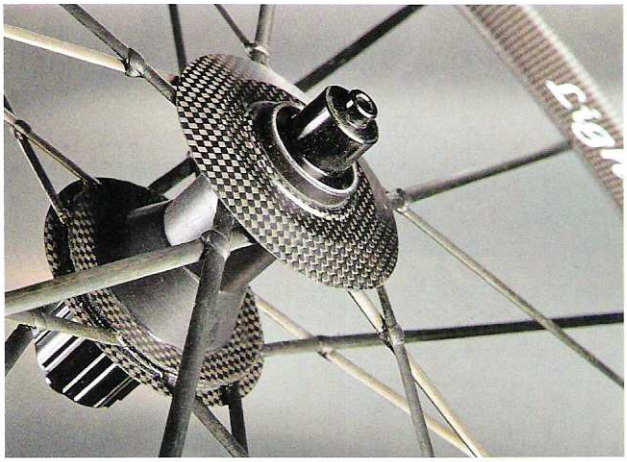


Die Seitensteifigkeiten sortiert nach der Hinterradsteifigkeit. Die Scheiben sind durchweg sehr gut in dieser Diszplin. Die Aero-Spezialisten mit Speichen tummeln sich eher am weichen Ende mit dem HED H3D als Schlusslicht.

GEWICHTE IM VERGLEICH



Die Grafik zeigt die Paargewichte der Laufräder (Ausnahme: Hinterradscheiben solo, lila Balken). Auch in der Drahtreifenversion ist Lightweight eine Klasse für sich und führt das Testfeld souverän an. Die echten Aero-Spezialisten sind eher gewichtig.



GANZ OBEN
Testsieger: Die Gesamtwertung gewinnt Lightweight mit guten mechanischen Eigenschaften

OBEN
Das Zipp 404 ist gut, erreicht aber nicht das sensationelle Niveau des Zipp 808

LAUFRÄDER, DIE ANTREIBEN

Welches Rad in der Königsdisziplin Aerodynamik am besten abschneidet, ermittelten wir im Windkanal. Die zwei Tage Windkanal-Testmarathon bei Genf erbrachten ein eindeutiges Ergebnis: Zipps neues 808 ist die Wunderwaffe für neue Bestzeiten. Über einen weiten Winkelbereich von 15 bis 22 Grad hat das Rad negative Widerstandswerte – das heißt, es treibt an! Wegen des relativ großen optimalen Winkels ist es auch für langsame Zeitfahrer (zum Beispiel Langstreckentriathleten) oder windige Kurse interessant – zumal es sich bei Seitenwind noch erstaunlich gutmütig steuern lässt. Schneller war noch kein Speichenrad im TOUR-Test. Insgesamt ist aber der Widerstand der HED-Scheibe am niedrigsten – sie führt das Klassement bei jedem Tempo an. Die Scheiben von Citec und Fast Forward sind ebenfalls sehr gut. Das zweitschnellste Speichenrad ist das HED Jet 9, das auch eine überbreite Felge mit hoher Verkleidung besitzt. Auf den meisten Zeitfahrkursen wird die Kombination von HED-Scheibe und Zipp-808-Vorderrad die besten Ergebnisse bringen, weil beide Räder bei allen Winkeln Bestwerte im Luftwiderstand zeigen. Nur Fast Forward gelingt es mit dem F6R-c, Anschluss an diese Spitzengruppe zu halten. Die Felge ist schlank und verjüngt sich unter dem Reifensitz.

DICKER IST SCHNELLER

Der Trend aber geht zu mehr Volumen. Die Erkenntnis: Dicke Reifen rollen besser, und dicke Felgen flutschen besser durch den Wind – jedenfalls wenn sie so effektiv gestaltet werden wie von Zipp und HED, die ihre Räder offensichtlich im Windkanal entwickelt haben. Der Wind trifft nämlich nicht nur vorne am Reifen auf das Rad, sondern ebenso hinten auf den Felgenboden. Und in den Windkanaltests zeigt sich, dass ein Profil mit breitem, sanft gerundetem Felgenboden windschnittiger ist als die bisher üblichen schmalen und zur Laufradmitte hin spitz zulaufenden Hochprofilfelgen. Das Corima Winium+ erzielt mit seiner nur 23,3 Millimeter hohen Felge und einem großen Radius als Abschluss vergleichsweise sehr gute Widerstandswerte. Die spitz zulaufenden, viel höheren Profile der Modelle von Mavic und Citec hingegen belegen in diesem hochkarätigen Testfeld im Aero-Ranking die letzten Plätze. Optimal sind offenbar große Radien, eine große Breite und Tiefe der Felge in Kombination mit 23 Millimeter breiten Reifen. Die Zeiten, als man mit einer 19 Millimeter schmalen Reifenklinge zum Zeitfahren antrat, sind jedenfalls vorbei.
Tempo ist also käuflich. Zipps 808 setzen neue Maßstäbe in der Laufrad-Aerodynamik. Hut ab vor der radikalen Neugestaltung der Felgenform, die wunderbar mit praxisgerechten, normal breiten 23er-Reifen harmoniert. In der Gesamtwertung aber gewinnt Lightweight mit seinem ewig jungen Laufrad-Klassiker Standard C, aufgrund seines überlegen niedrigen Gewichts und guter Steifigkeit.

