



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für
Flugführung



STEIGERUNG DER *SITUATION AWARENESS* BEZÜGLICH STEUERRESERVEN IM LANDEANFLUG *SIDESTICK-GESTEUERTER* FLUGZEUGE

Florian J. J. Schmidt-Skipiol

Pilotenunterstützungssysteme 2015 | 27. Mai 2015 | Manching

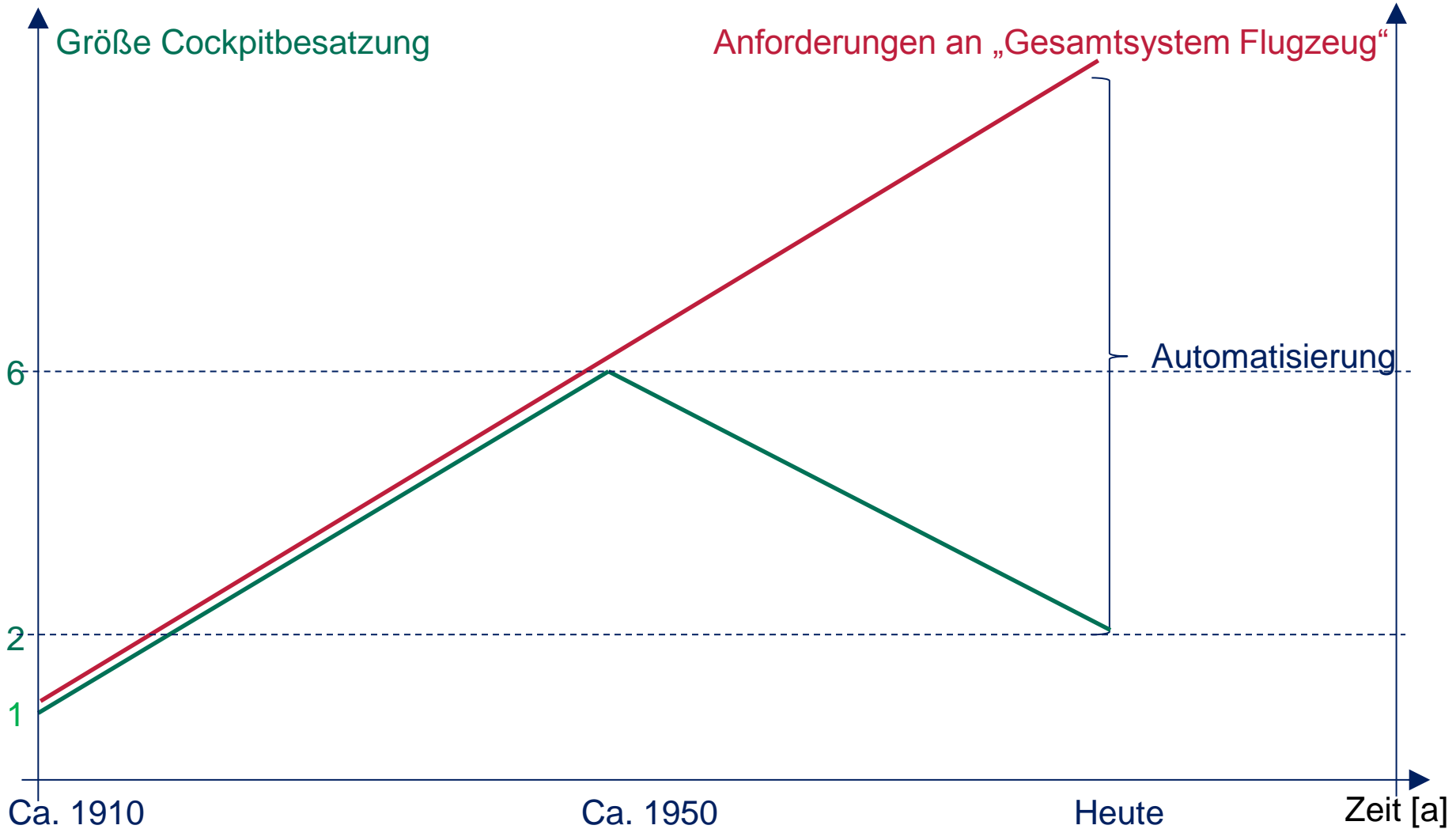
Gliederung

- Hintergrund: Automatisierung und Situation Awareness
- Steuerreserven
- Steuergrenze - Abhängigkeiten
- Ansatz intuitive Anzeige
- Abschluss

