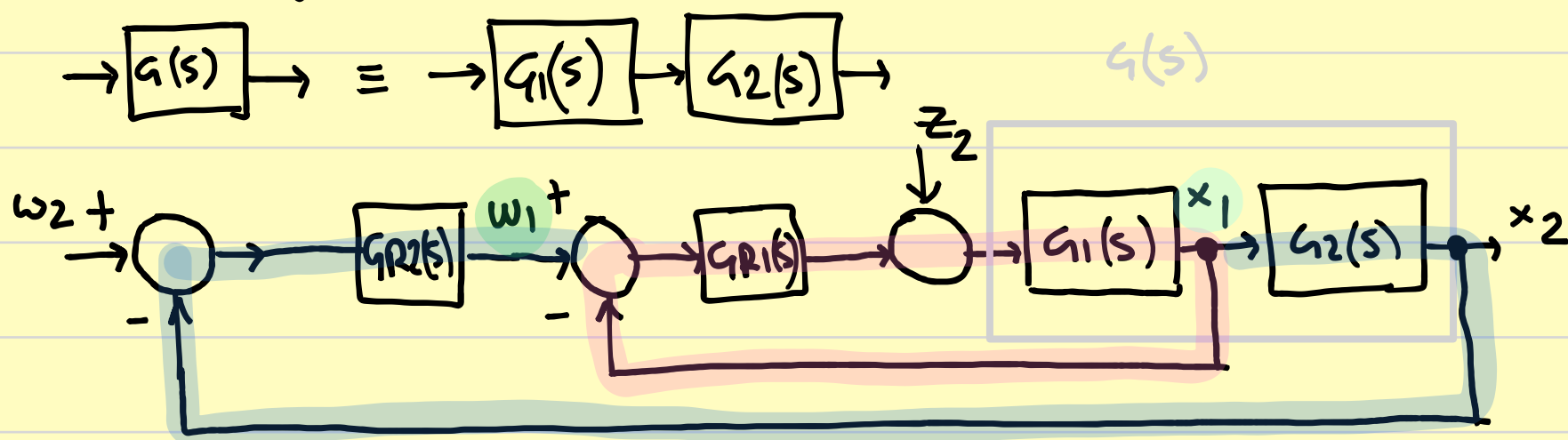


KASKADENREGELUNG

Bei Reglerstrecken mit großen Zeitkonstanten ist es oft schwierig, mit einer einschleifigen Regelung ein befriedigendes Ergebnis zu erzielen. Wenn es möglich ist, die Strecke zu unterteilen und eine „Hilfsregelgröße“ zu messen, greift man zu einer Kaskadenregelung.



Der Hilfsregelgröße x_1 wird ein Regler $G_{R1}(s)$ zugeordnet, der als Folgerregler oder Hilfsregler bezeichnet wird. Der übergeordnete Regler $G_{R2}(s)$ gibt dem Folgeregler G_{R1} die Führungsgröße w_1 vor.

Führungsverhalten:

