

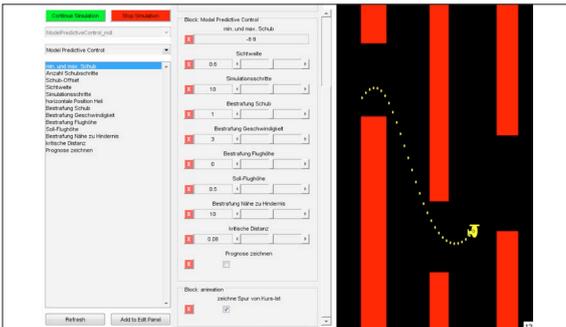


Andreas Marti

Diplomand	Andreas Marti
Examinator	Prof. Dr. Markus Kottmann
Experte	Dr. Markus A. Müller, Frei Patentanwaltsbüro, Zollikon ZH
Themengebiet	Regelungstechnik

## Interaktive Testumgebung für Regler

### Implementation von Simulink-Modellen zur Simulation eines Helikopterflugs

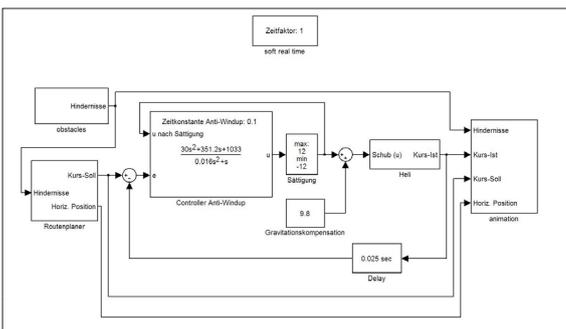


GUI mit Animation der Simulation

**Problemstellung:** Die Arbeit hat zum Ziel, in einer Computersimulation einen Helikopter durch einen Hindernisparcours zu manövrieren. Die Horizontalgeschwindigkeit bleibt dabei konstant, es muss nur die vertikale Position geregelt werden. Das Problem besteht darin, die Hindernisse zu erkennen und als verwertbares Signal in eine Regelung einzuspeisen, die dann die Funktion des Piloten einnehmen kann. Im Rahmen einer früheren Studienarbeit ist ein Demonstrator entwickelt worden, der für dieses Problem einige Standardregler mithilfe von Matlab-Funktionen implementiert. In dieser Arbeit sollen dafür Simulink-Modelle erstellt werden. Diese sind für den Benutzer transparenter und einfacher zu modifizieren; so lassen sich beispielsweise Reglerblöcke mit wenigen Mausklicks ersetzen. Um die Bedienung noch weiter zu vereinfachen, soll eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) geschaffen werden, mit der der Benutzer die Modelle bearbeiten und in Echtzeit auswerten kann.

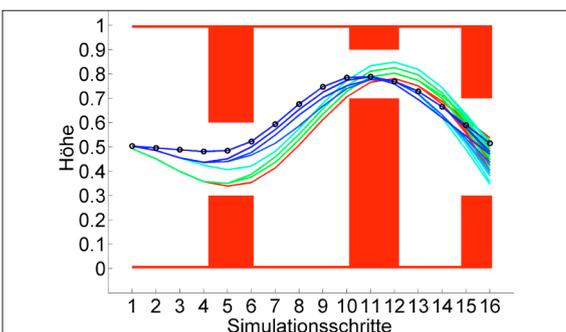
#### Vorgehen:

- Einarbeiten in Matlab-Konzepte: Um die Anforderungen mit Matlab und Simulink zu erfüllen, sind vertiefte Kenntnisse in den Bereichen GUI-Entwurf, Callbacks und massgeschneiderten Blöcken (Stichwörter Masken und S-Functions) auf diesen Plattformen notwendig.
- Entwurf Regelkreis: Aus den Hindernissen muss eine Führungsgröße generiert werden, welche von Reglern weiterverwertet wird. Die Regler werden nach Stabilitätskriterien (Wurzelortskurve, Nyquist) entworfen. Da die Hindernisse über eine weite Strecke bekannt sind, sind auch vorausschauende Methoden interessant.



Regelung mit PID-Regler und Anti-Windup

**Ergebnis:** Mit einem GUI können beliebige Modelle eingebunden und deren Blöcke bearbeitet werden. GUI und Modell arbeiten synchron. Eine Library stellt Simulink-Blöcke für die Erzeugung von Hindernissen, grafischer Animation, Routenplanung, Reglern, Regelstrecken usw. zur Verfügung, so dass weitere Modelle problemlos erstellt werden können. Mit Model Predictive Control (MPC) ist eine vorausschauende Regelung, die verschiedene Flugtrajektorien durchrechnet und daraus die beste Option wählt, realisiert worden. Diese Methode liefert die besten Resultate in der Flugauswertung, bietet aber noch Spielraum für Weiterentwicklungen.



Evaluation verschiedener Flugrouten mit MPC (rot: schlecht; grün: mittel; blau: gut). Die optimale Route ist mit schwarzen Ringen markiert.