Automatisierung und Situation Awareness

- **Flugführungsaufgabe verlagert sich von direkter Steuerung auf Systemüberwachung**
 - Geringere Einbindung in Informationsfluss („*Out-of-the-Loop*“-Problematik) reduziert Lagebewusstsein (*Situation Awareness*)
 - Langfristig wenig Training fliegerischer Grundfähigkeiten (engl. *Basic Flying Skills*)
 - Wissenslücken der Piloten können sich mit Designfehlern der Automatisierung überlagern

Automatisierung und Situation Awareness



Steuerreserven

- Auch englischer Terminus „*Steering Margin*“ gebräuchlich
- Bemisst in unserem Kontext die verbleibende Einflussmöglichkeit bezüglich einer Steuerdimension und –richtung
- Differenz zwischen aktuellem Steuer und Steuergrenze
- Steuergrenze definiert von folgenden Faktoren:
 - Mechanische Grenzen der Steuerflächen (Vollausschlag)
 - Mechanischen Belastungsgrenzen des Flugzeugs selbst oder der Zuladung
 - Aerodynamischen Grenzen

Steuergrenze - Abhängigkeit

- Mechanische Grenzen (Vollausschlag):
 - Genaue Position nicht bekannt
 - Belastung von Flugzeugstruktur und/oder Zuladung:
 - Beispiel zulässige Lastvielfache
 - Aerodynamische Grenzen:
 - Zuladung und Schwerpunkt
 - Konfiguration
 - Varianz der Anströmung (insbesondere bei großen Luftfahrzeugen)
- *Flight Envelope Protection*:
- Begrenzt auf verschiedene Arten die Umsetzung von Steuereingaben
 - Arbeitsweise von verschiedenen Faktoren abhängig

