

# Kameragestützte Feinpositionierung eines Quadropters

Diplomarbeit, vorgelegt von Gregor Landmann am 7. März 2013

Studiengang Informatik – Intelligente Systeme

Betreuer: Prof. Dr. sc. Techn. Harald Loose, Dipl.-Inform. Ingo. Boersch

Kontakt: gregor.landmann@yahoo.de

## Aufgabenstellung:

Ziel der Arbeit ist es einen Quadropters vom Typ MikroKopter autonom, mit Hilfe einer On-Board-Kamera und bildverarbeitenden Verfahren, möglichst genau über einem Objekt zu positionieren. Zuvor soll eine GPS-gestützte Grobpositionierung des MikroKopters in der Nähe des gesuchten Objektes erfolgen.

## Konzept:

Die beiden Aufgaben werden teilweise mit On-Board Mitteln und teilweise mit Hilfe einer Bodenstation (am Boden befindliches Notebook) abgearbeitet.

Auf der Bodenstation wird die GPS-Zielposition des Objektes gewählt und daraus eine Wegpunktliste erstellt, die ein Suchgebiet abdeckt. Diese Liste wird auf den MikroKopter übertragen und von ihm mit den vorhandenen Onboardmitteln abgeflogen. Während des Wegpunktefluges werden die Videodaten der On-Board-Kamera und die Sensordaten des MikroKopters (Nick, Roll, Flughöhe) an die Bodenstation übertragen. Mit bildverarbeitenden Verfahren wird das Objekt im Videobild gesucht. Sobald das Objekt detektiert wurde, wird der GPS-Flug gestoppt und die Kontrolle an die Bodenstation übergeben.

