

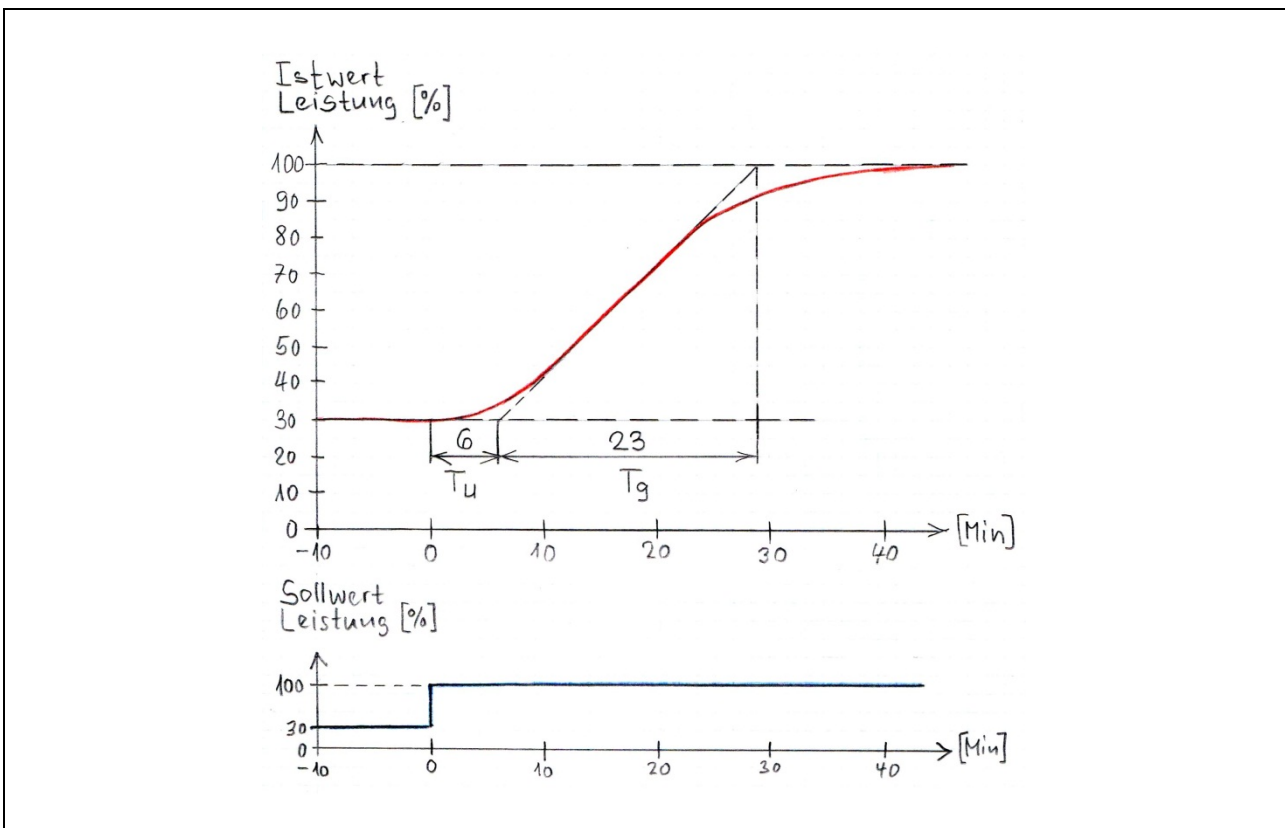
**QM Holzheizwerke gibt mit den Standardschaltungen [2] das prinzipielle Regelkonzept vor, aber keine Anforderungen an die einzelnen Regler und schon gar nicht an die Regelparameter. Die Erfahrung zeigt nun aber, dass erfahrene Holzkessel- und Regelgerätehersteller zwar durchaus in der Lage sind, eine stabile Regelung zu realisieren, dies aber oft erst erreichen, nachdem zuvor mühsam (im Rahmen der Betriebsoptimierung) nachgewiesen wurde, dass die Regelung zu wenig stabil arbeitet. Welche Anforderungen bestehen an Regler und Regelparameter für die Leistungsregelung über den Speicherladezustand?**

Wenn sich die Last eines Wärmeabgabesystems plötzlich stark ändert (beispielsweise nach oben, wenn viele Gruppen von Nachtabsenkung auf Normalbetrieb gehen und nach unten im umgekehrten Fall am Abend), kann die Leistung eines fossilen Kessels innert Minutenfrist angepasst werden. Bei einem Holzkessel dauert dies jedoch sehr viel länger.