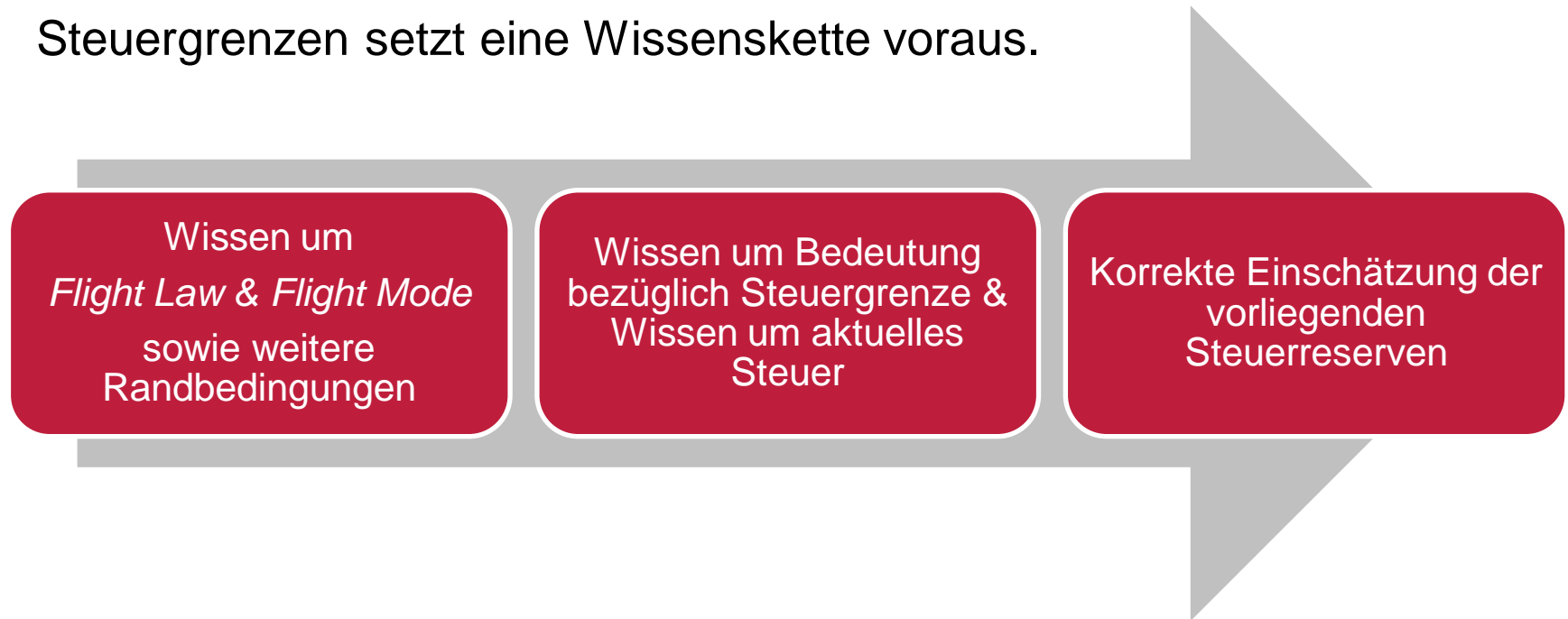
Flight Envelope Protection

- Schutzfunktionen (im *Normal Law* und *Flight Mode*):
 - *Loadfactor Limitation*
 - *Pitch Attitude Limitation*
 - *High Angle of Attack Protection*
 - *High Speed Protection*
 - *Bank Angle Protection*

- Funktionsweise Steuerung und Umfang *Flight Envelope Protection* abhängig von:
 - *Flight Law*
 - *Mode*