BESSER BREMSEN?

Mavics Neuerung für das Jahr 2011 dreht sich ums Bremsen. **„Exalith"** nennen die Franzosen eine neue Oberflächenbeschichtung für Aluminium-Felgen. Sie soll nahezu abriebfest sein und dadurch dünnwandigere und betriebssichere Felgen ermöglichen. Das Cosmic Carbone SLR rollte frisch aus der Fabrik zum allerersten Test ins TOUR-Labor – die finale Verfeinerung der Felgenbremse? Jein. Die Tests hinterließen einen zwiespältigen Eindruck. Mit dem von Mavic ausdrücklich empfohlenen Spezialbelag, einer sehr weichen Swissstop-Mischung, bleiben die Bremskräfte mit Exalith

Aufgeraute Bremsflanke (oben); Bremsprüfstand

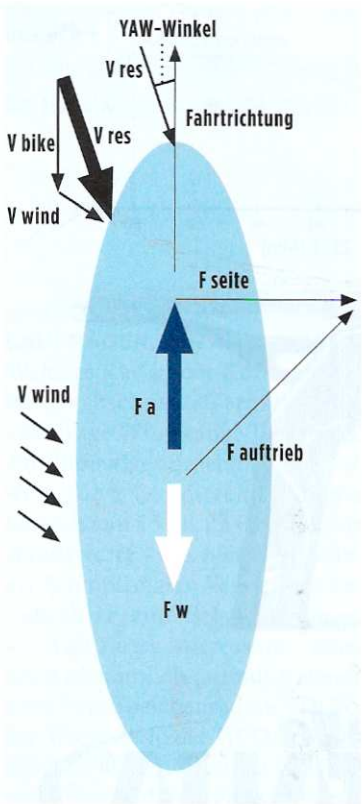
deutlich unter denen normaler Alu-Felgen. Die feilenartig aufgeraute Oberfläche mit vorgegebener Drehrichtung raspelt die weichen Klötze mit deutlich vernehmbarem Pfeifen zügig weg, die Bremswirkung setzt sehr weich ein, ist gut modulierbar, aber schwächer als auf blankem Alu, auch bei Nässe. Mit einem härteren Standardbelag (Shimano und SRAM) sieht die Sache besser aus. Das Pfeifen bleibt, aber die Bremswirkung ist eher praxisgerecht, der Belagverschleiß viel geringer. Mögliches Plus für Exalith ist eine auf Dauer gleichmäßigere Bremswirkung als auf blankem Alu, das für optimale Bremswirkung regelmäßig gereinigt werden muss und sich abnützt. Das werden wir im Dauereinsatz der Laufräder überprüfen.

DAS LAUFRAD ALS SEGEL

Radfahren und Segeln haben gemeinsam, dass **Wind eine maßgebliche Rolle** spielt. Zwar macht der Radfahrer sich den Wind in Form von Fahrtwind überwiegend selbst, und dieser Fahrtwind bremst statt anzutreiben, aber eine zusätzliche Komponente ist der meteorologische (Seiten-)Wind. Mit dem richtigen Material kann der Radfahrer diesen Seitenwind wie ein Segler in Vortrieb umsetzen.

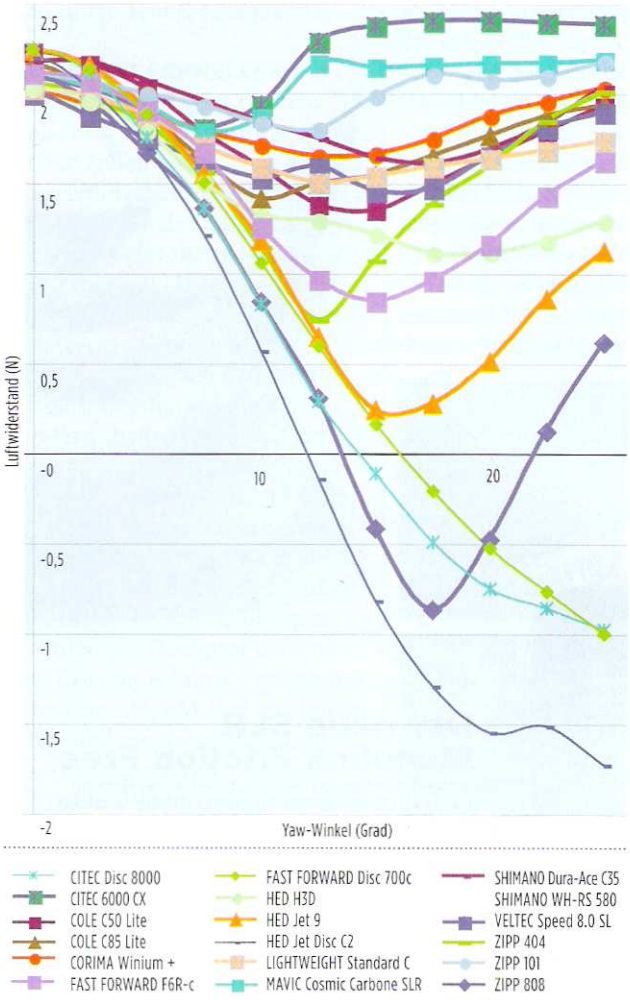
Beim **Luftwiderstand**, den der Radfahrer spürt und der ihn bremst, überlagern sich Fahrtwind und meteorologischer Wind. Nur bei völliger Windstille oder reinem Rücken- oder Gegenwind (0 oder 180 Grad) trifft der Wind den Radfahrer frontal. Da aber selten völlige Windstille herrscht, kämpft der Radler fast immer gegen den Wind, der mehr oder weniger von vorne kommt. Der Winkel zwischen Fahrtrichtung und Anströmrichtung wird als **Yaw-Winkel** bezeichnet. Der Yaw-Winkel ist von der Fahrgeschwindigkeit sowie der Richtung und Stärke des Seitenwinds abhängig. Langsame Fahrer (30 km/h) erleben hauptsächlich Yaw-Winkel von 7,5–17,5 Grad und maximal rund 35 Grad. Der für Profi-Zeitfahrer (50 km/h) relevante Bereich liegt bei 2,5 bis 10 Grad; Winkel über 15 Grad spielen keine Rolle. Beide Beispiele gelten für ein identisches Windprofil mit einem Mittelwert von 10 km/h. Um diese Effekte zu erfassen, wurden die Laufräder mit Winkeln von 0 bis 25 Grad in 2,5-Grad-Schritten im Windkanal getestet. Aero-Laufräder zeigen dabei ein charakteristisches Verhalten: Ihr Widerstand fällt meist mit zunehmendem Winkel – während der Wert bei nicht optimierten Rädern ansteigt. Aero-Laufräder sind daher die Segel des Rennrads.

