

# KRT Praktikum: Protokoll 4 - L4 und H4

Kimon Beyer, Yves Gaßmann, Justin Buhl

**Abstract:** Im folgenden Protokoll werden die Ergebnisse des vierten Labortages sowie der vierten Hausaufgabe im Rahmen des Praktikums Konzepte der Regelungstechnik des IST behandelt. Dabei behandelt das Protokoll den Entwurf und die Implementierung einer Trajektorie, welche dem in Protokoll 3 gewonnenen Reglerentwurf die Führungsgröße vorgibt.

## 1. VIERTER LABORTAG (L4)

Im Folgenden wird die Umsetzung der Trajektorienplanung beschrieben. Ziel ist es, eine Trajektorie zu entwerfen, welche die Führungsgröße für die in Protokoll 3 gewonnene Reglerstruktur vorgibt. Dabei soll die Trajektorie so gestaltet sein, dass die Bewegung des Helikopters möglichst sanft erfolgt und keine plötzlichen Sprünge in den Sollwerten auftreten. Dies ist wichtig, da der Regler aus Erfahrungen des dritten Labortages nur begrenzt in der Lage ist, schnelle Änderungen der Sollwerte zu verfolgen, ohne dass es zu Überschwingen oder Instabilitäten kommt.

Zum erstellen der Trajektorie wird in Matlab die Funktion `interp1` verwendet. Diese Funktion ermöglicht es durch die Interpolation einer Reihe von manuell bestimmten Stützpunkten, eine Trajektorie zu generieren. Dabei ist es wichtig, die Stützpunkte so zu wählen, dass die resultierende Trajektorie den Anforderungen an Sanftheit und Realisierbarkeit entspricht. Hierbei ist zu erwähnen, dass für die Travel und Elevation Trajektorie wie in Abbildung 1 und 2 zu sehen ist `pchip` als Interpolationsmethode gewählt wurde. Diese ist eine formbewahrende kubische Interpolation, welche eine langsame Annäherung ohne Überschwingen gewährleistet.

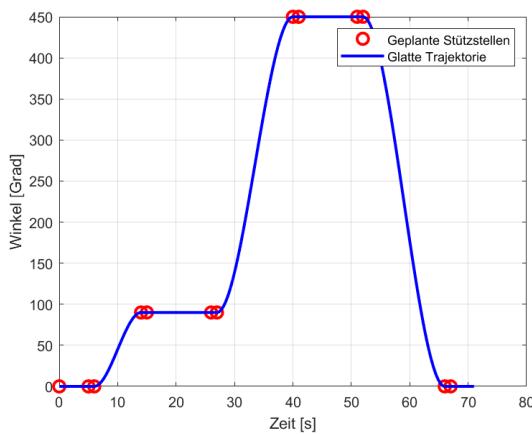


Fig. 1. Travel Trajektorie

Es ist ebenfalls wichtig, dass die vorgegebene Trajektorie innerhalb der physikalischen Grenzen des Helikopters bleibt. Dies fließt in die Wahl der Stützpunkte mit ein,

\* Institute for Systems Theory and Automatic Control, University of Stuttgart, Germany. <http://www.ist.uni-stuttgart.de>

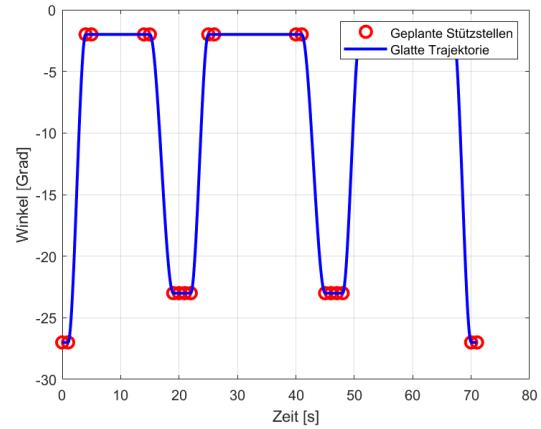


Fig. 2. Elevation Trajektorie

da unter anderem der Gradient der Trajektorie während dem Landeanflug größer sein darf, als während dem Aufstieg. In Abbildung 3 ist die resultierende Geschwindigkeit der Elevation- und Travel Trajektorie dargestellt, anhand welcher die Einhaltung der physikalischen Grenzen überprüft werden kann.

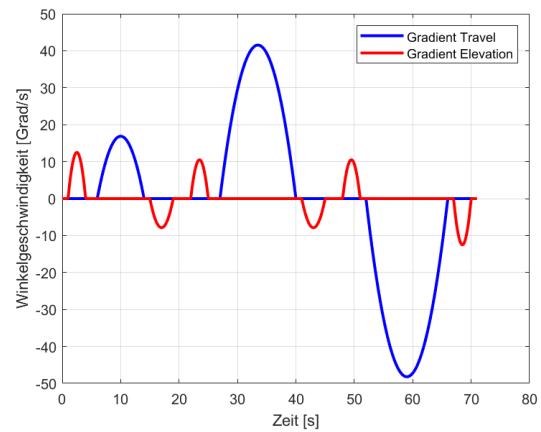


Fig. 3. Gradient der Trajektorien

Daran ist zu erkennen, dass der Helikopter sich nie in einem Bereich bewegt, welcher für ihn nicht realisierbar ist. Es ist ebenfalls Verbesserungspotential erkennbar, da zwischen den Manövern die Geschwindigkeit null ist und somit die Bewegung des Helikopters unnötig verlängert wird. Es ist auch möglich die Bewegungen in Travel und Elevation zu überlappen, um die Gesamtdauer der

Trajektorie zu verkürzen. Hierbei ist allerdings darauf zu achten, dass die minimale Höhe des Helikopters nicht unterschritten wird. Eine Trajektorie für den pitch wurde nicht erstellt, da dieser während des gesamten Fluges auf null bleiben soll und somit durch eine Konstante dargestellt werden kann.

Für die Magnet Trajektorie wurde `linear` als Interpolationsmethode gewählt, da hier nur das Ein- und Ausschalten des Magneten erfolgt. In Abbildung 4 ist das resultierende Verhalten des Magneten dargestellt.

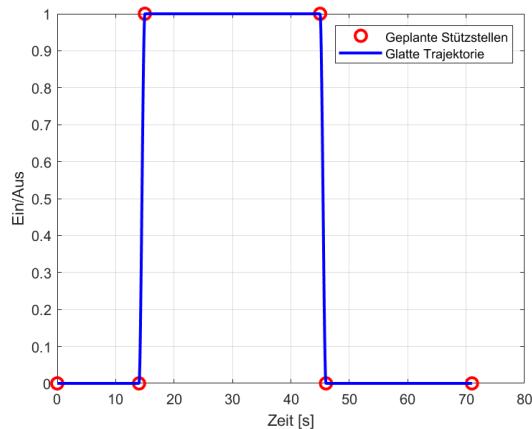


Fig. 4. Magnet Trajektorie

Die so erstellten Trajektorien werden im Folgenden in `.mat` Dateien gespeichert und in der Reglerstruktur aus Protokoll 3 eingebunden.

## 2. ZWEITE HAUSAUFGABE (H4)

### 3. KOMMENTARE UND AUSBLICK AUF L5