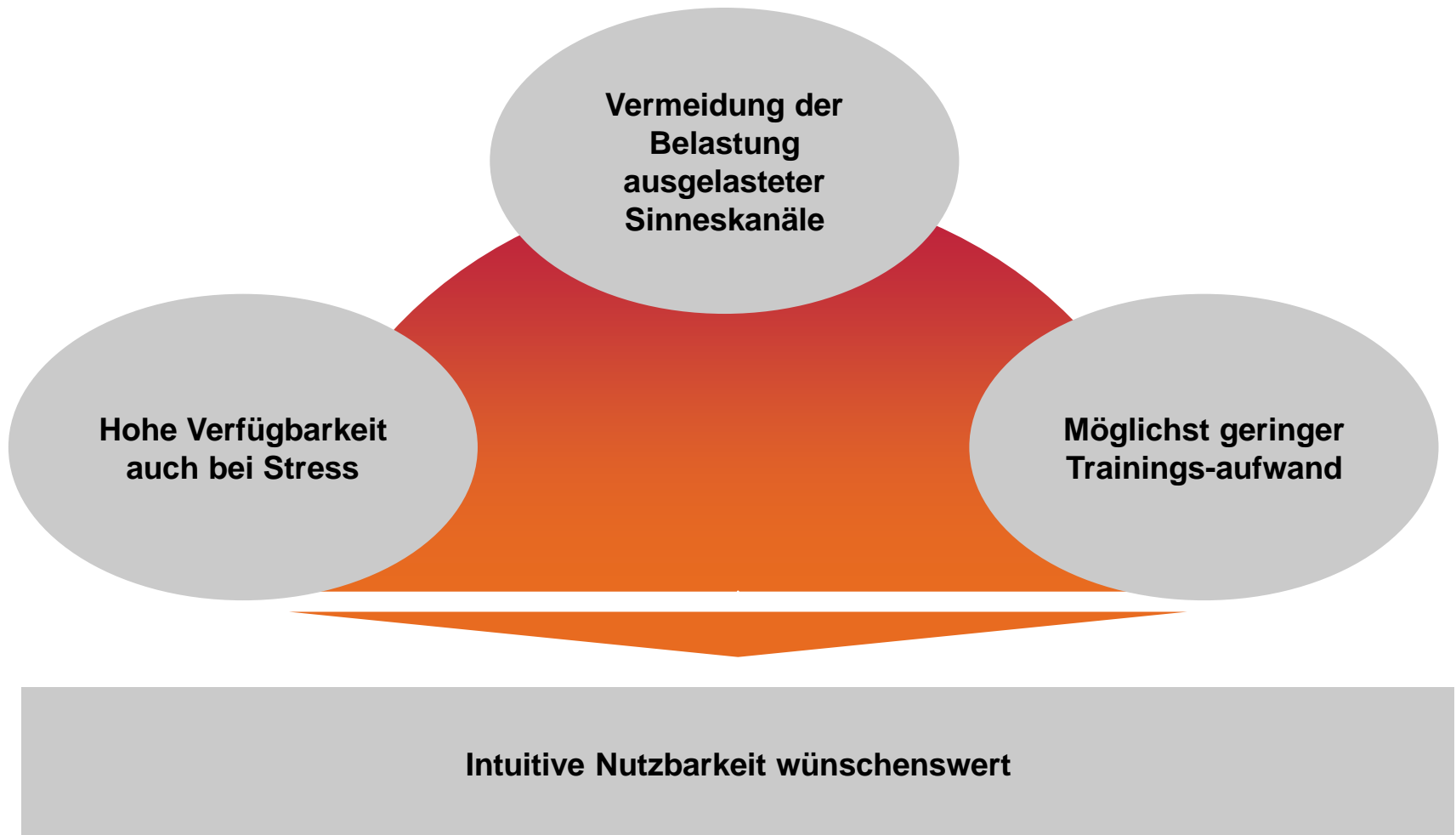
Steuerreserven

- Korrektes Einschätzen der aktuellen Steuerreserven bis zur Steuergrenzen setzt eine Wissenskette voraus.

