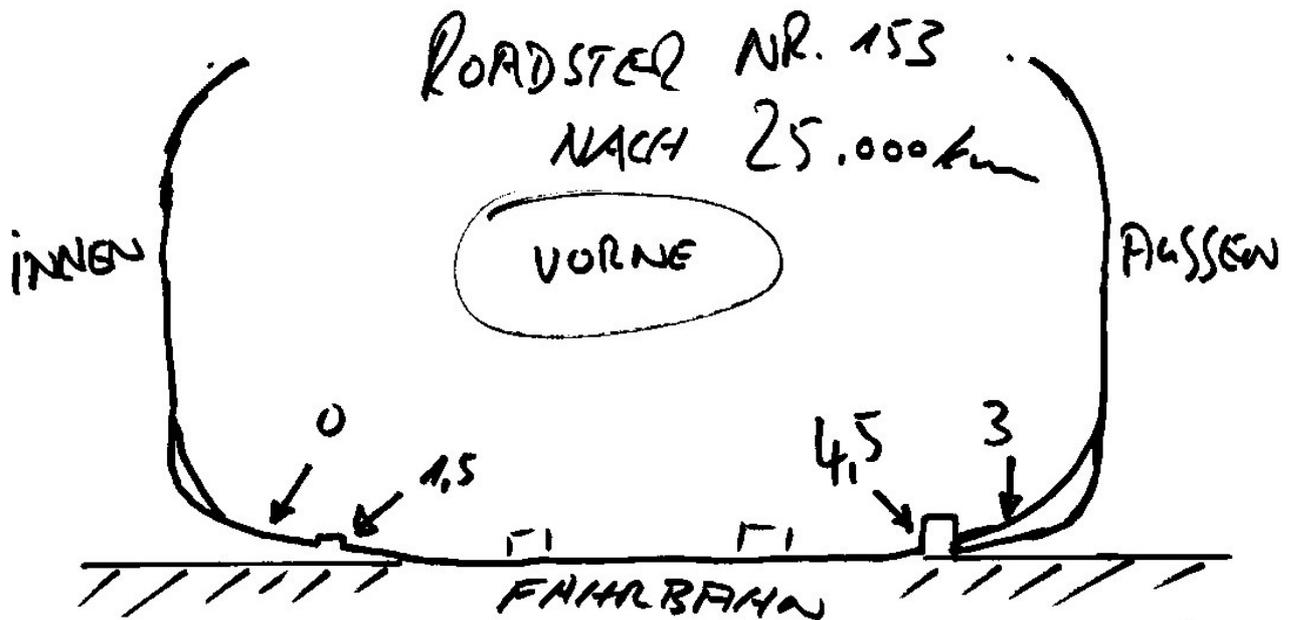


Reifendruck beim Smart Roadster

Angegeben wird im Handbuch des Roadsters vorne und hinten ein gleichmässiger Reifendruck von 2,0 bar. Für schnelle Autobahnfahrten werden bis 0,5 bar mehr empfohlen und ein Fahrwerk-Tuner wiederum gibt als Optimum generell 1,9 bar an.

Ich kaufte einen Roadster, der um 25 mm tiefergelegt war mit einem Chiptuning für 110 PS. Bei der Übernahme wies er einen Tachostand von 24.000 km auf und alle Reifen waren mit 2,3 bar Luft gefüllt.

Auffällig war das Profil, welches auf der Innenseite fast ganz fehlte, jedoch aussen noch 4,5 mm tief war.



