

Stell-Leistung und (Stell-) Leistungsüberschuss

Bei der Behandlung der Zweipunktregler werden diese Begriffe gebraucht, sie gelten aber auch für alle anderen Regelungen.

Achtung:

Beide Begriffe beziehen sich eigentlich nicht auf Leistungen im physikalischen Sinn, sondern auf die Regelgrößen als Signale!

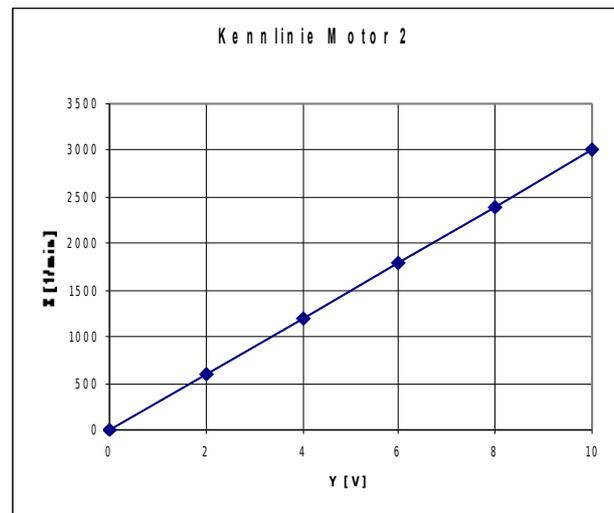
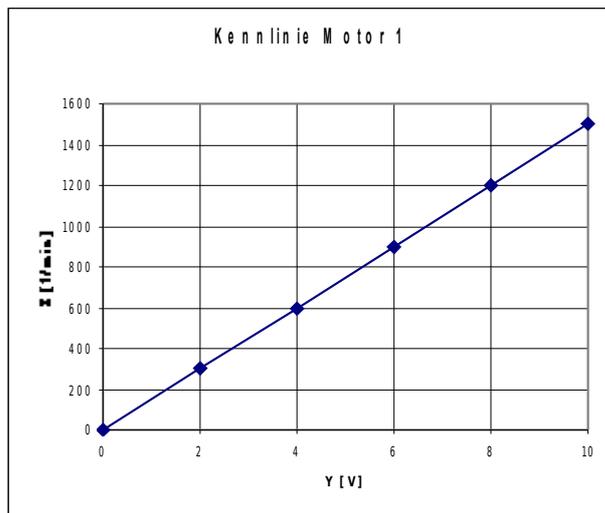
Beispiel 1: Drehzahlregelung

Ein Motor soll in der Drehzahl geregelt werden.

Der Sollwert der Drehzahl soll sich von 0...1500 U/min einstellen lassen. Der Regler liefert ein Ausgangssignal $Y = 0...10V$.

Die Störgröße ist hier die Belastung des Motors mit einem Drehmoment.

Es stehen zwei Motoren mit angepasstem Treiber zur Verfügung, mit folgenden Kennlinien, die im Leerlauf aufgenommen wurden:



Im Leerlauf würden beide Motoren infrage kommen, da sich ihre Drehzahl bis zum gewünschten Wert (1) oder darüber (2) mit der entsprechenden Stellgröße einstellen lässt.

Bei Belastung ($Z > 0$) würde Motor 1 aber versagen, da seine maximale Drehzahl kleiner als der maximale Sollwert wird.

Motor 1 hat keinen Leistungsüberschuss: $\ddot{u} = 0\%$.

Seine Stell-Leistung X_{max} ist nur 1500 U/min, es gibt keine Reserve für den Fall der Belastung.

Bei Motor 2 sieht es besser aus:

