

## Leistung versus Drehmoment

Ist für die Beschleunigung eines Fahrzeugs das maximale Motordrehmoment oder die maximale Motorleistung maßgeblich? Beschleunigt es also am besten bei der Motordrehzahl der maximalen Motorleistung oder der des maximalen Motordrehmoments?

Die Beschleunigung ist proportional zur Kraft, die vom angetriebenen Rad auf die Straße gebracht wird, also zum *Drehmoment am Rad*, welches wiederum vom Motordrehmoment und der Übersetzung abhängt. Außerdem gilt  $P = M \cdot n \cdot 2\pi$ , d. h., Leistung = Drehmoment · Drehzahl. Also folgt:

$$a = F_R \cdot \frac{1}{m} \quad (1)$$

$$= M_R \cdot \frac{1}{r_R \cdot m} \quad (2)$$

$$= M_M \cdot \frac{n_M}{n_R} \cdot \frac{1}{r_R \cdot m} \quad (3)$$

$$= \frac{P_M}{n_R} \cdot \frac{1}{r_R \cdot m \cdot 2\pi} \quad (4)$$

$$= \frac{P_M}{v} \cdot \frac{1}{m} \quad (5)$$

$a$	Beschleunigung
$F$	Kraft
$n$	Drehzahl
$m$	Masse
$M$	Drehmoment
$P$	Leistung
$r$	Radius
$v$	Geschwindigkeit
Index M	Größe bezogen auf den Motor
Index R	Größe bezogen auf das Rad

Das Verhältnis  $\frac{n_M}{n_R}$  ist die Übersetzung, hängt also neben der Übersetzung des Differentials direkt vom eingelegten Gang ab und bleibt somit zumindest über einen gewissen Zeitraum konstant.

Somit folgt aus Zeile (3), daß, solange nicht geschaltet wird, die Beschleunigung proportional ist zum momentanen Motordrehmoment. In jedem Gang wird folglich die höchste mit diesem Gang erzielbare Beschleunigung dann erreicht, wenn die Motordrehzahl des maximalen Motordrehmoments anliegt (ein Zurückschalten würde die Beschleunigung jedoch meist noch weiter erhöhen). Die absolut höchstmögliche Beschleunigung eines Fahrzeugs wird erreicht, wenn

im kleinsten Gang (mit großem Verhältnis  $\frac{n_M}{n_R}$ ) – und daraus resultierend bei niedriger Geschwindigkeit – das maximale Motordrehmoment erreicht wird.

In der Praxis ist jedoch meistens die Geschwindigkeit  $v$  (und direkt damit verbunden die Drehzahl  $n_R$  des Rades) durch die aktuelle Situation vorgegeben, und man wählt den dazu passenden Gang aus. In diesem Fall liefert Zeile (5) die Antwort: Bei vorgegebener Geschwindigkeit erreicht die Beschleunigung ihr Maximum bei der Motordrehzahl der maximalen (Motor-)leistung – sofern das Getriebe eine passende Übersetzung liefern kann –, und dieses Maximum ist umso kleiner, je höher die Geschwindigkeit ist. Der Grund für letzteres ist klar: Eine hohe Geschwindigkeit erfordert einen hohen Gang, da andernfalls die Motordrehzahl über der des Leistungsmaximums liegt oder der Motor sogar überdreht wird. In hohen Gängen wird das Motordrehmoment aber von der Übersetzung „aufgefressen“, so daß am Rad nicht mehr viel davon ankommt.

Ist ein großes Motordrehmoment auch bei hohen Motordrehzahlen vorhanden (= hohe Leistung), so kann selbst bei hohen Geschwindigkeiten ein großes Motordrehmoment noch im niedrigen Gang abgerufen werden, so daß auch das Drehmoment am Rad groß ist. Für die Beschleunigung sind in der Praxis daher die Leistung des Motors sowie eine zum Motor passende Getriebeabstufung entscheidend: Je kleiner der Drehzahlbereich ist, in dem der Motor eine hohe Leistung liefert, umso mehr Gänge werden benötigt und umso häufiger muß geschaltet werden, um die Leistung ausnutzen zu können.

Wegen  $P = M \cdot n \cdot 2\pi$  haben drehmomentstarke Motoren natürlich meist auch eine hohe Maximalleistung. Ist das hohe Motordrehmoment allerdings nur bei niedrigen Motordrehzahlen vorhanden, wie typischerweise bei Dieselmotoren, so ist die maximale Leistung im Verhältnis zum maximalen Motordrehmoment relativ gering.

Michael Dom