Vorderreifen mit deutlich asymmetrischem Abrieb bei 2,0 – 2,3 bar

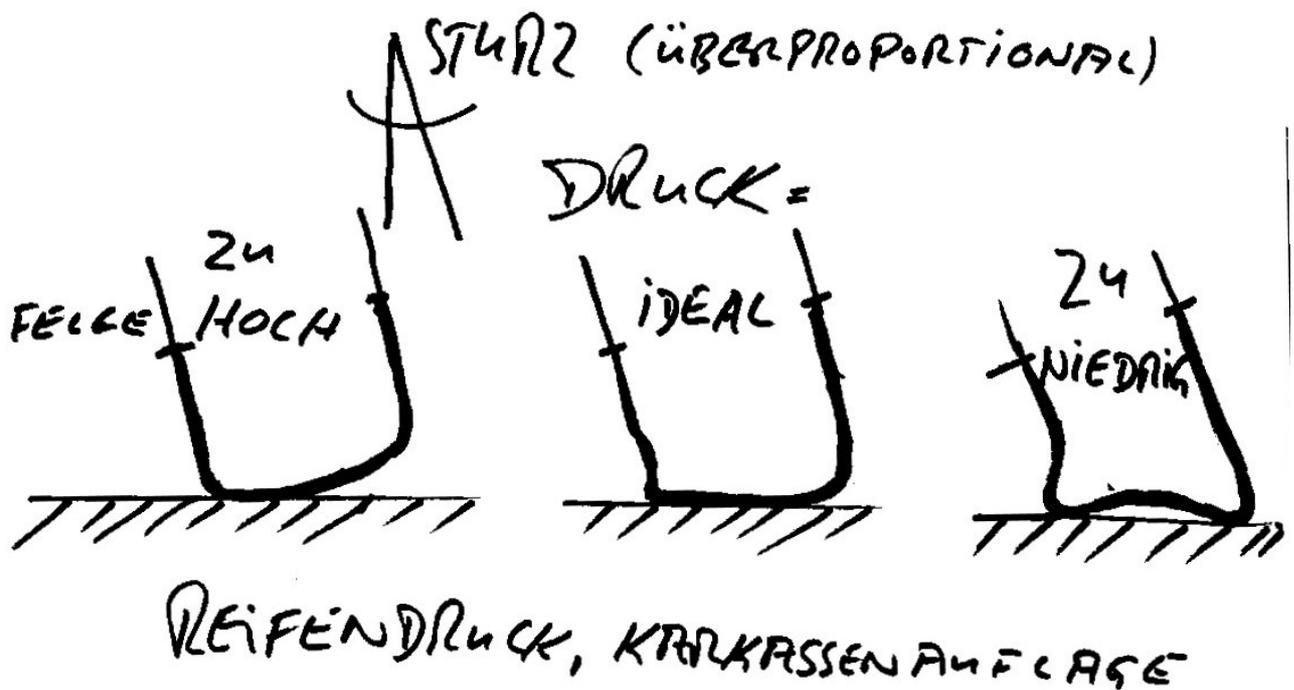
Vorne war der Effekt wesentlich deutlicher als hinten.



Hinterreifen mit weniger asymmetrischem Abrieb durch höhere Achslast.

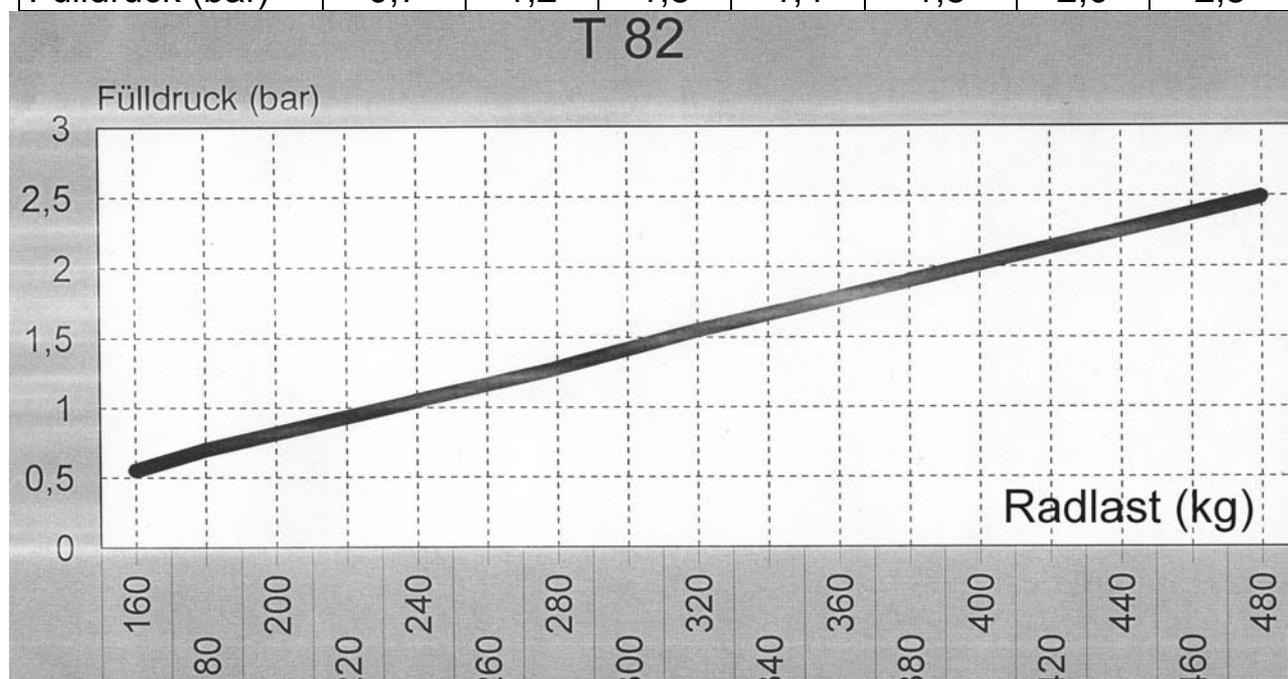
Deshalb wurde die Spur überprüft. Diese war korrekt, genauso wie der negative Sturz von knapp 2 Grad.