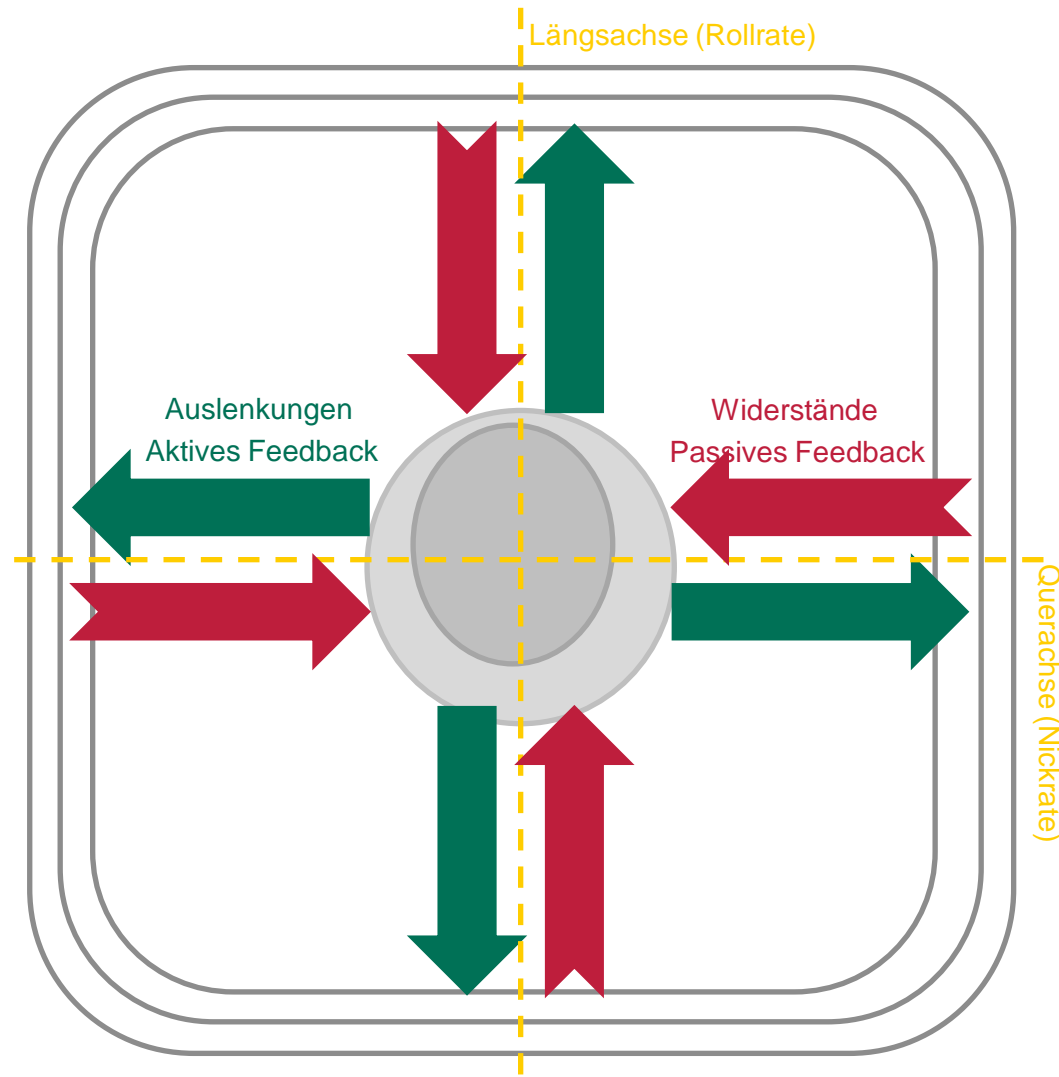


- Zur Steigerung der *Situation Awareness* bezüglich Steuerreserven ist die Unterstützung dieser Wissenskette notwendig.

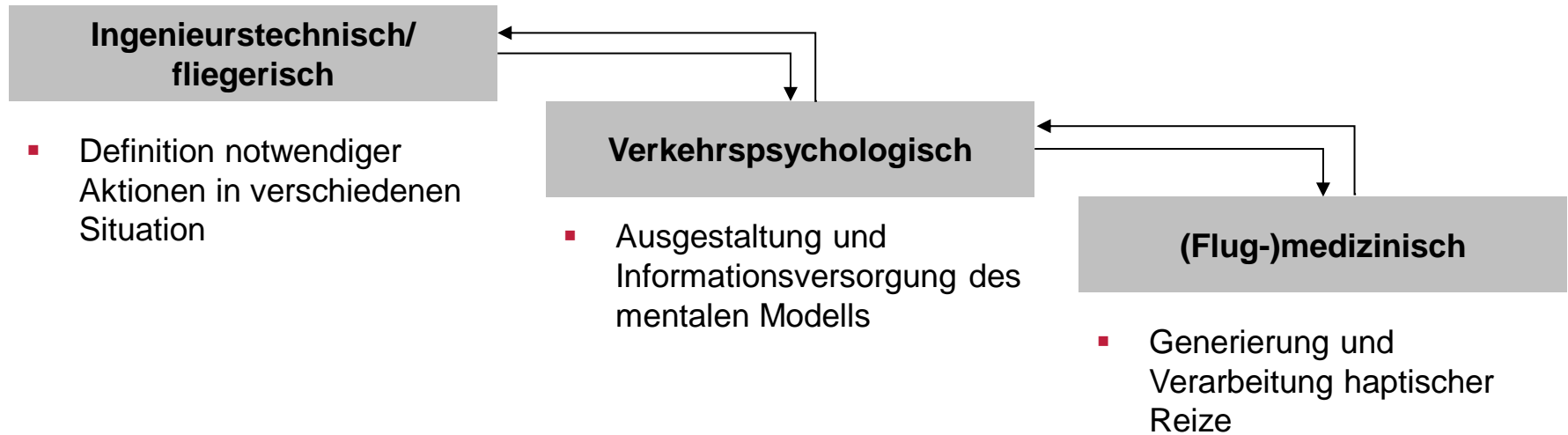
Intuitive Nutzbarkeit



Konzept für einen aktiven Sidestick



Der menschliche Aspekt



Ausblick - Diskussion

Ziel: Untersuchung, wie eine sinnvolle Gestaltung eines haptischen Feedbacks bezüglich Steuerreserven aussehen kann

- Genaue Ausgestaltung Forschungshypothese wird zur Zeit erarbeitet
 - Welche Aspekte erscheinen besonders wichtig
- Dabei zunächst außen vor:
 - Technische Integration in elektronische Architektur.
 - Umgang mit Wechsel in untergeordnetes *Flight Law*.
 - Wo wird haptisches Feedback berechnet - separat oder integriert?
 - Umgang mit Fehlfunktionen

Gliederung

- Ausgangssituation
- **Automatisierung und Situation Awareness**
- Haptisches Feedback zur Steigerung der Situation Awareness
- Studiendesign und –durchführung
- Ergebnisse
- Fazit

Erarbeitung des Lagebilds - das Optimierungsproblem:

→ Dilemma:



→ Höherwertige Informationen müssen zum Piloten, ohne zu einer weiteren Reizüberflutung zu führen.