FAQ 26 Abbildung 1 zeigt die typische **Sprungantwort** eines Holzkessels. Der Kessel läuft mit konstantem Sollwert von 30% auf Minimallast und plötzlich wird der Sollwert von 30% auf 100% erhöht. Die Kurve zeigt nun, wie die Leistung in Abhängigkeit der Zeit von 30% auf 100% ansteigt. Durch Anlegen einer Geraden im Wendebereich der Kurve können nun die beiden Zeitkonstanten  $T_u$  und  $T_g$  sowie deren Verhältnis  $T_u/T_g$  bestimmt werden. Im Beispiel von FAQ 26 Abbildung 1 ergibt sich:

$T_u = 6$  Minuten;  $T_g = 23$  Minuten;  $T_u/T_g = 6/23 = 0,26$

$T_u/T_g$  ist ein Mass für den **Schwierigkeitsgrad** einer Regelstrecke.  $< 0,15$  gilt als einfach,  $0,15...0,25$  als mittelschwerig und  $> 0,25$  als schwierig. Die vorliegende Regelstrecke ist also als «eher schwierig» einzustufen.



FAQ 26 Abbildung 1: Beispiel einer typischen Sprungantwort eines Holzkessels

Zur Optimierung der Regelparameter mit Hilfe der Sprungantwort gibt es **Optimierungsverfahren**. Die bekanntesten sind Chien/Hrones/Reswick und Ziegler/Nichols. Dazu wird aber (neben  $T_u$  und  $T_g$ ) auch noch

die Streckenverstärkung benötigt, deren Bestimmung hier zu weit führen würde. Im Falle der Sprungantwort von FAQ 26 Abbildung 1 und der Streckenverstärkung der realen Anlage würden sich für den PI-Regler folgende Regelparameter ergeben:

- Träge Einstellung nach Chien/Hrones/Reswick: Nachstellzeit = 28 Minuten, P-Band = 76%
- Flinke Einstellung nach Ziegler/Nichols: Nachstellzeit = 20 Minuten, P-Band = 29%

Rein qualitativ kann folgendes gesagt werden:

- Es ergeben sich sehr lange Nachstellzeiten im Bereich der grossen Zeitkonstante der Regelstrecke. (Vergleich: ein üblicher Vorlauftemperaturregler hat eine Nachstellzeit von etwa 2 Minuten.)
- Ein grosser P-Anteil (kleines P-Band) darf nur eingestellt werden, wenn das Istwertsignal des Speicherladezustandes gut geglättet ist. Sobald ein stark stufiges Signal vorliegt, ist nur ein kleiner P-Anteil zulässig (grosses P-Band), weil sonst die Sollwertsprünge Unruhe in den Regelkreis bringen würden, d. h. Regler wirkt fast wie ein reiner I-Regler.

Da ein Regler für hinauf und hinunter die gleichen Regelparameter hat und es bei kleinem P-Anteil (d. h. Wirkung wie ein I-Regler) vorkommen kann, dass der Regler in Notsituationen zu wenig schnell reagiert, werden oft Hilfsregler eingesetzt um das Regelverhalten zu verbessern.

Solche Hilfsregler können durchaus sinnvoll sein. Die Erfahrung zeigt aber leider, dass sie auch unangenehm sein können. Dies beispielsweise dann, wenn der Regler plötzlich «panisch» reagiert und den Holzkessel viel zu schnell hinunterfährt, mit der Folge, dass der Holzkessel kurz darauf wieder mühsam (allein mit dem I-Anteil) hinaufgefahren werden muss.

Die Hauptursachen instabiler Regelung können wie folgt zusammengefasst werden:

- Zu grobes Istwertsignal für den Speicherladezustand (zu wenig Fühler, fehlende Glättung durch Interpolation oder PT1-Glied)
- Zu flinke Reglereinstellungen (zu kurze Nachstellzeit, zu grosser P-Anteil)
- «Panikartiges» Herunterfahren, obwohl noch genügend Speicherkapazität vorhanden gewesen wäre, um die Störung aufzufangen. Dieses Verhalten wird oft durch Hilfsregler verursacht, die für Anlagen ohne Speicher konzipiert und eingestellt wurden.
- Generell sind undurchsichtige und oft unzweckmässige Hilfsregler ein Problem, von denen das Servicepersonal oft nicht weiss, was die einzustellenden Regelparameter bedeuten und was sie bewirken.