



### Seminarort

CCG-Zentrum, Technologiepark Argelsrieder Feld 11  
D-82234 Weßling-Oberpfaffenhofen

Eine Lageskizze sowie Hinweise für die Anreise und Übernachtung  
schicken wir Ihnen mit der Bestätigung der Anmeldung zu.

### Gebühr

EUR 1.495,-

Die CCG ist ein gemeinnütziger Verein und in Deutschland von der  
Umsatzsteuer befreit. Für Veranstaltungen an ausländischen Standor-  
ten gelten die dortigen Steuerregelungen.

Mitglieder der CCG erhalten 10% Rabatt. Bei Anmeldung mehrerer  
Mitarbeiter einer Firma / Dienststelle zum gleichen Seminar erhält jeder  
Teilnehmer 10%. Studenterrabatte sind auf Nachfrage verfügbar. Die  
Rabatte sind nicht miteinander kombinierbar.

Bitte zahlen Sie bargeldlos nach Erhalt der Rechnung.

### Anmeldungen

Bitte möglichst bis 3 Wochen vor Seminarbeginn an:

Carl-Cranz-Gesellschaft e.V., Argelsrieder Feld 11, D-82234 Weßling  
Tel. +49 (0) 8153 / 88 11 98 -12, Fax -19, E-Mail: anmelden@ccg-ev.de

**Internet:** www.ccg-ev.de

Die Anmeldungen werden schriftlich bestätigt.

### Weitere Informationen zum Inhalt

Prof. Dr.-Ing. Florian Holzapfel, TU München  
Lehrstuhl für Flugsystemdynamik, 85748 Garching  
Tel.: +49 (0) 89 / 289-16081; E-Mail: florian.holzapfel@tum.de

### Stornierung

Bei Stornierung mündlich oder schriftlich bestätigter Anmeldungen wird  
eine Bearbeitungsgebühr von EUR 25,- berechnet. Bei Stornierungen,  
die später als 10 Tage vor Seminarbeginn eingehen, werden 25% der  
Gebühr, bei Nichterscheinen die volle Gebühr in Rechnung gestellt. Die  
Vertretung eines angemeldeten Teilnehmers ist möglich.

### Ausfall von Seminaren oder Dozenten

Die CCG behält sich vor, bei zu geringer Teilnehmerzahl oder aus  
anderen triftigen Gründen ein Seminar bis 10 Tage vor Beginn abzusagen.  
Sie behält sich weiter vor, entgegen der Ankündigung im Pro-  
gramm auch kurzfristig einen Dozenten und evtl. auch dessen Thema  
zu ersetzen. Ein Schadensersatzanspruch bleibt ausgeschlossen.



### Teilnehmer

Das Seminar richtet sich an Berufsgruppen mit praktischer regelungstech-  
nischer Erfahrung, die sich bisher noch nicht mit Flugsystemen (Flächen-  
flugzeuge, Multicopter, Transitionsflugzeuge) befasst haben. Sowie an  
Ingenieure und Techniker, die ein Grundverständnis für die dynamischen  
Eigenschaften von fliegenden Systemen haben, bisher deren Verhalten  
jedoch nicht durch Regelungstechnik verändert haben.

### Seminarinhalte

Das Seminar beginnt mit einem kurzen Abriss der Grundlagen der  
Dynamik von Flächenflugzeugen, Multicoptern und Hybridsystemen.  
Ferner wird die Dynamik an der Flugregelung beteiligter Subsysteme  
(Sensorik, Aktuatorik) beleuchtet. Im nächsten Schritt werden typische  
funktionale Anforderungen an das Verhalten des geregelten Flugsystems  
(bemannt, unbemannt, Flächenflugzeuge, Multicopter und Transitionssys-  
teme) vorgestellt, um hieraus im Anschluss funktionale Regelungsarchi-  
tekturen zur Erfüllung der Anforderungen abzuleiten.

Für die gewählten Architekturen werden an konkreten Beispielen für die  
oben genannten Flugsystemgattungen in MATLAB / SIMULINK Regler  
ausgelegt und in Simulationen untersucht. Letzter Schritt ist die Analyse  
des Gesamtsystems.

Im Einzelnen werden folgende funktionale Aspekte berücksichtigt:

- Regler zur Basisstabilisierung
- Nutzung redundanter Steuereffektoren / Control Allocation
- Berücksichtigung der Dynamik von Eingangs- und Ausgangskanal
- Lageregler
- Bahnregler
- Trajektorienregler

Ziel ist es, ein intuitives Verständnis für die Eigenschaften der Flugsyste-  
me und die Wirkung der regelungstechnischen Eingriffe zu vermitteln.