Fragen ?



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Technische
Universität
Braunschweig

Pilotenunterstützungssysteme 2015 | 27. Mai 2015 | Folie 16

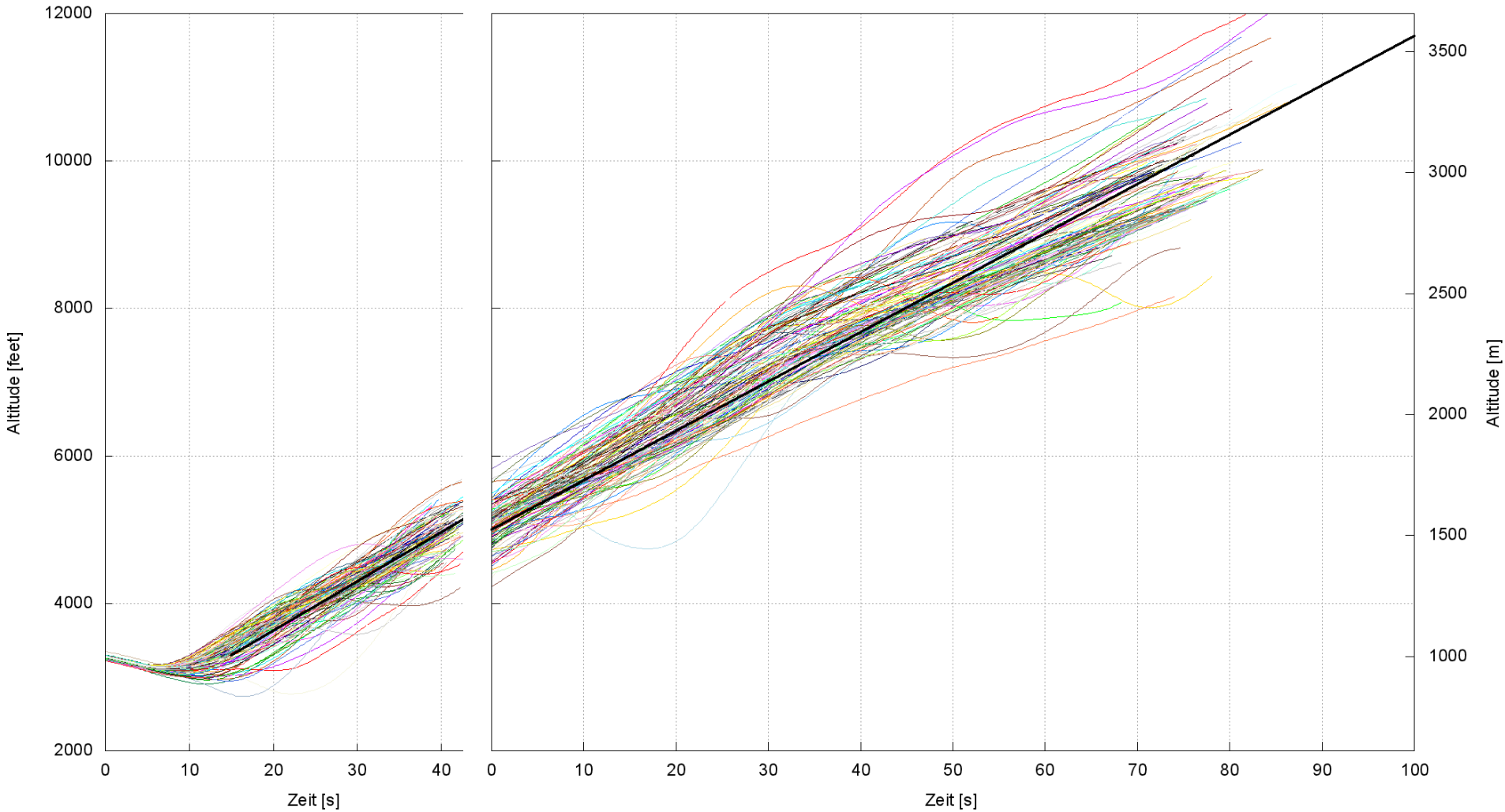
Institut für
Flugführung



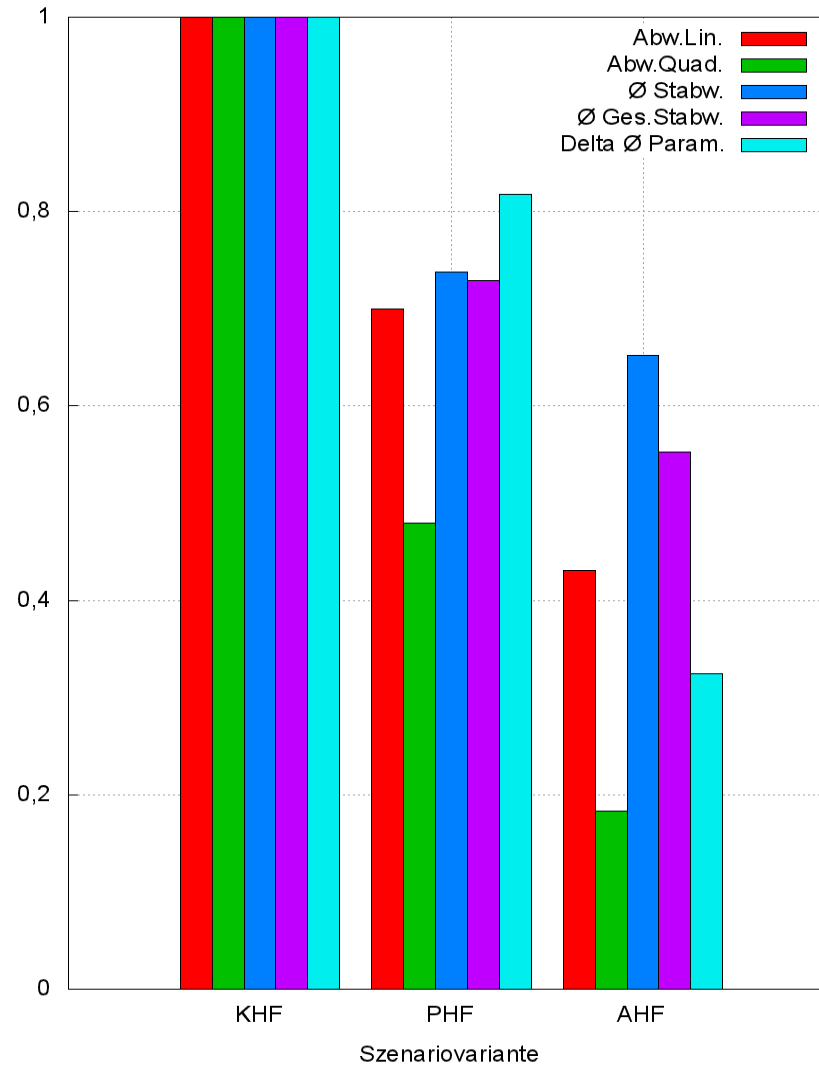
Anhang



Übersicht Flugfaden – Höhenprofile (42 Probanden, 126 Szenariodurchläufe)

