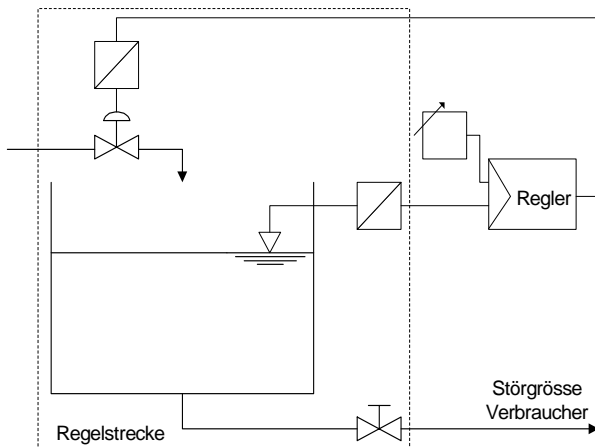


Gedanken zur Niveauregelung

PH. Die vermeintlich einfache Niveauregelstrecke wartet mit einer Besonderheit auf, der im Allgemeinen zu wenig Beachtung geschenkt wird: Als Strecke ohne Ausgleich soll man sie wie eine reine I-Regelstrecke behandeln!

Die Regelgrösse einer Niveauregelstrecke wächst bei Aufschaltung einer sprungförmigen Stellgrösse linear an und wird nie einen Beharrungszustand erreichen (ausser, Sie dichteten den umliegenden Raum komplett ab). Man nennt sie deshalb auch Strecke ohne Ausgleich. Auch wenn man einen kleinen Abfluss zulässt, wird das Niveau weiter ansteigen, solange sich Zu- und Abfluss nicht exakt aufheben.

Das Regeln des Speisewasserniveaus eines Dampferzeugers ist eine der typischen Anwendungen des hier betrachteten Problems. Die Regelgrösse Niveau soll konstant gehalten werden, damit – bei Betriebsbedingungen - eine definierte Dampfmenge erzeugt werden kann. Als Stellgrösse dient der Frischwasserzufluss. Der Dampfabfluss wird als Störgrösse betrachtet (s. Abb. unten: Allgemeine Darstellung des Systems). Doch nun zum eigentlichen Problem. Die einfache

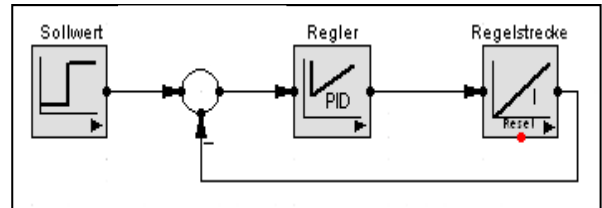


Frage: Welcher Reglertyp soll hier verwendet werden?

Eine einfache Antwort: Die Lösung finden wir alle im Spülkasten unseres stillen Örtchens. Das Gestänge, eine mechanische Lösung, deutet auf einen P-Regler hin. Das kommt nicht davon, dass ein I-Anteil nicht realisierbar wäre. Und wir alle würden dem Spülkasten einen I-Anteil gönnen. Nur braucht er ihn nicht. Im Gegenteil, mit einem

zusätzlichen I-Anteil wäre das Regelsystem strukturstabil, es würde im Wesentlichen zu einem (schwingungsfähigen) System zweiter Ordnung.

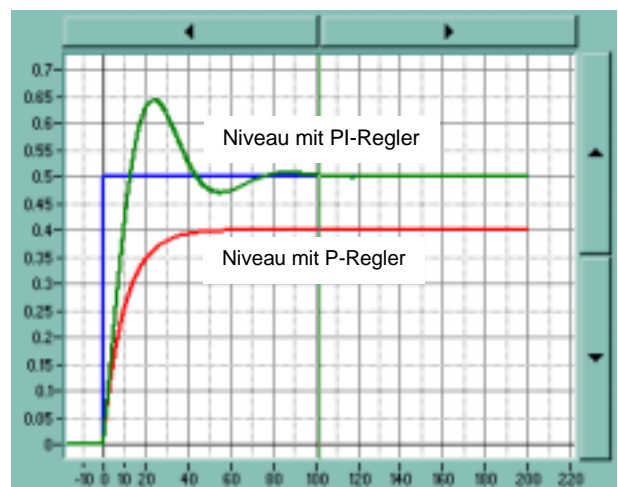
Theoretisch kann ein P-Regler der I-Strecke voll auf genügen, es wird nicht einmal eine bleibende



Regelabweichung geben (Laplace Endwertsatz). Letzteres ist zwar bei einem PI-Regler auch kein Problem, man handelt sich aber eben ein System zweiter Ordnung ein.