Dass Laufräder Seitenwind in Vortrieb ummünzen können, war bislang nur von Scheibenrädern bekannt. Die Überraschung in diesem Test sind daher die neuen Zipp 808, die als erste Speichenräder negative Widerstandswerte in einem breiten Bereich von 13 bis 22 Grad erzielen. Bei entsprechenden Windverhältnissen bekommt der Fahrer daher etwas Unterstützung von den Laufrädern, statt durch diese gebremst zu werden.



VEKTORGRAFIK
Der resultierende Wind V res entsteht dadurch, dass man die Vektoren V bike (Fahrtwind) und V wind (meteorologischer Wind) addiert. V res bildet mit der Fahrtrichtung den sogenannten Yaw-Winkel. Der resultierende Wind übt die Widerstandskraft F w auf das Laufrad aus. Ist das Rad geschickt geformt, entstehen auch Auftriebskräfte, aus denen eine antreibende Kraft F a resultiert. Wird F a größer als der Luftwiderstand des Laufrades F w – bei Zipp 808 bei einem Yaw-Winkel von 13 bis 22 Grad – treibt das Rad den Fahrer an.

LUFTWIDERSTAND



Die Grafik zeigt, wie sich der Widerstand eines einzelnen Laufrads (jeweils Vorderräder, außer bei den Scheiben; 50 km/h Anströmung) mit dem Anströmwinkel ändert. Die Scheibenräder im Test sowie das Zipp 808 erzielen teilweise sogar negative Widerstände – das heißt, die Räder „segeln" und wandeln Seitenwind in Vortrieb. Allen echten Aero-Rrädern ist gemein, dass die Widerstände mit dem Anströmwinkel sinken. Bei frontaler Anströmung, die vor allem für sehr schnelle Fahrer relevant ist, sind die Unterschiede weitaus kleiner als bei niedrigen Fahrgeschwindigkeiten, die zu größeren Winkeln führen.

