

## **5. Erzeugung einer Klemm-Kraft zur Simulation eines eingeklemmten Objekts**

Das Simulationsmodell soll mit einer Funktion ausgestattet werden, die das Einklemmen von Objekten zwischen Fenster und Rahmen verhindert. Dafür muss zunächst der Einklemmvorgang als solches, durch das Aufschalten einer Klemm-Kraft, simuliert werden. Dabei wird dem Objekt eine Federsteifigkeit zugeordnet und somit das Objekt in eine Feder überführt, die beim Erreichen einer bestimmten Position zusammengedrückt wird. Dadurch baut sich eine Kraft auf, die der Bewegungsrichtung des zufahrenden Fensters entgegenwirkt. Dieser Kraftanstieg hat eine Erhöhung des Motorstroms zu Folge, der von der im Kapitel 5 erläuterten Auswertelogik erkannt wird und das Fenster herunterfährt.

### **5.1 Simulinkmodell**

Zur Festlegung der Position des Objektes wird die gewünschte Position von der Position des Fensters  $z_F$  subtrahiert. Ist das Ergebnis größer gleich null, wird der Weg mit der Federkonstante des Objekts multipliziert, die Kraft nimmt linear mit dem Weg zu und wird dann auf das Fenster geschaltet (siehe Bild 1.11  $F_{\text{Klemm}}$ ).

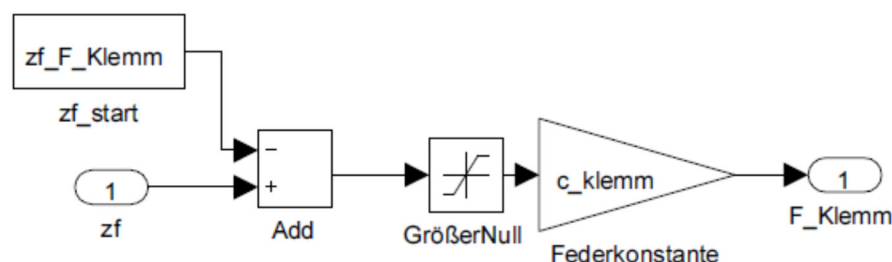


Bild 5.1. Simulinkmodell der Klemm-Kraft

## 5.2 Auswertelogik

Die Auswertelogik dient zum einen zum Steuern des Hoch- und Runterfahrens des Fensters, der Erkennung der Endpositionen und dem damit verbundenen Stoppen des Fensters, sowie der Auswertung des Motorstroms um ein eingeklemmtes Objekt zu detektieren.

Die wesentlichen Funktionen werden dabei mit Hilfe von zwei SR-Flip-Flops und zwei, miteinander verschalteten, Schaltern realisiert. Je nach Eingangssignal gibt das Modell als Sollwert Null, eine positive oder negative Sollgeschwindigkeit aus. In Bild 7.1 ist der beispielhafte Aufbau der Auswertelogik zu sehen. Dabei können, je nach Belieben, noch weitere Funktion hinzugefügt werden.

## 5.3 Funktionsweise

Das erste Flip-Flop wird gesetzt, wenn der Motorstrom eine definierte Grenze übersteigt. Der Ausgang Q wird dadurch auf logisch 1 geschaltet und der Schalter 2 schaltet auf die negative Sollgeschwindigkeit (Das Fenster fährt herunter), gleichzeitig wird Flip-Flop 2 zurückgesetzt, damit das Fenster nach Erreichen der untersten Position nicht wieder hochfährt. Ist das Fenster in die unterste Position zurückgefahren, wird das erste Flip-Flop wieder rückgesetzt, Schalter 2 schaltet den Ausgang von Schalter 1 durch. Mit den beiden Steps (Start  $t=1$  und Start  $t=2$ ) wird ein 1 Sekunden langer Impuls erzeugt der das Flip-Flop 2 setzt, wodurch Schalter 1 auf die positive Sollgeschwindigkeit schaltet und das Fenster hochfährt. Ist entweder die obere Endposition erreicht oder der Block „Fenster stoppen“ löst aus, wird Flip-Flop 2 zurückgesetzt und damit die Sollgeschwindigkeit von null ausgegeben, das Fenster bleibt stehen.

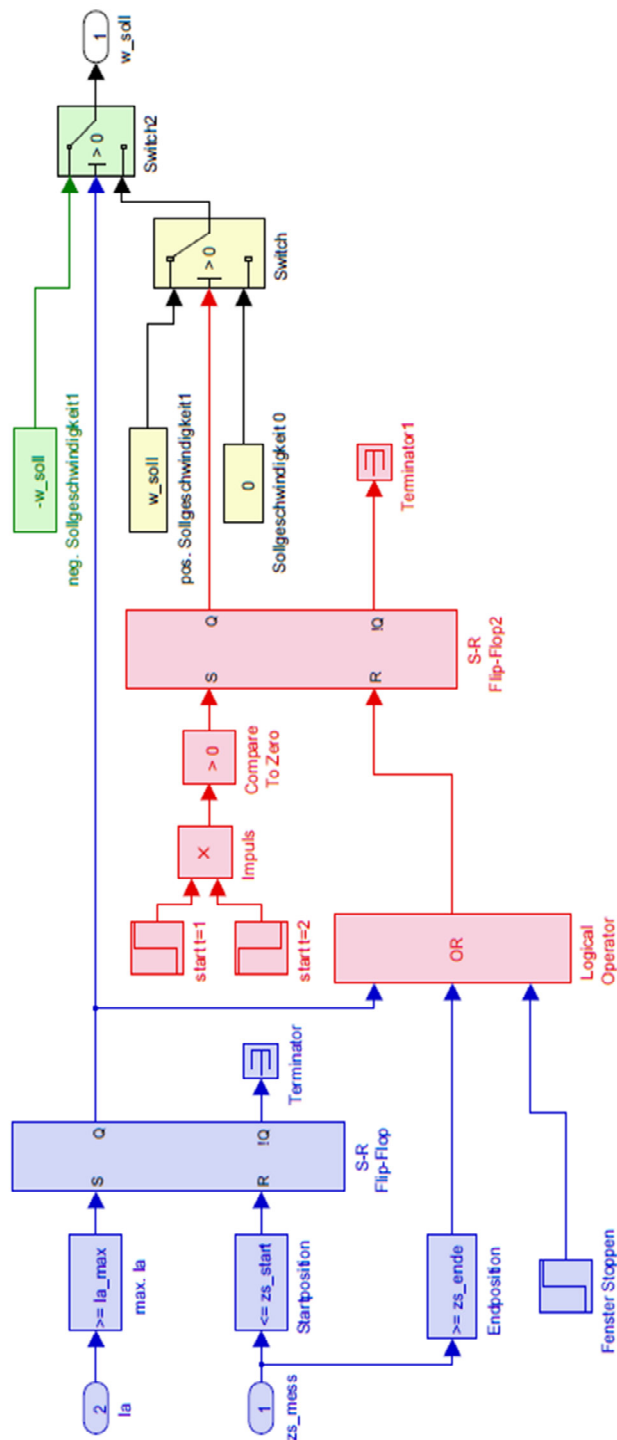


Bild 5.2. Simulinkmodell der Auswertelogik