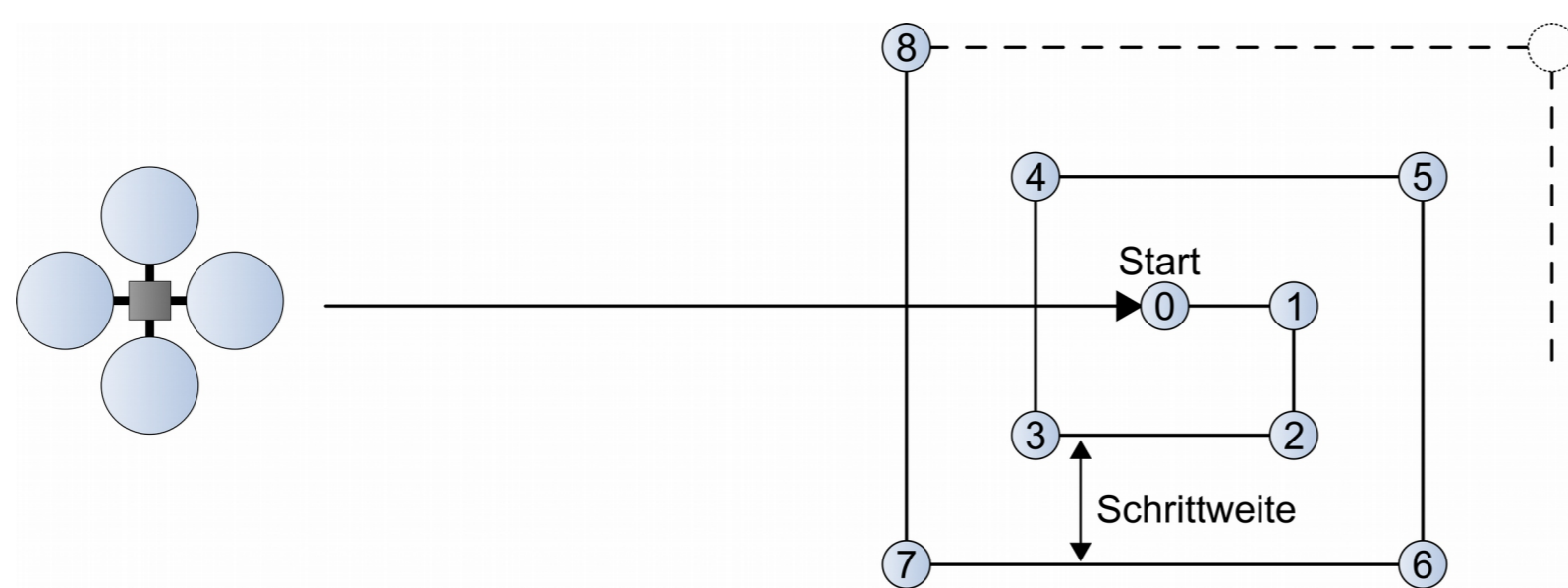


Abb.: Wegpunktliste und resultierendes Suchgebiet

Die Bodenstation berechnet fortlaufend, unter Verwendung der detektierten Objektposition im Videobild und der empfangenen Sensordaten, die Abweichung von der Sollposition (Regelabweichung). Aus dieser Abweichung werden Steuerkommandos generiert und an den MikroKopter zurück gesendet, mit dem Ziel die Regelabweichung zu minimieren.

## Bildverarbeitung:

Die Bildverarbeitung ist darauf ausgelegt ein einfaches, einfarbiges Objekt zu erkennen. Als erstes wird die durch das Weitwinkelobjektiv hervorgerufene Verzerrung beseitigt und Kompressionsartefakte sowie Bildrauschen durch einen Gaußfilter entfernt.

Um das einfarbige Objekt zu finden, wird eine Transformation in einen HSI-Farbraum mit den Anteilen Farbton, Sättigung und Helligkeit vorgenommen. Das Objekt kann durch Wählen passender Intervalle der HSI-Anteile herausgefiltert werden. Anschließend wird eine Blobsuche durchgeführt mit deren Hilfe zusammenhängende Bildpunkte ermittelt werden. Der Mittelpunkt des größten gefundenen Blobs wird für die Berechnung der Regelabweichung verwendet.