AERO-LAUFRÄDER MIT SPEICHEN

CITEC

COLE

COLE

CORIMA

	CITEC	COLE	COLE	CORIMA
HERSTELLER				
Modell	**6000 CX**	**C50 Lite**	**C85 Lite**	**Winium +**
Bezug/Info	www.citec.de	www.cole-products.com	www.cole-products.com	www.corima.fr
Preis pro Satz	1.449 Euro	1.699 Euro	2.089 Euro	1.638 Euro
Speichenzahl (vorne/hinten)	14/16 Messer	16/20	16/20	18/20 Messer
Varianten/Sonstiges	S C	S C LRT	S C LRT	S C LRT
Lieferumfang				
MESSWERTE				
Aerodynamik b. bei 30/40/50 km/h[1]	6,5/16,1/29,7 Watt	5,2/13,2/27,5 Watt	5,2/13,0/26,1 Watt	5,4/13,7/27,2 Watt
Beschleunigungsenergie[2]	124 Joule	123 Joule	140 Joule	112 Joule
Seitensteifigkeit (vorne/hinten)	61/47 N/mm	53/39 N/mm	53/42 N/mm	53/41 N/mm
Felge (Breite x Höhe)	17,7 x 46,8 mm	20,3 x 50,3 mm	21,4 x 88,0 mm	22,5 x 23,3 mm
Gewicht (v./h./Schnellspanner)	716/908/– Gramm	702/940/– Gramm	884/1.110/– Gramm	602/822/117 Gramm
Fahrergewichtslimit	–	–	–	–
TOUR-WERTUNG				
Aerodynamik (40 km/h) (25 %)	3,7	2,7	2,7	2,7
Gewicht vorne + hinten (20 %)	3,3	3,3	4,7	2,7
Bremsen (20 %)	1,0	2,5	2,5	3,0
Seitensteifigkeit vorne (10 %)	1,0	2,0	2,0	2,0
Seitensteifigkeit hinten (10 %)	2,0	3,0	2,7	3,0
Rundlauf (10 %)	1,3	3,2	3,2	1,8
Beschleunigung (5 %)	3,0	2,7	4,7	2,7
GESAMTNOTE (100 %)	**2,4**	**2,8**	**3,1**	**2,6**
Fazit	Aerodynamisch eine Enttäuschung – das Profil der Schlauchreifenfelge ist schneller. Von der Aero-Schwäche der schmalen, spitz zulaufenden Felge abgesehen ein prima Rad mit den bekannt soliden Citec-Naben.	Sehr sauber verarbeitete Allrounder mit origineller Speichenaufhängung. Cole verspricht sich davon eine bessere Dauerhaltbarkeit. Die Rundspeichen vereiteln aber ein besseres Aero-Ergebnis.	Das höhere Cole hat sein Optimum bei 10° und damit etwas vor dem C50. Bei größeren Winkeln steigt der Widerstand dann wieder. Für die Gesamtnote bringt die tiefe Felge kaum einen Vorteil. Etwas rappeliger Klang. Zeitfahr-Material.	Überraschend aerodynamisch für eine nahezu flache Felge. Der große Radius des Felgenbodens macht das Rad schnell. Sehr guter Allrounder. Gutmütig im Wind. Mitgelieferte Korkbeläge sind schwach.

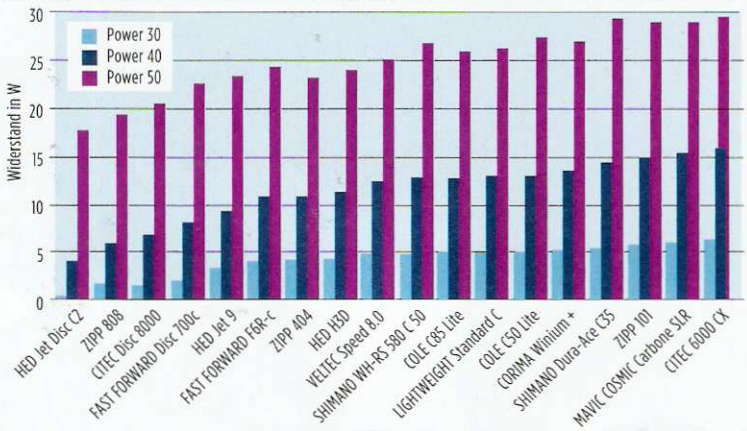
FUSSNOTEN

[1]Luftwiderstandsleistung für ein einzelnes Vorderrad im Windkanal, Seitenwindanteil berücksichtigt.
[2]Notwendige Energie, um einen Radsatz samt Reifen von 0 auf 30 km/h zu beschleunigen.

LEGENDE

- S Shimano
- C Campagnolo
- Tubeless
- Schlauchreifen
- LRT Laufradtasche
- Werkzeug
- Magnet
- Bremsbeläge
- Ventilverlängerung
- Schnellspanner

AEROWERTUNG NACH WIDERSTAND BEI 40 KM/H



Die Grafik zeigt den Luftwiderstand der Räder (einzelnes Laufrad) für 30, 40 und 50 km/h in Watt. Die Darstellung ist sortiert nach dem Widerstand bei 40 km/h. Alle drei Scheibenräder im Test bringen Spitzenwerte. Das Zipp 808 belegt als Speichenrad den sensationellen zweiten Platz und setzt sich damit deutlich von anderen Konstruktionen ab. Auch sehr gut: HED Jet 9. Den drei Geschwindigkeiten liegen die entsprechenden Häufigkeiten der Yaw-Winkel für gleiche Windbedingungen zugrunde. Durch die verfeinerte Gewichtung sind die Widerstandswerte nicht genau vergleichbar mit früheren Messungen.

