

**Abb. 1** Drehzahl-Drehmoment-Wandlung in einem Antriebsstrang mit Motormoment  $M_{Mot}$ , Motordrehzahl  $n_{Mot}$ , Getriebeeingangsmoment  $M_{GE}$ , Getriebeeingangsdrehzahl  $n_{GE}$ , Getriebeübersetzung  $i_G$ , Getriebewirkungsgrad  $\eta_G$ , Getriebeausgangsmoment  $M_{GA}$ , Getriebeausgangsdrehzahl  $n_{GA}$ , Achsgetriebeübersetzung  $i_{AG}$ , Achsgetriebewirkungsgrad  $\eta_{AG}$ , Radmoment  $M_{Rad}$ , Raddrehzahl  $n_{Rad}$ , statischer Reifenhalmes  $r_{stat}$ , schlupfbehalteter Reifenhalmes  $r_{ds}$  und Zugkraft  $Z$

wird durch das Verhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangsdrehzahl definiert.

$$i = \frac{n_{GE}}{n_{GA}} = \frac{\text{Getriebeeingangsdrehzahl}}{\text{Getriebeausgangsdrehzahl}} \quad (1)$$

Für die Getriebeübersetzung gilt, wenn

- ♦  $i > 0$ , dann ist die Drehrichtung der Getriebeeingangs- und -ausgangswelle gleich,
- ♦  $i < 0$ , wird die Drehrichtung im Getriebe umgekehrt,
- ♦  $|i| > 0$ , findet eine Übersetzung ins Langsame statt,
- ♦  $|i| < 0$ , wird eine Übersetzung ins Schnelle vollzogen.

**Abbildung 1** zeigt exemplarisch anhand eines Standardantriebs die Drehzahl- und Drehmoment-Wandlung vom Motor bis zu den Antriebsrädern. Der Motor liefert die Motordrehzahl  $n_{Mot}$  und das Motormoment  $M_{Mot}$ . Bei der weiteren Betrachtung wird angenommen, dass das Anfahr- und

gatter überbrückt ist und somit kein Schlupf auftritt.

Im Getriebe werden die einzelnen Gänge mit ihrer jeweiligen Übersetzung  $i_G$  geschaltet. Jedes Getriebe besitzt einen Wirkungsgrad  $\eta_G$  welcher fortlaufend berücksichtigt wird. Somit lassen sich für den Getriebeausgang die folgenden Kennungen definieren:

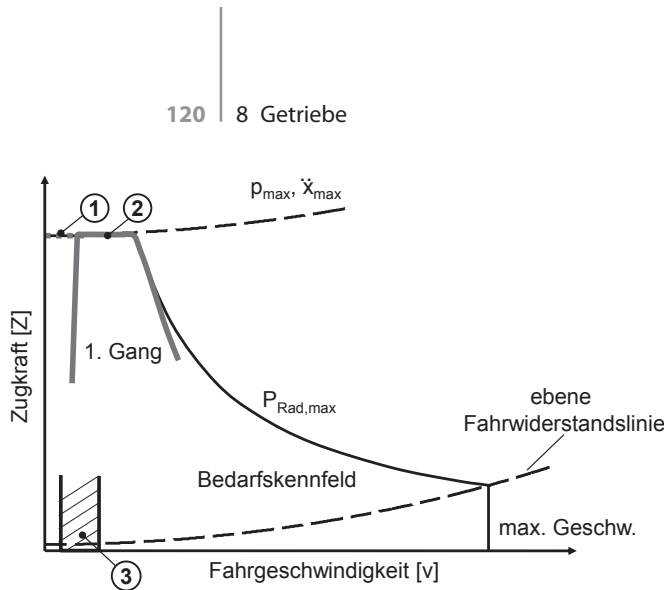
$$n_{GA} = \frac{n_{Mot}}{i_G} \quad (2)$$

$$M_{GA} = M_{Mot} \cdot i_G \cdot \eta_G \quad (3)$$

$$P_{GA} = P_{Mot} \cdot \eta_G \quad (4)$$

Die Leistung vom Motor wird durch das Getriebe nicht gewandelt, sondern wird lediglich durch den Wirkungsgrad des Getriebes verringert, mit

$$P_{Mot} = M_{Mot} \cdot n_{Mot} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \quad (5)$$