Der Verdacht lag nahe, dass der Sturz, zusammen mit deutlich zu hohem Reifendruck für die ineffiziente Abnutzung ursächlich sein könnte.



Bei den Reifen handelte es sich um Bridgestone B 340 mit der Dimension 185/55, 15R T82. Die Ziffer 82 definiert die Tragfähigkeit:

Felgenlast (kg)	180	265	280	300	315	395	475
Fülldruck (bar)	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0	2,5



Bei der Kennziffer handelt es sich also nicht nur um die maximale Belastungsmöglichkeit, sondern um definierte Fülldrücke der Reifen für bestimmte Radlasten. Bei den von Smart angegebenen Reifendrücken müsste somit das Fahrzeug rund das doppelte Gewicht aufweisen, um der Tragfähigkeit laut Reifenhersteller zu entsprechen. Zusätzlich müsste der Roadster vorne und hinten gleiches Gewicht auf die Waage bringen. Nun entspricht dies nicht annähernd den Tatsachen, denn der Motor sitzt über der Hinterachse und die Passagiere nur knapp davor.

Die Verteilung der Achslast entspricht etwa 43 Prozent vorne und 57 Prozent hinten. Durch schwere Fahrer und Beifahrer verschiebt sich das Verhältnis geringfügig. Wer es genau wissen will, sollte auch Gepäck berücksichtigen, was recht einfach ist, denn der vordere Gepäckraum liegt direkt auf der Vorder- und der hintere über der Hinterachse. Also kann das Gepäck direkt der jeweiligen Achslast zugerechnet werden.

Liegt das Minimalgewicht nur knapp über 800 kg, ist bei zwei Fahrern mit je 60 kg, 20 kg Gepäck und annähernd vollem Tank von einem Gesamtgewicht von 930 kg auszugehen. Differenzen von 10...30 kg sind dabei unwesentlich, da sie die Radlast um lediglich 2,5 – 7,5 kg verändern. Geringen Einfluss hat der Tankinhalt, der zwischen voll und dem Blinken der Reserveanzeige keine 10 kg Radlast (hinten) ausmacht.

Aus der Kurve von Tragfähigkeit und Fülldruck resultieren für den mittelmässig beladenen Smart Roadster gerade mal 0,85 bar vorne und 1,2 bar hinten. Dies ist überraschend und gerade mal die Hälfte des vom Hersteller angegebenen Druckes. Aber schliesslich war schon die Angabe

eines gleichen Reifendruckes auf allen Rädern unlogisch bei einer Achlast-Verteilung um 1: 1,33 !

Kritiker des nun deutlich niedrigeren Reifendruckes befürchteten einen sogen. Walkwulst, der den Reifen durch interne Reibung erhitzen würde, sowie ein schwammiges Handling.

Zur groben Überprüfung der Kontaktfläche wurde das Fahrzeug mit 2 bar Reifendruck auf eine Glasplatte gerollt. Davor färbte man die Lauffläche ein. Dabei wurde ersichtlich, dass die Auflagefläche praktisch nur aus einer halbmondförmigen Fläche zum Wagenzentrum hin bestand. Bei reduziertem Druck wurde diese Fläche deutlich grösser, bis zuerst hinten und dann vorne die Reifen in ihrer ganzen Breite auflagen. Eine Zeile von Druckaufnehmern rechtwinklig zur Fahrtrichtung könnte die statische Druckverteilung zeigen, stand jedoch nicht zur Verfügung.