AERO-LAUFRÄDER MIT SPEICHEN

FAST FORWARD

HED

HED

LIGHTWEIGHT

	FAST FORWARD	HED	HED	LIGHTWEIGHT
HERSTELLER				
Modell	**F6R-c**	**H3D**	**Jet 9**	**Standard C**
Bezug/Info	www.ffwdwheels.com	www.hedcycling.eu	www.hedcycling.eu	www.lightweight.info
Preis pro Satz	1.198 Euro	2.598 Euro	1.668 Euro	3.520 Euro
Speichenzahl (vorne/hinten)	20/24 Messer	3 Holme	18/24 Messer	16/20 Messer
Varianten/Sonstiges	S C	S C	S	S C
Lieferumfang	LRT	Crash-Replacement	Crash-Replacement	LRT Crash-Replacement*
MESSWERTE				
Aerodynamik b. bei 30/40/50 km/h[1]	4,2/11,0/24,6 Watt	4,3/11,4/24,2 Watt	3,4/9,3/23,5 Watt	5,1/13,0/26,4 Watt
Beschleunigungsenergie[2]	139 Joule	156 Joule	150 Joule	98 Joule
Seitensteifigkeit (vorne/hinten)	51/37 N/mm	35/33 N/mm	59/37 N/mm	67/52 N/mm
Felge (Breite x Höhe)	19,8 x 58,3 mm	19,0 (hinten 21) x 87,6 mm	23,2 (hinten 24,4) x 90 mm	20 x 47,6 mm
Gewicht (v./h./Schnellspanner)	872/1.033/86 Gramm	1.089/1211/95 Gramm	914/1.085/95 Gramm	531/643/44 Gramm
Fahrergewichtslimit	90 Kilo	–	86 Kilo	120 Kilo (inkl. Rad, beladen)
TOUR-WERTUNG				
Aerodynamik (40 km/h) (25 %)	2,0	2,0	1,3	2,7
Gewicht vorne + hinten (20 %)	4,3	5,0	4,7	2,0
Bremsen (20 %)	1,0	1,0	1,0	2,0
Seitensteifigkeit vorne (10 %)	2,3	4,3	1,3	1,0
Seitensteifigkeit hinten (10 %)	3,3	4,0	3,3	1,7
Rundlauf (10 %)	2,2	2,8	1,6	2,3
Beschleunigung (5 %)	4,3	5,0	5,0	1,7
GESAMTNOTE (100 %)	**2,6**	**3,1**	**2,3**	**2,1**
Fazit	Aerodynamisch überzeugend trotz schlanker Felge – vor allem bei 30 bis 40 km/h. Optimum bei 15 Grad Anströmung. Diverse Nabenoptionen stehen zur Wahl, auch ohne Aufkleber lieferbar.	Modifizierter Klassiker, Tour-de-France-erprobt: Die übergestülpte Verkleidung vertieft das Felgenprofil – das bringt einen kleinen Vorteil bei 5 Grad Anströmung, hat sonst aber nur Nachteile.	Trendsetter. Das Jet 9 war eines der ersten Laufräder mit breiter Felge. Aerodynamisch top: zweitbestes Speichenrad im Test. Ab 15 Grad Anströmung überragend. Im Bild: die Powertap-Variante (700 Euro mehr, 149 Gramm schwerer). Fairer Preis.	Testsieger. In der Gesamtwertung räumt Lightweight mal wieder ab. Steifigkeit und Gewicht geben dabei den Ausschlag. Die Aerodynamik ist mittelprächtig, aber das Fahrgefühl exzellent.

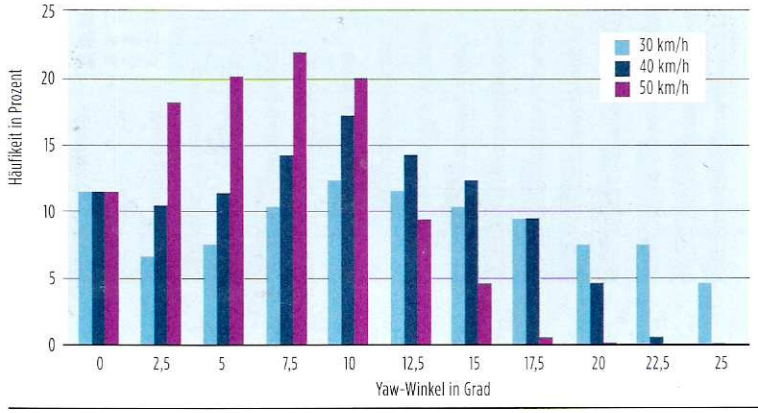
FUSSNOTEN

[1]Luftwiderstandsleistung für ein einzelnes Vorderrad im Windkanal, Seitenwindanteil berücksichtigt.
[2]Notwendige Energie, um einen Radsatz samt Reifen von 0 auf 30 km/h zu beschleunigen.
*Versicherung gegen Aufpreis.

LEGENDE

- S Shimano
- C Campagnolo
- Tubeless
- Schlauchreifen
- LRT Laufradtasche
- Werkzeug
- Magnet
- Bremsbeläge
- Ventilverlängerung
- Schnellspanner

HÄUFIGKEIT DER YAW-WINKEL



Die Grafik zeigt die Häufigkeit der Yaw-Winkel bei drei Fahrgeschwindigkeiten und einem Seitenwindprofil mit einem Mittelwert von 10 km/h. Schnelle Fahrer erleben kleinere Yaw-Winkel als langsame. Winkel über 25 Grad, die bei langsamen Fahrern mit einer Häufigkeit von 7 % vorkommen, bleiben unberücksichtigt. TOUR nutzt diese Gewichtung zur Umrechnung der Widerstandskurven in gewichtete Widerstandswerte in Watt.