**Abb. 2**  
Beschreibung der Kriterien zur Auslegung der größten Getriebeübersetzung anhand des Zugkraft-Diagramms, 1: Anfahrfähigkeit mit Reibkupplung, 2: Steigfähigkeit, Beschleunigungsvermögen, 3: Kriechgeschwindigkeit

Eine weitere Wandlung erfolgt durch das Achsgetriebe. Die Ausgangsgrößen am Achsgetriebe lassen sich unter der Berücksichtigung der Achsgetriebeübersetzung  $i_{AG}$  und dem Wirkungsgrad des Achsgetriebes  $\eta_{AG}$  mit den folgenden Gleichungen ermitteln:

$$n_{Rad} = \frac{n_{Mot}}{i_G \cdot i_{AG}} \quad (6)$$

$$M_{AG,aus} = M_{Mot} \cdot i_G \cdot i_{AG} \cdot \eta_G \cdot \eta_{AG} \quad (7)$$

$$P_{Rad} = P_{Mot} \cdot \eta_G \cdot \eta_{AG} \quad (8)$$

Durch die Kenntnis über den statischen Reifenhalbmesser  $r_{stat}$  wird die Zugkraft  $Z$  berechnet

$$Z = \frac{M_{Rad}}{r_{stat}} \quad (9)$$

Schließlich lässt sich die Fahrzeuggeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Motordrehzahl bestimmen:

$$v = \dot{x} = \frac{n_{Mot}}{i_G \cdot i_{AG}} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot r_{ds} \quad (10)$$

Dabei ergibt sich die Fahrgeschwindigkeit in Längsrichtung des Fahrzeugs aus der

Raddrehzahl unter Berücksichtigung des dynamischen schlupfbehaferten Reifenhalbmesser  $r_{ds}$ . Mithilfe der Gl. (10) lassen sich die Drehzahl  $n$  – Geschwindigkeit  $v$  – Diagramme (auch Sägezahndiagramme genannt) erstellen, wenn für die Gesamtübersetzung des Triebstrangs gilt:

$$i = i_G \cdot i_{AG} \quad (11)$$

### 8.3.1 Auslegung der größten Übersetzung

Die Wahl der größten Übersetzung hat einen entscheidenden Einfluss auf die Kriterien Anfahrfähigkeit, Steig- und Beschleunigungsfähigkeit sowie die Kriechgeschwindigkeit eines Fahrzeuges. **Abbildung 2** veranschaulicht diese Zusammenhänge, wobei der Luftwiderstand beim Anfahren keine Rolle spielt.

Die *Anfahrfähigkeit*, auch die erforderliche maximal übertragbare Zugkraft, des voll beladenen Fahrzeugs inklusive maximaler Anhängelast an einer definierten Steigung muss gegeben sein (Punkt 1 in Abb. 2). Die Reibarbeit in der Kupplung ist dabei umso kleiner je größer die Übersetzung des ersten Ganges ist.

Die *Steigfähigkeit* (Punkt 2 in Abb. 2) beschreibt die maximal mögliche Steigung, welche mit diesem Fahrzeug befahren werden kann. Der erste Gang ist hierbei eingelegt, die Kupplung geschlossen und der Motor befindet sich im Betriebspunkt seines maximalen Drehmoments. Ähnlich verhält es sich mit der maximal möglichen *Beschleunigungsfähigkeit*: Wenn das Fahrzeug keine Steigung befährt, sondern sich in der Ebene befindet, so wird die maximale Beschleunigung des Fahrzeugs in demselben Betriebspunkt wie die maximale Steigfähigkeit erreicht. Grundsätzlich lassen sich mit einer größeren Übersetzung folglich die Steig- und Beschleunigungsfähigkeit eines Fahrzeugs verbessern. Die