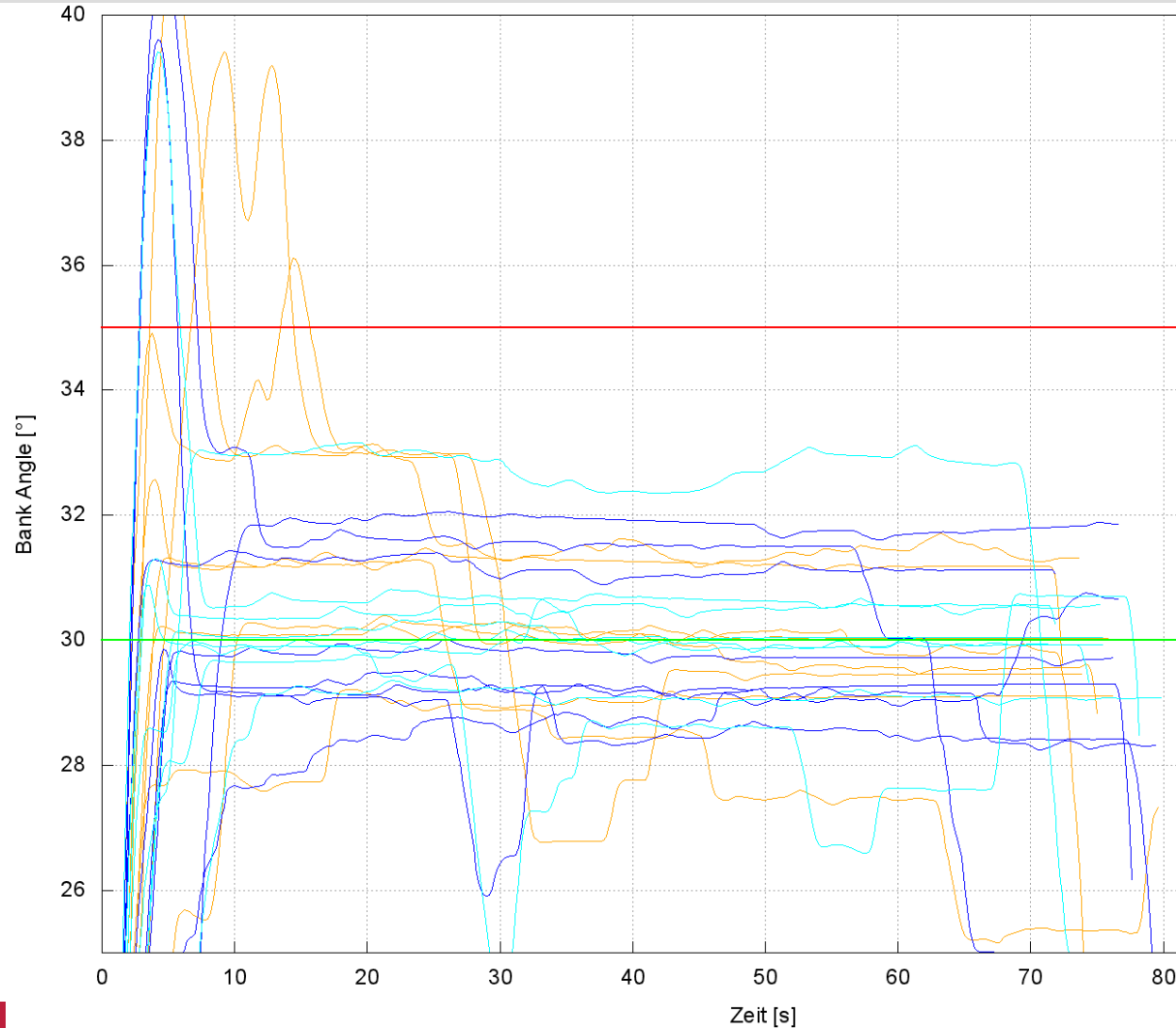


Einhaltung Soll-Geschwindigkeit (42 Probanden verschiedener Flugerahrung)



Einhaltung Soll-Rollwinkel – Berufspiloten

(8 Probanden, 24 Szenariodurchläufe)



Ranking (nach Kennzahlen)

Kennzahl / Feedback	Kein Feedback	Passives Feedback	Aktives Feedback
Geschwindigkeit lin.	1,6	2,1	2,3
Geschwindigkeit quadr.	1,6	2,0	2,4
Roll-Winkel lin.	1,7	1,8	2,5
Roll-Winkel quadr.	1,8	1,9	2,3
Gesamtkennzahl mit Anpassungsfaktoren	1,5	2,0	2,6

Ranking nach Auswertung Fragebögen

Probandengruppe	KHF	PHF	AHF
Gruppe 1 - VP 1:	1,2	2,0	2,8
Gruppe 1 - VP 2:	1,9	2,4	1,7
Gruppe 1 - VP 3:	1,1	2,0	2,9
Gruppe 1 alle VP:	1,4	2,2	2,5
Gruppe 2 - VP 1:	1,3	2,0	2,8
Gruppe 2 - VP 2:	2,0	2,5	1,5
Gruppe 2 - VP 3:	2,0	1,7	2,3
Gruppe 2 alle VP:	1,7	2,1	2,2
Gruppe 3 - VP 1:	1,3	2,0	2,7
Gruppe 3 - VP 2:	3,0	2,0	1,0
Gruppe 3 - VP 3:	1,0	2,0	3,0
Gruppe 3 alle VP:	1,4	2,0	2,6

Errorbars speed