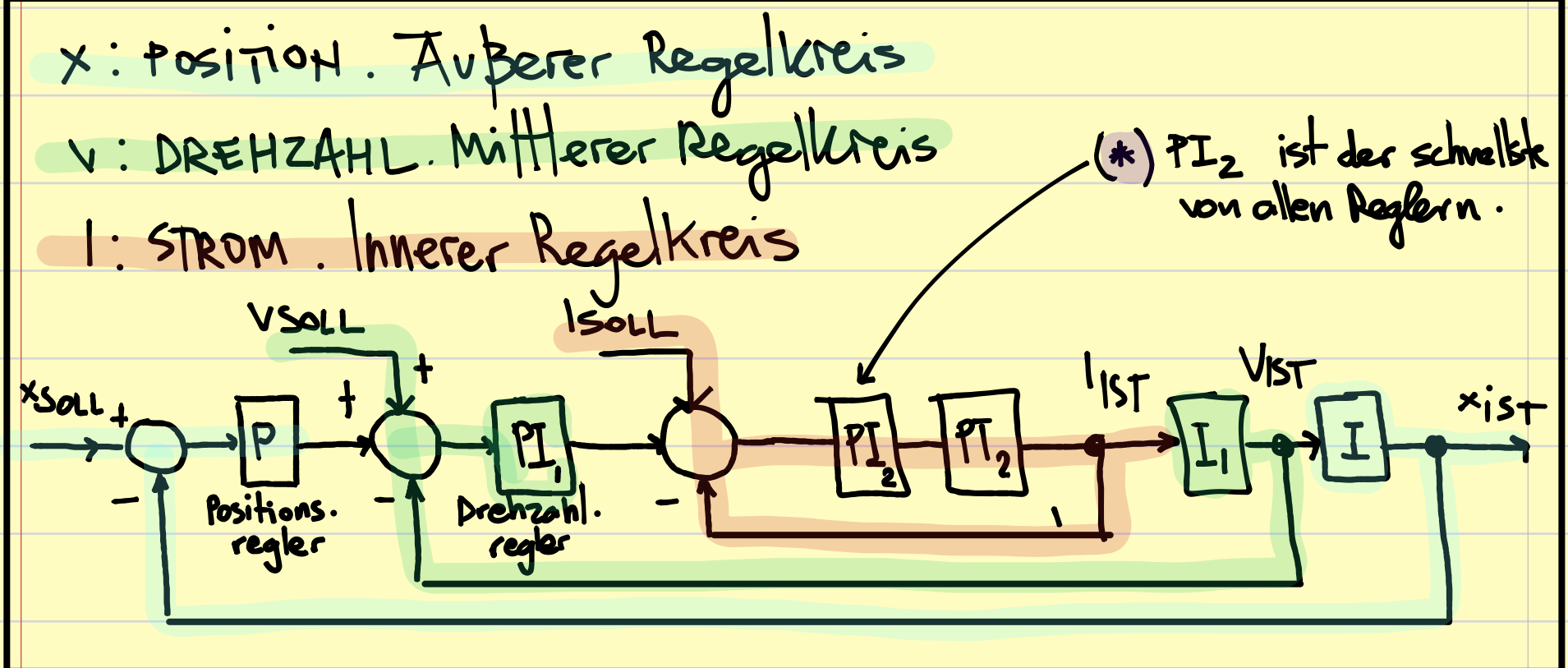
$$G_W(s) = \frac{x_2}{w_2} = \frac{G_{R2} \cdot \frac{G_{R1} G_{S1}}{1 + G_{R1} G_{S1}} \cdot G_{S2}}{1 + G_{R2} \cdot \frac{G_{R1} G_{S1}}{1 + G_{R1} G_{S1}} \cdot G_{S2}} = \frac{G_{R2} G_{R1} G_{S1} G_{S2}}{1 + G_{R1} G_{S1} + G_{R1} G_{R2} G_{S1} G_{S2}}$$

Störverhalten:

$$G_Z(s) = \frac{x_2}{z_2} = \frac{\frac{G_{S1}}{1+G_R1G_{S1}} \cdot G_{S2}}{1+G_{R2} \cdot \frac{G_{R1}G_{S1}}{1+G_{R1}G_{S1}} \cdot G_{S2}} = \frac{G_{S1} G_{S2}}{1+G_{R1}G_{S1}+G_{R1}G_{R2}G_{S1}G_{S2}}$$

- Durch die Kaskadenregelung wird die Gesamtregelstrecke in kleinere, besser regelbare Teilstrecken untergliedert.
- Gegenüber einem direkt wirkenden Regler erhöht sich die Regelgenauigkeit und reduzieren sich die Kosten der Komponenten.