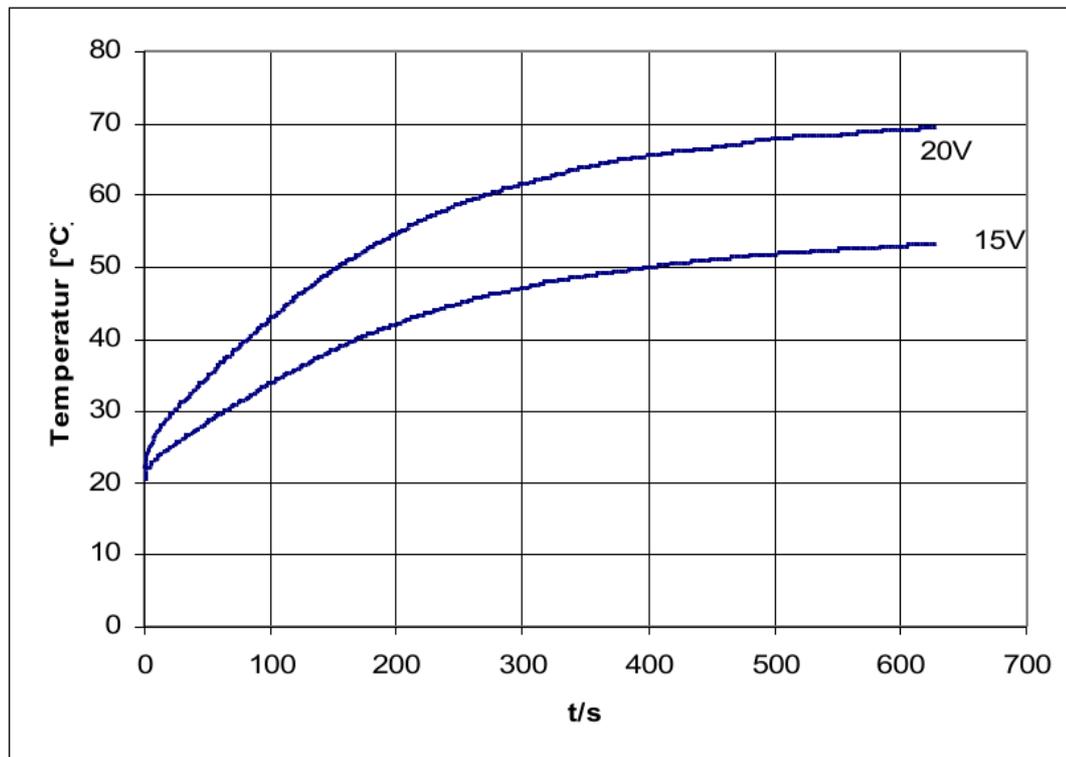
Die Stell-Leistung ist hier $X_{max} = 3000$ U/min, so dass noch Reserve bleibt für den Fall der Störung. Die maximale Drehzahl ist hier doppelt so groß wie der (maximale) Sollwert, der Leistungsüberschuss beträgt hier 100%.

Natürlich muss in der Praxis geprüft werden, ob auch bei der maximal vorkommenden Belastung die Drehzahl noch ausreicht.

Bei der Definition von Stell-Leistung und Leistungsüberschuss ist noch zu beachten, dass wir aus gutem Grund in der Regelungstechnik meist mit Änderungen gegenüber dem Ruhezustand (Formelzeichen mit Kleinbuchstaben!) arbeiten.

Beispiel 2: Temperaturregelung

Für einen Trockenofen dessen Sollwert auf 45°C festgelegt ist, wurden bei zwei verschiedenen Spannungen am Heizwiderstand die Sprungantworten aufgenommen:



Man sieht, dass beide Möglichkeiten infrage kommen, da die Endtemperatur über dem gewünschten Sollwert liegt. Allerdings wird mit einem unterschiedlichen Leistungsüberschuss gearbeitet.

Zu beachten ist hier, dass der Anfangswert der Regelgröße nicht null ist, im Gegensatz zum vorigen Beispiel.

Die Stell-Leistung x_{\max} ist die maximal mögliche Änderung der Regelgröße, ausgehend vom Arbeitspunkt im ausgeschalteten Zustand.

Für $Y = 20V$ ergibt sich eine Stelleistung

$$x_{\max} = 70^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{C}$$

Der Leistungsüberschuss ist die gegenüber dem (maximalen) Sollwert vorhandene „Reserve“.

Hier für einen Sollwert $W = 45^{\circ}\text{C}$:

$$w = 45^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$x_{\max} = 70^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{C}$$

Die Stell-Leistung ist um den Faktor $\frac{50^{\circ}\text{C}}{25^{\circ}\text{C}} = 2$ größer als die minimal erforderliche, um auf den Sollwert zu kommen, hier ist der Leistungsüberschuss also $\ddot{u} = 100\%$.

Aus diesen Überlegungen ergeben sich die Formeln:

Stell-Leistung:

$$x_{\max} = X - X_0 \quad \text{wobei } X_0 \text{ die Regelgröße im Ruhezustand ist.}$$

Leistungsüberschuss:

$$\ddot{u} = \left(\frac{x_{\max}}{w} - 1 \right) \times 100\%$$

Aufgabe LÜ1:

Berechne den Leistungsüberschuss für $Y = 15V$.

Bemerkungen:

- Ohne Leistungsüberschuss kann es keine Regelung geben.
- Bei Zweipunktreglern ist ein Leistungsüberschuss von 100% optimal.