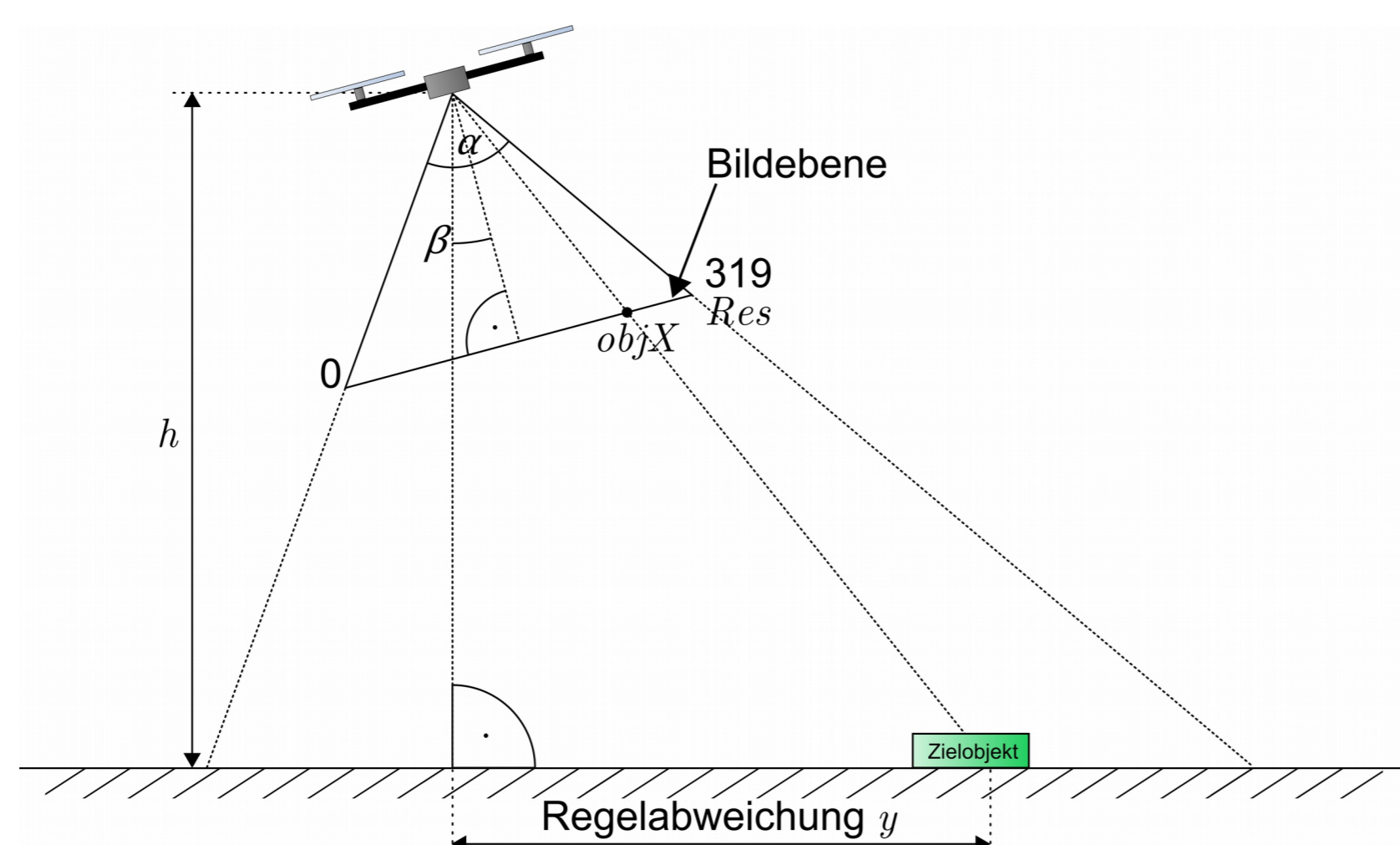


Abb.: Modell zur Berechnung der Abweichung von der Sollposition (Regelabweichung) aus der detektierten Objektposition im Videobild und den Sensordaten.

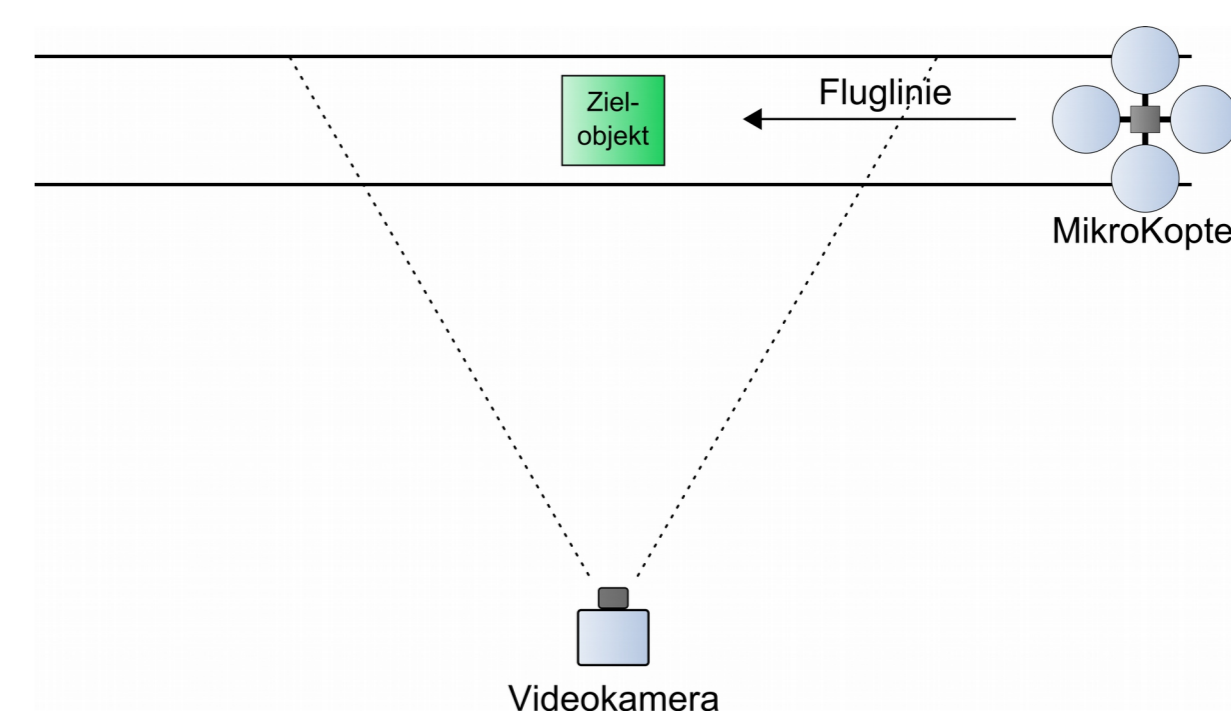
## Regelung:

Aus der ermittelten Abweichung von der Sollposition werden Steuerkommandos für den MikroKopter berechnet, die der Abweichung entgegenwirken. Diese Aufgabe übernimmt ein Proportional-Differential-Integral-Regler (PID-Regler).

Der P-Regler generiert Steuerkommandos proportional zu der Größe der Regelabweichung. Der D-Regler erzeugt Kommandos, welche einer Änderung der Regelabweichung entgegenwirken. Eine schnellere Änderung bewirkt auch ein stärkeres Gegensteuern. Der I-Regler summiert die Regelabweichung über die Zeit auf. Er steuert umso stärker entgegen, je länger die Regelabweichung besteht.

## Testsystem:

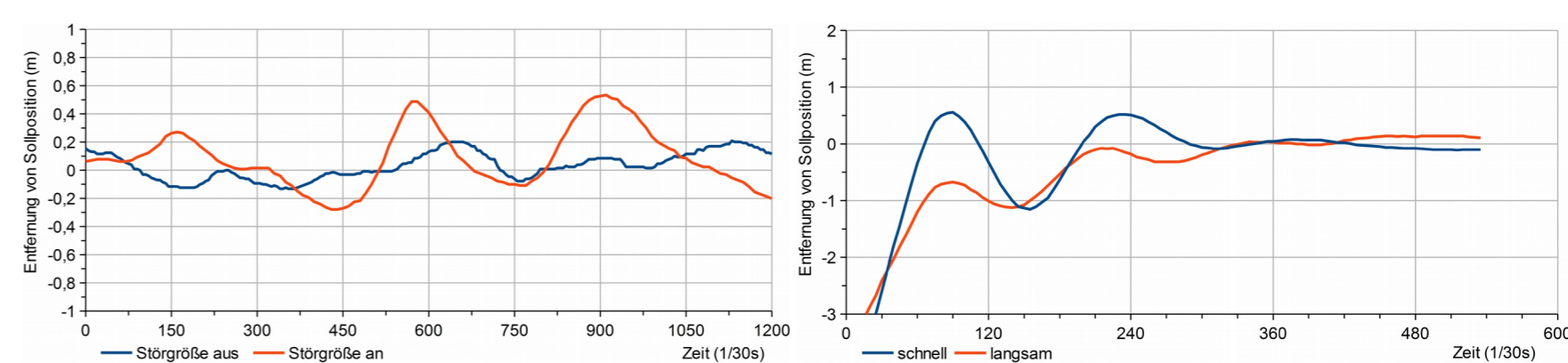
Die Auswertung der Positionsregelung erfolgt mit Hilfe einer Bodenstation, die die Bewegung des MikroKopters entlang einer genau definierten Fluglinie aufzeichnet. Mit einem Bewertungstool wird die Position des MikroKopters im aufgezeichneten Video frameweise markiert und in metrische Werte umgerechnet.