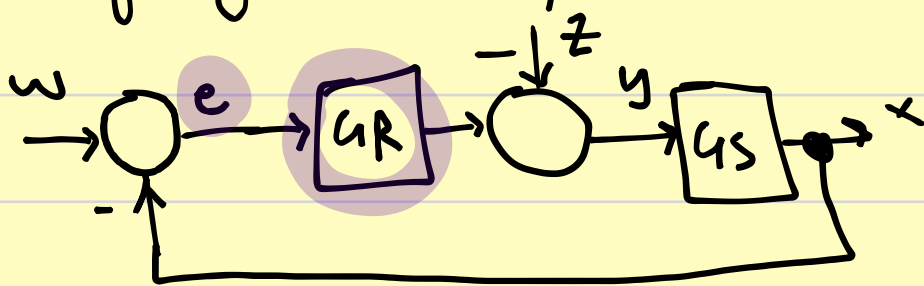
Beispiel Kaskadenregelung: CNC Maschinenregelung



Die inneren Regelkreise (ie v, I) müssen schneller sein als die äußeren. Das heißt die Zeitkonstanten müssen kleiner sein, damit die Kaskadenregelung funktioniert. (*)

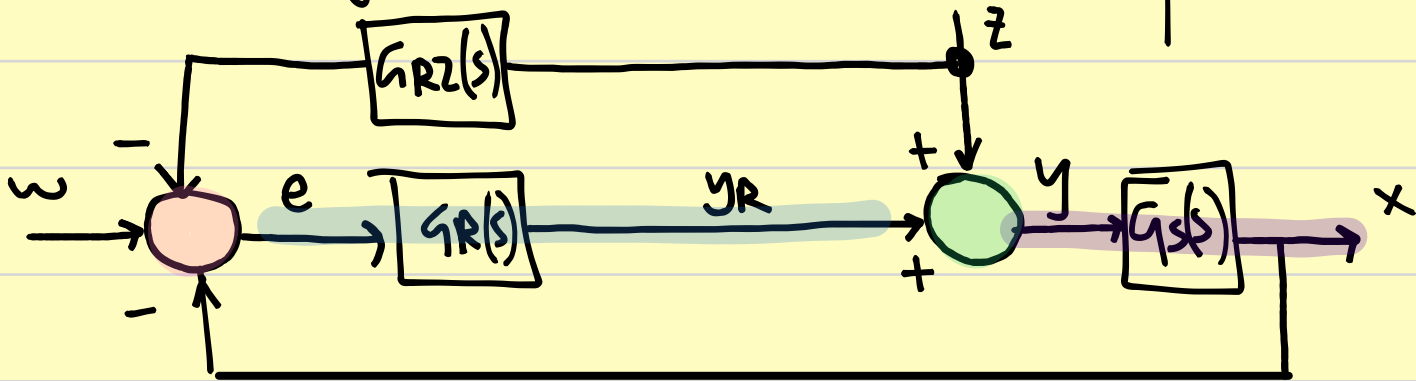
STÖRGROßENAUFSCHALTUNG

Eine Beseitigung der Auswirkung von Störgrößen durch eine Regelung hat den Nachteil, dass der Regler immer erst korrigierend eingreifen kann, wenn die Regeldifferenz vorliegt.



Wegen der Verögerung in der Strecke erscheint die Störung erst verspätet am Eingang des Reglers.

Um eine Auswirkung der Störgröße auf die Regelgröße zu verhindern und dabei die optimale Reglereinstellung auszunutzen, schaltet man die messbare Störgröße über ein korrigierendes Glied G_{RZ} auf der Störeingangsseite auf.



$$\begin{aligned}
 x &= y \cdot G_S(s) = (z + y_R) G_S(s) = (z + e \cdot G_R(s)) \cdot G_S(s) = \\
 &= (z + (w - z G_{RZ}(s) - x) G_R(s)) \cdot G_S(s) = \\
 &= (z + w G_R(s) - z G_{RZ}(s) G_R(s) - x G_R(s)) \cdot G_S(s)
 \end{aligned}$$