AERO-LAUFRÄDER MIT SPEICHEN

MAVIC

SHIMANO

SHIMANO

VELTEC

	MAVIC	SHIMANO	SHIMANO	VELTEC
HERSTELLER				
Modell	**Cosmic Carbone SLR**	**Dura-Ace C35**	**WH-RS 580 C50**	**Speed 8.0 SL**
Bezug/Info	www.mavic.com	www.shimano.com	www.shimano.com	www.veltec.de
Preis pro Satz	1.850 Euro	1.599 Euro	999 Euro	1.267 Euro
Speichenzahl (vorne/hinten)	20 Messer	16/20 Messer	16/20 Messer	20/24 Messer
Varianten/Sonstiges	S C	S	S	S C
Lieferumfang	LRT **	Speichenschlüssel		LRT
MESSWERTE				
Aerodynamik b. bei 30/40/50 km/h[1]	6,1/15,4/29,2 Watt	5,6/14,4/29,6 Watt	5,0/12,9/27,0 Watt	5,0/12,6/25,3 Watt
Beschleunigungsenergie[2]	128 Joule	125 Joule	131 Joule	153 Joule
Seitensteifigkeit (vorne/hinten)	61/47 N/mm	63/40 N/mm	59/46 N/mm	47/41 N/mm
Felge (Breite x Höhe)	18,8 x 52 mm	20,9 x 35,4 mm	21 x 50 mm	19,7 x 80,4 mm
Gewicht (v./h./Schnellspanner)	767/928/109 Gramm	756/906/124 Gramm	807/1.034/121 Gramm	984/1.174/119 Gramm
Fahrergewichtslimit in kg	–	–	–	100 Kilo
TOUR-WERTUNG				
Aerodynamik (40 km/h) (25 %)	3,3	3,0	2,3	2,3
Gewicht vorne + hinten (20 %)	3,7	3,7	4,0	5,0
Bremsen (20 %)	1,0	1,0	1,0	1,0
Seitensteifigkeit vorne (10 %)	1,0	1,0	1,3	2,7
Seitensteifigkeit hinten (10 %)	2,0	3,0	2,3	3,0
Rundlauf (10 %)	1,9	2,3	2,3	1,5
Beschleunigung (5 %)	3,7	3,7	4,0	5,0
GESAMTNOTE (100 %)	**2,4**	**2,5**	**2,4**	**2,8**
Fazit	Klassiker mit neuer Felgenbeschichtung. Auf Haltbarkeit getrimmter Allrounder mit starkem Sound, aber nur mäßiger Aerodynamik. Top-Bremsleistung nur mit harten Belägen. Preis beinhaltet ein Paar Mavic-Reifen.	Sorglos-Allrounder mit Carbon-Alu-Felge – leise, unauffällig, schöne Verarbeitung. Titan-Freilaufkörper und ungekröpfte Speichen. Funktionales Laufrad, aber in keiner Beziehung herausragend.	Verbund aus Carbon- und Alufelge zum günstigen Preis. Aerodynamisch gut. Im Fahrtest unauffällig und leise. Wohltuend unaufgeregte Optik, passt zu vielen Rädern. Zier-Deckel der Naben halten nicht.	Sehr schön verarbeiteter Brummer im extravaganten Look. Kann die große Bauhöhe nicht in überlegene Aerodynamik umsetzen und ist ziemlich gewichtig. Für flache und schnelle Zeitfahren.

FUSSNOTEN

[1]Luftwiderstandsleistung für ein einzelnes Vorderrad im Windkanal, Seitenwindanteil berücksichtigt.
[2]Notwendige Energie, um einen Radsatz samt Reifen von 0 auf 30 km/h zu beschleunigen.
**Reifen, Crash-Versicherung gegen Aufpreis.

LEGENDE

- S Shimano
- C Campagnolo
- Tubeless
- Schlauchreifen
- LRT Laufradtasche
- Werkzeug
- Magnet
- Bremsbeläge
- Ventilverlängerung
- Schnellspanner

SO TESTET TOUR

DIE NOTEN

Laborwerte und Eindrücke von Testfahrten fließen in Einzelnoten ein, die wiederum mit unterschiedlicher Gewichtung die Gesamtnote ergeben. In den Einzeldisziplinen können die jeweils besten Produkte eine Teilnote von 1,0 erreichen. Da einige Eigenschaften sich allerdings gegenseitig im Weg stehen – etwa minimales Gewicht und beste Aerodynamik – ist die Gesamtnote 1,0 kaum möglich.

AERODYNAMIK

Gemessen haben wir im Hochschul-Windkanal CMEFE in Genf in der Schweiz – allerdings nur die Vorderräder, da bei Hinterrädern das Gesamtsystem aus Rad und Fahrer mit über den Luftwiderstand entscheidet. Die Wattwerte wurden für ein gemischtes Anströmungsprofil (Wind von vorne und von der Seite) mit Seitenwindanteil ermittelt. Die Werte beziehen sich jeweils auf das einzelne Vorderrad. Niedrigere Werte sind grundsätzlich besser.

- **geht mit 25 % (bei Scheiben mit 35 %) in die Gesamtnote ein**

GEWICHT

Wird auf der TOUR-Laborwaage bestimmt. Beim Laufrad kommt es zudem auf die Verteilung der Masse an (siehe auch unter Beschleunigung).