### Vortragende

Florian Holzapfel	Prof. Dr.-Ing.	TU München
Michael Krenmayr	M.Sc.	Lehrstuhl für Flugsystem- dynamik

### Unterlagen

Jeder Teilnehmer erhält die Vortragsunterlagen.  
Die Kosten dafür sind in der Gebühr enthalten.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in klassischer Regelungstechnik sowie der Modellbil-  
dung dynamischer Systeme (nichtlineares und lineares Zustandsraummo-  
dell, Eigenwerte, Eigenvektoren, etc.) sind von Vorteil.



### Seminar TV 3.26

## Praktische Aspekte der Regelung von Flugsystemen

**10. – 12. September 2019  
Oberpfaffenhofen bei München**

### Wissenschaftliche Leitung

Prof. Dr.-Ing. Florian Holzapfel  
TU München

## Seminarprogramm

---

**Dienstag, 10.9.2019**  
**10.15 – 16.30 Uhr**

---

10.15 – 10.30	Begrüßung, Organisation
10.30 – 12.00 F. Holzapfel	<b>Grundlagen</b> Zustandsraummodelle, Koordinatensysteme, Bezeichnungslogik, Mathematische Grundlagen
13.00 – 14.30 M. Krenmayr	<b>Modellbildung &amp; Simulation</b> Bewegungsgleichungen, Aerodynamik, Flächenflug- zeuge, Mutlikopter, Transitionsflugzeuge
15.00 – 16.30 M. Krenmayr	<b>Äußere Kräfte und Momente, Subsysteme</b> Elektromotoren, Aktuatoren, Propeller, Sensoren, Systemmodelle

**Mittwoch, 11.9.2019**  
**08.30 – 16.30 Uhr**

---

08.30 – 10.00 F. Holzapfel	<b>Trimmung und Linearisierung</b> Stationäre Flugzustände, Trimmshablonen, Linearisierung der Dynamik, Lineare Zustands- raummodelle der Längs- und Seitenbewegung
10.30 – 12.00 F. Holzapfel	<b>Flugdynamik – Analyse und Anforderungen</b> Dynamik der Längs- und Seitenbewegung, Eigen- bewegungsformen, Übertragungsfunktionen, Anforderungen, Solldynamik
13.00 – 14.30 F. Holzapfel	<b>Basisregler</b> Klassische Ratenregler und Beschleunigungsregler, Lageregler - für Flächenflugzeuge, Multikopter und Transitionsflugzeuge
15.00 – 16.30 F. Holzapfel	<b>Control Allocation</b> Grundansätze, Absolute Steuereffektorenzuord- nung, Inkrementelle Steuereffektorenzuordnung, Generalisierte Pseudoinverse, Sequenzielle Umverteilung, Stelldynamik, Zwangsbedingungen, Optimierungsgrößen

**Donnerstag, 12.9.2019**  
**08.30 – 16.30 Uhr**

---

08.30 – 10.00 F. Holzapfel	<b>Inversionsregler</b> Dynamische Inversion, Referenzmodelle, Fehlerdynamik und Fehlerdynamikregler, Pseudo- Control Hedging, Eingangskanaldynamik, Ausgangskanaldynamik, Inkrementelle Inversion
10.30 – 12.00 F. Holzapfel	<b>Fortschrittliche Basisregler</b> Inversionsbasierte Basisregler für Flächenflug- zeuge, Multikopter und Transitionsflugzeuge, Erweiterungen
13.00 – 14.30 F. Holzapfel	<b>Bahnregler</b> Übergang Dynamik zu Kinematik, Bahnkrüm- mung, Transformation der Kommandogrößen von vertikaler / horizontaler Ebene in das System des Basisreglers, Kommandobeschränkung, Fahrtreg- ler
15.00 – 16.30 F. Holzapfel	<b>Trajektorienregler</b> Trajektorienparametrisierung, Ablagebestimmung, Relativedynamik zur Sollbahn, Fehlerrückführung

### Weitere Seminare zum Themenbereich

---

- „Einführung in die Hubschraubertechnik“, 21.–23.5.2019  
(Code TV 3.12)
- „CNS-Technologien für das Luftverkehrsmanagement“,  
26.–27.3.2019 (Code DK 2.30)
- „Grundlagen der Flugsicherung und des Flugverkehrsmanagements  
(ATM)“, 3.–5.9.2019 (Code TV 3.27)