Als erste Fahrprüfung wurde die maximale Verzögerung gemessen. Da hier die Schwankungen zu gross um Werte von $9,5 \text{ m/s}^2$ ausfielen, wurde dies über den Bremsweg aus 100 km/h geprüft. Dabei war es schwierig, den exakten Bremspunkt zu bestimmen, denn in 0,1 Sekunden legt das Fahrzeug fast 2,8 Meter zurück. Das sind schon rund $1/5$ des gesamten Bremsweges. Trotzdem war ersichtlich, dass die Bremsstrecke mit 0,9/1,2 bar rund 20 Prozent kürzer als bei 2,0 bar ausfiel.

Nun wurde auf einer 40 m breiten und 2,4 km langen Teststrecke das Handling erprobt. Mit ausgeschaltetem ESP und 2 bar Reifendruck untersteuerte der Roadster, um dann bei kräftigem Gasgeben plötzlich hinten auszubrechen. Beim niedrigen Druck war der Wechsel von Unter- zu Übersteuern deutlich fließender, sodass problemlos durch Gegensteuern aufgefangen werden konnte. Auch lagen die Grenzgeschwindigkeiten bis zum Untersteuern und anschliessenden Übersteuern deutlich höher. War dies schon bei ideal planer Fahrbahn spürbar, trat der Effekt bei einer welligen Bergstrecke stärker auf und zusätzlich liess sich der Roadster weit komfortabler steuern. In angebremssten Kurven blieb das Springen der Vorderräder aus.

Nach dem rennmässigen Hochfahren einer rund 20 km langen Bergstrecke bei 25 C Lufttemperatur und Schnitt um 80 km/h waren die Vorderreifen auf 40 C und die Hinterreifen auf knapp 45 C aufgeheizt. Beim schnellen Herunterfahren der selben Strecke konnten vorne bis 50 C und hinten um 40 C gemessen werden. Dies immer berührungslos an den Reifenflanken. Ein Fahrt auf der Autobahn mit den in der Schweiz max. tolerierten 130 km/h zeigte nach 30 Minuten bei einer mittleren Fahrbahn-Temperatur von 30 C lediglich 10 bis 15 Celsius Temperaturerhöhung auf der Schattenseite. Die der Sonne zugewandte Reifenseite erreichte 20 C höhere Temperatur. Somit ist ein schädlicher Walkeffekt auszuschliessen und der Sonneneinfluss ist deutlich höher als der – nach Herstellerangabe zu niedrige - Reifendruck. Brems- und Handling-Versuche auf der planen Piste wurden lediglich mit einem Fahrer von 60 kg plus 20 kg Zuladung auf dem Beifahrersitz gemacht. Auf der Bergpiste und Autobahn war das Fahrzeug mit Fahrer plus Passagier von je 60 kg ohne Zuladung beladen. Der Kaltdruck lag bei 0,9 bar vorne und

1,2 bar hinten. Durch die Erwärmung erhöhte sich der Reifenfülldruck um typisch 0,2 bar.

Die Versuche wurden erst mit asymmetrisch heruntergefahrenen Reifen nach 30.000 km und danach mit einem neuen Satz gemacht. Die neuen Reifen erwärmten sich dabei um rund 5 C mehr, was auf die Bewegungen der Profilstollen zurückzuführen ist.

Messungen über drei volle Tankfüllungen ergaben bei dem niedrigeren Reifendruck lediglich einen Mehrverbrauch von 0,15 Liter pro 100 km, was noch im Toleranzfeld der Fahrweise liegen kann. Auch daraus ist keine Walkarbeit abzulesen. Der Verbrauch mit neuen Reifen lag dabei geringfügig höher, aber maximal bei 0,2 Liter gegenüber der Version mit dem empfohlenen Reifendruck.

Fazit

Die vom Hersteller angegebenen Reifendrucke von 2 bar vorne und hinten und Empfehlungen von einer zusätzlichen Erhöhung bis 2,5 bar sind unsinnig. Folge ist eine reduzierte Bodenhaftung und ein schmaler Toleranzbereich im Grenzbereich. Dazu kommen stark asymmetrische Abnutzungen der Reifen, speziell vorne.

Kürzere Bremswege, ein besseres Handling und ein gleichmässiger Abrieb des Profils ergibt sich mit deutlich reduziertem Reifendruck und unterschiedlichen Werten vorne und hinten.