- **geht mit 20 % in die Gesamtnote ein**

AERO-LAUFRÄDER MIT SPEICHEN

HERSTELLER	ZIPP	ZIPP	ZIPP	HERSTELLER
Modell	101	404	808	Modell
Bezug/Info	www.zipp.com	www.zipp.com	www.zipp.com	Bezug/Info
Preis pro Satz	1.199 Euro	2.500 Euro	2.600 Euro	Preis pro Satz
Speichenzahl (vorne/hinten)	18/20 Messer	16/20 Messer	16/20 Messer	Speichenzahl (vorne/hinten)
Varianten/Sonstiges				Varianten/Sonstiges
Lieferumfang				Lieferumfang
MESSWERTE				**MESSWERTE**
Aerodynamik b. bei 30/40/50 km/h[1]	6,0/15,0/29,2 Watt	4,5/11,0/23,3 Watt	2,0/6,2/19,5 Watt	Aerodynamik b. bei 30/40/50 km/h[1]
Beschleunigungsenergie[2]	126 Joule	118 Joule	130 Joule	Beschleunigungsenergie[2]
Seitensteifigkeit (vorne/hinten)	57/40 N/mm	48/36 N/mm	46/39 N/mm	Seitensteifigkeit (vorne/hinten)
Felge (Breite x Höhe)	22,2 (hinten 23,8) x 30 mm	23,7 (hinten 26,8) x 58,5 mm	23,7 (hinten 26,8) x 82 mm	Felge (Breite x Höhe)
Gewicht (v./h./Schnellspanner)	757/859/75 Gramm	699/809/74 Gramm	817/931/77 Gramm	Gewicht (v./h./Schnellspanner)
Fahrergewichtslimit	–	–	–	Fahrergewichtslimit
TOUR-WERTUNG				**TOUR-WERTUNG**
Aerodynamik (40 km/h) (25 %)	3,3	2,0	1,0	Aerodynamik (40 km/h) (25 %)
Gewicht vorne + hinten (20 %)	3,3	3,0	3,7	Gewicht vorne + hinten (20 %)
Bremsen (20 %)	1,0	2,5	2,5	Bremsen (20 %)
Seitensteifigkeit vorne (10 %)	1,7	2,7	3,0	Seitensteifigkeit vorne (10 %)
Seitensteifigkeit hinten (10 %)	3,0	3,3	3,0	Seitensteifigkeit hinten (10 %)
Rundlauf (10 %)	2,1	2,0	1,3	Rundlauf (10 %)
Beschleunigung (5 %)	3,7	3,0	4,0	Beschleunigung (5 %)
GESAMTNOTE (100 %)	**2,6**	**2,6**	**2,4**	**GESAMTNOTE (100 %)**
Fazit	Das kleine bauchige Tropfenprofil schlägt sich gut im Wind und platziert sich aerodynamisch im Mittelfeld. Durchgängiger, edler Titan-Look, der prima zu Titan-Rädern passt.	Sehr breite Felge. Aerodynamisch gut, aber nicht überragend. Bei sehr hohem Tempo besser als bei niedrigem Tempo. Gute Bremsleistung mit den beiliegenden Kork-Belägen.	Die Sensation: das schnellste Speichenlaufrad aller Zeiten. Aerodynamisch eine Offenbarung und bei jedem Tempo ganz vorne. Trotz großer Fläche bei viel Wind gutmütig zu steuern.	Fazit

FUSSNOTEN

[1]Luftwiderstandsleistung für ein einzelnes Vorderrad im Windkanal, Seitenwindanteil berücksichtigt.

[2]Notwendige Energie, um einen Radsatz samt Reifen von 0 auf 30 km/h zu beschleunigen

LEGENDE

- Shimano
- Campagnolo
- Tubeless
- Schlauchreifen
- Laufradtasche
- Werkzeug
- Magnet
- Bremsbeläge
- Ventilverlängerung
- Schnellspanner

SO TESTET TOUR

BREMSVERHALTEN

In Testfahrten und auf dem Bremsenprüfstand ermittelt. Die Laufräder sind Teil des Felgenbremssystems. Maximale Bremsleistung, Standfestigkeit und Dosierbarkeit hängen davon ab, welcher Belag auf welcher Felge reibt. Die Bremszange spielt eine untergeordnete Rolle.

· geht mit 20 % in die Gesamtnote ein

SEITENSTEIFIGKEIT

Hohe Seitensteifigkeit (mehr als 50 N/mm) bedeutet präziseres Lenkverhalten und direktere Kraftübertragung – und meist auch höhere mechanische Belastbarkeit sowie längere Haltbarkeit der Laufräder. Hinterräder sind wegen ihrer Asymmetrie meist elastischer als Vorderräder. Der Notenspiegel ist für Hinterräder angepasst. Schwere Fahrer sollten auf eine hohe Seitensteifigkeit achten.

· Vorder- und Hinterrad gehen je mit 10 % in die Gesamtnote ein

RUNDLAUF

Die Rundlauftoleranzen – Seiten- und Höhenschlag – wurden nach einer Überlastprüfung mit 30 Kilogramm Seitenkraft gemessen. Die Überlastprüfung entlarvt Laufräder, bei denen sich die Speichen im Betrieb noch setzen. Perfekt gebauten Laufrädern kann die Prüfung nichts anhaben, sie haben vorher und nachher