Dieser kleinen Theorie der I-Strecke steht das obige Beispiel des Dampferzeugers gegenüber. Es ergibt sich zusätzlich das folgende Problem: Sobald der Dampfabfluss grösser ist als der Frischwasserzufluss, ergibt sich mit dem P-Regler dennoch eine Regelabweichung. Der P-Regler braucht einen Regelfehler, um das Niveau halten zu können (s. folgende Abbildung: Sollwert in blau, Niveau in rot); Der PI-Regler hingegen lässt den Fehler verschwinden (Niveau in grün), zeigt aber den oben erläuterten Mangel des Schwingens auf.

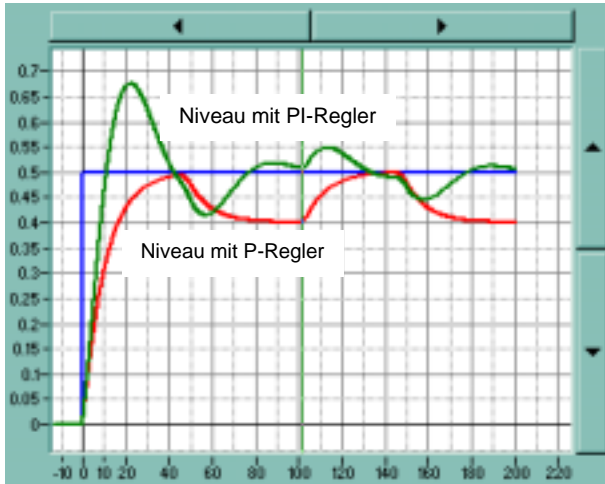
Anstelle der Störgrösse des konstanten Dampf-



abflusses tritt nun ein variierender Dampf-

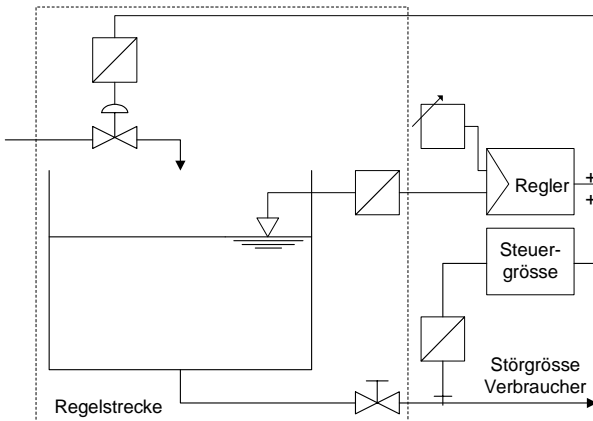
Gedanken zur Niveauregelung

Der PI-Regler behält seine Schwingungen bei, der P-Regler jedoch verursacht lediglich Regelabweichungen, die direkt von der Störgrösse abhängen sind.



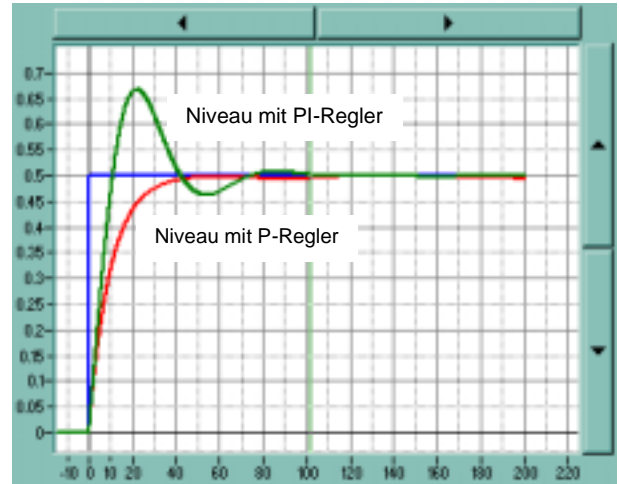
gig sind.

Hat man nun eine Messung der Störgrösse zur Verfügung (Dampfmenge!), so bietet sie sich - in geeigneter Verwendung - als Steuergrösse an,



welche den Regelfehler des P - Reglers in etwa gut macht.

Dies geschieht notabene in reproduzierbarer Manier und ganz ohne selbstverursachte Schwin-



gungen, wie die folgende Abbildung zeigt:

Kleine, bleibende Regelfehler und gute Stabilitätseigenschaften des P-Systems stehen hier also dem im Mittel regelfehlerlosen, aber möglicherweise schwingenden und somit ungenügenden PI - System gegenüber.

Das PI - System lässt jedoch eine Anwendung offen: Bei genügend starkem I-Anteil können Sie ihre Toilette um einen zyklischen Spülungsprozess bereichern!