Hier die Tabelle der theoretischen Werte:

	Min.	Praxis	Max.
Fahrer/Passagier	1 x 60 kg	2 x 60 kg	2 x 90 kg
Gepäck	-	20 kg	60 kg
Totalgewicht	850 kg	930 kg	1030 kg
Last vorne	365 kg	400 kg	445 kg
Last hinten	485 kg	530 kg	585 kg
Druck vorne bis 160 km/h	0,70 bar	0,85 bar	0,95 bar
Druck hinten bis 160 km/h	1,05 bar	1,20 bar	1,35 bar
Druck vorne bis 190 km/h	0,90 bar	1,05 bar	1,15 bar
Druck hinten bis 190 km/h	1,25 bar	1,40 bar	1,55 bar

Da die Hersteller bei diesem Reifentyp bei 190 km/h empfehlen, 0,2 bar mehr einzufüllen, wurde dies in die Tabelle übernommen.

In der Schweiz sind auch die korrekturlosen 160 km/h nicht möglich und ich glaube, dass die Korrektur für Deutschland auch unnötig ist, da eine evtl. Erwärmung den Druck selbständig erhöht.

Um dies zu überprüfen, fuhren wir an den FAS-Wettkampf nach Erfurt mit zwei leichten Personen und Gepäck über deutsche Autobahnen. Reifendruck vorne 0,9 bar und hinten 1,3 bar. Nach 25 Minuten Dauergeschwindigkeit von meist 200 km/h, die nur selten auf min. 180 km/h reduziert wurde, erreichten die Reifenflanken gerade mal 25 C über Fahrbahntemperatur. Der Fülldruck erhöhte sich durch Wärmeausdehnung um ca. 20 Prozent. Die Messungen wurden im Bereich der Aussentemperatur von 2,5 Celsius bis 25 Celsius mehrfach wiederholt und ergaben praktisch identische Ergebnisse. Kritische Temperaturen konnten nie beobachtet werden. Auch die Empfehlung, den Reifendruck bei Autobahnfahrten zu erhöhen, erwies sich nicht als schlüssig, da schnelle Passagen automatisch zu leicht erhöhtem Druck führten, die den Rollwiderstand reduzierten.

Der Verbrauch über rund 1000 km Autobahnfahrten mit typischen Geschwindigkeiten um 160 – 180 km/h und längeren Spitzen von 200 km/h lag bei knapp 8 Liter pro 100 km. Dieser Mehrverbrauch von ca. einem Viertel (Bewegungsenergie rund verdoppelt) ist beim Dauereinsatz des Kompressors mit Ladedrücken bis 1,5 bar nicht ungewöhnlich und dürfte sich bei erhöhtem Reifendruck und dadurch etwas geringerem Rollwiderstand nur unwesentlich reduzieren. Der dabei weit geringere Kontakt von Fahrbahn zu Reifen hätte lediglich Vorteile bei Regen. Der höhere Flächendruck würde die Aquaplaning-Grenze erhöhen. Dies mag vielleicht der Grund sein für die viel zu hohe Werksangabe des Fülldruckes. Aber wer fährt schon schnell mit einem leichten Auto auf breiten Reifen? Oder hatte Einstein doch recht mit der menschlichen Dummheit?

In der Zwischenzeit wurden mehr als 5000 km mit einem Reifendruck von vorne 0,9 und hinten 1,2 bar gefahren. Neben deutschen Autobahnen auch italienische Autostradi und mehr als die Hälfte in den Alpen, speziell auf schnellen Pässen von Südfrankreich über Norditalien bis in die Schweiz. Highlights waren dabei Col d'Isèran, Simplon, Grimsel, Nufenen und Klausen. Die Furka mehrfach von beiden Seiten bis jetzt die Leitplanken wegen Schnee abmontiert wurden.

Wichtig: All diese Empfehlungen für den optimalen Reifendruck des Smart Roadster gelten nur, wenn dieser bei jedem Tankstopp überprüft wird. Zeitgenossen, welche den Fülldruck nur halbjährlich oder noch weniger überprüfen, sollten einen höheren Druck wählen, da 0,3 bar zu wenig katastrophal werden kann, jedoch 1 bar zu viel sicherheitstechnisch unkritisch ist !

Im Regen sollte der recht leichte Roadster mit den relativ breiten Reifen nicht zu schnell gefahren werden, da der Flächendruck deutlich geringer als bei anderen Fahrzeugen ist.



Asymmetrisch abgefahrener Vorderreifen und neues Exemplar daneben.



Der Roadster in seinem Element (Sustenpass, Herbst 2005)