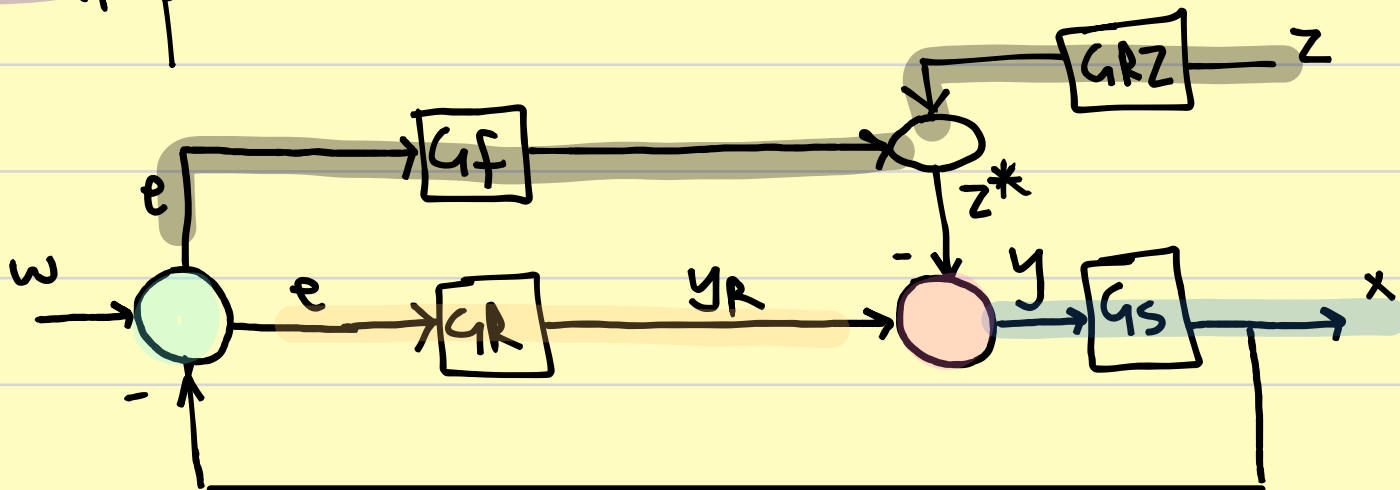
$$x [1 + G_R(s) G_S(s)] = [z + w G_R(s) - z G_{RZ}(s) G_R(s)] \cdot G_S(s)$$

speziellfall ...

$$G_{RZ}(s) = \frac{1}{G_R(s)} \rightarrow x [1 + G_R(s) G_S(s)] = w G_R(s) G_S(s)$$

$$\text{FÜHRUNGSVERHALTEN} \rightarrow \frac{x}{w} = \frac{G_R(s) G_S(s)}{1 + G_R(s) G_S(s)}$$

STÖRGRÖßEN & FORWARD REGELUNG oder ERROR AUFSCHALTUNG



$$e = -x + w = -y G_S(s) + w = -[(y_R - z^*) G_S(s)] + w =$$

$$= -[[e G_R(s) - (e G_f(s) + z G_{RZ}(s))] G_S(s)] + w$$

$$w - x = -[(w - x) [G_R(s) - G_f(s)] + z G_{RZ}(s)] G_S(s) + w$$

$$x = w (G_R(s) - G_f(s)) G_S(s) - x (G_R(s) - G_f(s)) G_S(s)$$

$$x [1 + ((G_R(s) - G_f(s)) G_S(s))] = w (G_R(s) - G_f(s)) G_S(s) + z G_{RZ}(s) G_S(s)$$

speziellfall ...

$$G_R(s) = G_f(s) \rightarrow x = z G_{RZ}(s) G_S(s) \rightarrow \text{STÖRVERHALTEN}$$

$$\frac{x}{z} = G_{RZ}(s) G_S(s)$$