## Ergebnisse:

Das linke Diagramm zeigt die Abweichung des MikroKopters von der Sollposition mit und ohne Störgröße. Die Störgröße wurde mit einem Standventilator mit eingeschalteter Schwenkfunktion erzeugt. Es ist zu sehen, dass die Position ohne eine Störgröße auf  $\pm 20\text{cm}$  genau gehalten wird. Wird der Ventilator eingeschaltet vergrößert sich die Abweichung auf  $\pm 40\text{cm}$ .

Im rechten Diagramm wurde der MikroKopter mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten in den Bereich des zu suchenden Objektes geflogen. Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass der MikroKopter abbremst und nach ca. 10 Sekunden seine Position über dem Objekt stabilisiert hat.



## Fazit:

In dieser Arbeit wurde gezeigt, dass eine autonome kameragestützte Positionierung des MikroKopters möglich ist. Die Genauigkeit der Positionierung, die mit dem entwickelten System erreicht wurde, übersteigt die Möglichkeiten einer reinen GPS-basierten Lösung deutlich.

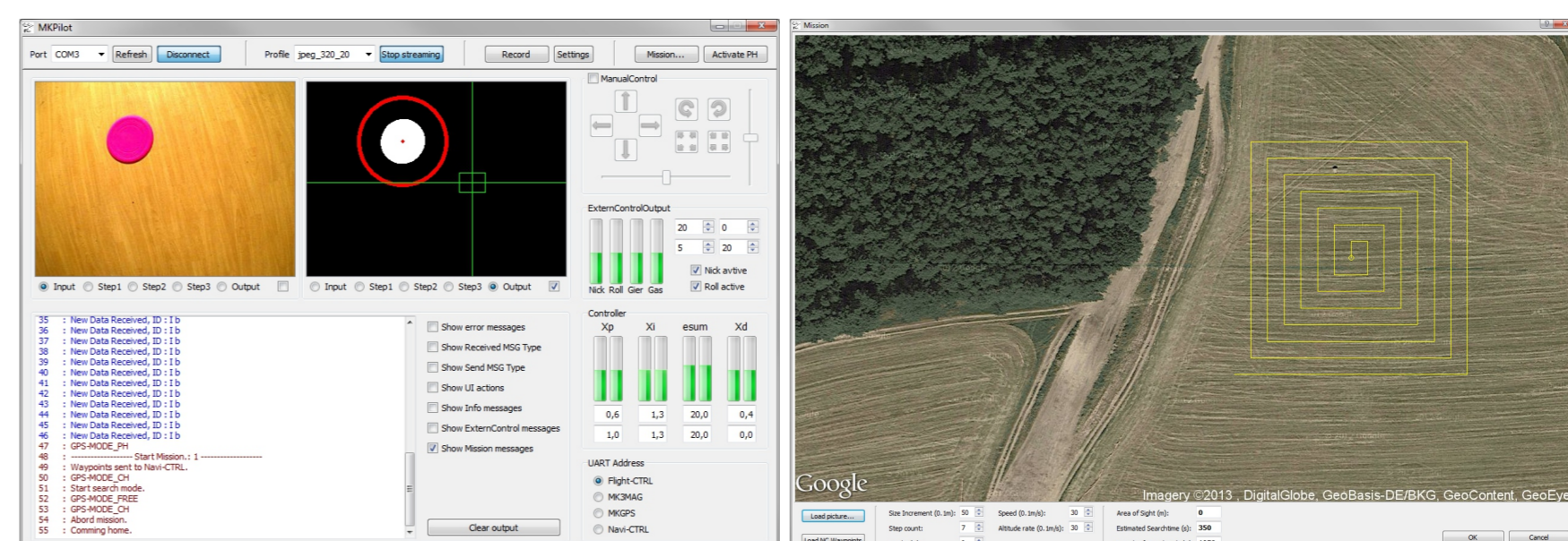


Abb.: Benutzerinterface der Bodenstation mit dem Videobild der On-Board-Kamera, den berechneten Regleranteilen und dem Statusfenster.