SCHEIBENRÄDER

CITEC

HERSTELLER	CITEC
Modell	Disc 8000
Bezug/Info	www.citec.de
Preis pro Satz	1.199 Euro
Varianten/Sonstiges	S C
Lieferumfang	Ventiladapter
MESSWERTE	
Aerodynamik b. 30/40/50 km/h[3]	1,8/6,8/20,6 Watt
Beschleunigungsenergie[4]	72 Joule
Seitensteifigkeit	52 N/mm
Felgenbreite	19 mm
Gewicht (hinten/Schnellspanner)	1.044/– Gramm
Fahrergewichtslimit	–
TOUR-WERTUNG	
Aerodynamik (40 km/h) (35 %)	1,0
Gewicht (20 %)	1,0
Bremsen (20 %)	1,0
Seitensteifigkeit (10 %)	1,7
Rundlauf (10 %)	2,0
Beschleunigung (5 %)	1,0
GESAMTNOTE (100 %)	**1,2**
Fazit	Beeindruckend leichte und klangstarke Scheibe, die jeden Tritt mit Klang untermalt. Aerodynamisch sehr gut – vor allem bei großen Anströmwinkeln; für langsame Zeitfahrer und hügelige Strecken gut geeignet.

FAST FORWARD

HERSTELLER	FAST FORWARD
Modell	Disc 700c
Bezug/Info	www.ffwdwheels.com
Preis pro Satz	999 Euro
Varianten/Sonstiges	S C
Lieferumfang	LRT
MESSWERTE	
Aerodynamik b. 30/40/50 km/h[3]	2,3/8,2/22,7 Watt
Beschleunigungsenergie[4]	94 Joule
Seitensteifigkeit	50 N/mm
Felgenbreite	19,2 mm
Gewicht (hinten/Schnellspanner)	1.501/45 Gramm
Fahrergewichtslimit	–
TOUR-WERTUNG	
Aerodynamik (40 km/h) (35 %)	1,0
Gewicht (20 %)	4,3
Bremsen (20 %)	1,0
Seitensteifigkeit (10 %)	1,7
Rundlauf (10 %)	2,3
Beschleunigung (5 %)	1,3
GESAMTNOTE (100 %)	**1,9**
Fazit	Günstige, aber gewichtige Scheibe mit massiven Carbon-flanken. Aerodynamisch sehr gut, aber nicht überragend. Gedämpfter Sound. Aufgrund des Gewichts für flache Zeitfahrkurse geeignet.

HED

HERSTELLER	HED
Modell	Jet Disc C2
Bezug/Info	hedcycling.eu
Preis pro Satz	1.049 Euro
Varianten/Sonstiges	S C
Lieferumfang	Crash Replacement
MESSWERTE	
Aerodynamik b. 30/40/50 km/h[3]	0,6/4,2/17,7 Watt
Beschleunigungsenergie[4]	85 Joule
Seitensteifigkeit	49 N/mm
Felgenbreite	23,2 mm
Gewicht (hinten/Schnellspanner)	1.303/45 Gramm
Fahrergewichtslimit	86 Kilo
TOUR-WERTUNG	
Aerodynamik (40 km/h) (35 %)	1,0
Gewicht (20 %)	2,3
Bremsen (20 %)	1,0
Seitensteifigkeit (10 %)	2,0
Rundlauf (10 %)	1,1
Beschleunigung (5 %)	1,0
GESAMTNOTE (100 %)	**1,4**
Fazit	Verkleidetes Speichenrad mit breiter Felge. Die mehrfach gewölbte Abdeckung macht das Rad aerodynamisch überragend, mit Bestwerten bei allen Anström-winkeln. Leiser Sound. Günstig.

FUSSNOTEN

[3]Luftwiderstandsleistung für ein einzelnes Scheibenrad im Windkanal, Seitenwind-anteil berücksichtigt.
[4]Notwendige Energie, um ein Scheibenrad samt Reifen von 0 auf 30 km/h zu beschleunigen

LEGENDE

- Shimano
- Campagnolo
- Tubeless
- Schlauchreifen
- Laufradtasche
- Werkzeug
- Magnet
- Bremsbeläge
- Ventil-verlängerung
- Schnellspanner

SO TESTET TOUR

die gleichen Rundlauftoleranzen. Je besser der Rundlauf, desto besser die Note.

- **Höhen- und Seitenschlag von Vorder- und Hinterrad gehen jeweils mit 2,5 % in die Gesamtnote ein**

BESCHLEUNIGUNG

Labormessung der Massenträgheit. Der Joule-Wert gibt die Energie an, die nötig ist, einen Laufradsatz mit Reifen von 0 auf 30 km/h zu beschleunigen. Niedrigere Werte sind besser. Aber: Wichtig ist die Relation! 80 Kilogramm Systemgewicht (Rad samt Fahrer) benötigen schon eine Energie von rund 2.800 Joule, um von 0 auf 30 km/h beschleunigt zu werden.

Der Anteil durchschnittlicher Laufräder an der gesamten Beschleunigungsarbeit liegt bei knapp fünf Prozent und wird maßgeblich vom Reifen beeinflusst. Ein Rad mit niedrigen Beschleunigungswerten fährt sich nervöser als eines mit hohen – was nicht immer wünschenswert ist: Beim Zeitfahrrad zum Beispiel ist guter Geradeauslauf erstrebenswert. Auch auf schnellen Abfahrten läuft ein Rad mit hohen Beschleunigungswerten sicherer.

- **geht mit 5 % in die Gesamtnote ein**