

Berlin, 7.3.2015

Roboter-kontrollierte, sehr frühe Rehabilitation

Verena Klamroth-Marganska, SMS Lab, ETH Zurich



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



SMS Lab, Zürich



Prof. Robert Ri



uniklinik
balgrist

© SMS und CSB

6. Internationales Schlaganfallsymposium des KMS
© Verena Klamroth-Marganska

Forschungsal



6. International Symposium of the German Society for Prosthetics and Orthotics (GPO) 2010, 12-15 October 2010, Berlin, Germany

6. Das TEA



A. Sarab



Agenda



➤ Das Anmobilität

➤ Kipptisch mit integrierter Step

➤ Messung physiologischer Parameter

➤ Ke...

6. Problemfall



Primäre Erkrankung



Bettruhe



Komplikationen



© Verena Klamroth-Marganska
6. Internationales Schlaganfallsymposium des KNS und CSB

6. Problemfeld



Primäre
Erkrankung



Komplikationen



6. Problemfeld



Primäre Erkrankung



Bettruhe



Frühe Mobilisierung



- Orthostatische Intoleranz
- Tiefe Beinvenenthrombose
- Pulmonale Embolien
- Respiratorische Komplikationen
- Erhöhtes metabolisches Risiko
- Muskelatrophie
- Verlust von Knochenmasse
- Critical-Illness-Polyneuropathie

Prolongierte



Patienten mit Risiko andauernder Immobilisierung

Häufigkeit bei verschiedenen Pathologien

- 60% der neurologischen Patienten
- 20% der chirurgischen Patienten
- 20% der kardiovaskulären Patienten

Häufigkeit (USA)

- 30% aller Aufnahmen

© Verena Klamroth-Maroniska
6. Internationales Schlaganfallsymposium des KNS und CSB

Very Early M



AVERT Studie

A Very Early Rehabilitation Trial for stroke

Standardbehandlung vs VEM wrd. akuter Phase nach Schlaganfall

Sehr frühe Mobilisierung

- ✓ ist sicher (Parrha et al., 2016)
- ✓ ist kosteneffektiv (13.559 vs. 21.860 €, $P = 0.02$) (Parrha et al., 2016)
- ✓ beschleunigt selbständiges Gehen (3.5 vs 7.0 Tage, $P = 0.001$) (Cummins 2011)

© Verena Klamroth-Marganska
6. Internationale Schlaganfallsymposium des KNS und CSB

6. Frühe Manifestation



Fenster von

- ✓ Genetik
- ✓ Neurobiologie
- ✓ Immunologie

ssion

© Verena Klamroth-Marganska

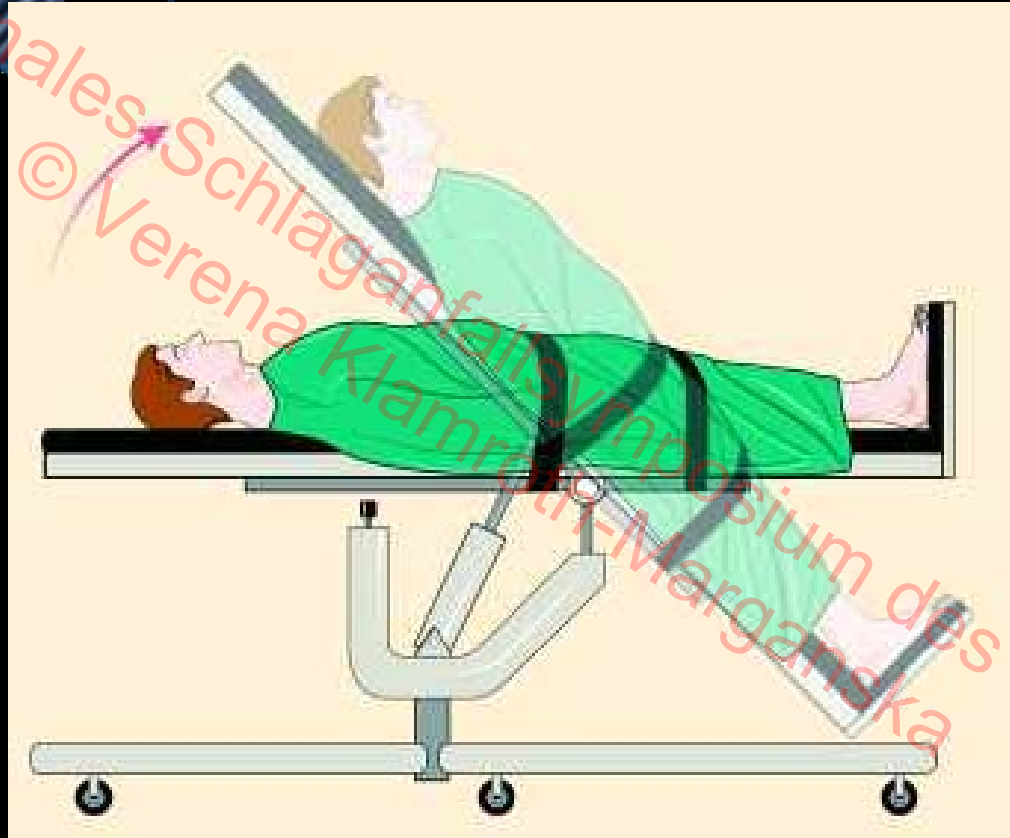
© Verena Klamroth-Marganska
Internationales Schlaganfallsymposium des KNS und CSB

6. Frühe Mobilis



© Verena Klamroth-Marganska
Internationales Schlaganfallsymposium des KNS und CSB

Kipptisch



Agenda



- Das Kipptischmodell
- Kipptischmodell mit integrierter Step-Response-Test
- Messung der physiologischen Parameter
- Kipptischmodell

© Terena Klamroth-Marganska
Internationales Schlingentagungs-symposium des KNS und CSB

6 Erigo



Stepping



Kipptisch



Einfluss von Verankerung
orthostatischer Hypotension

	Keine Synkope	«Fast-Synkope»	Synkope
Kipptisch [n=12]	5 (42%)	5 (42%)	2 (18%)
Kippstepper [n=7]	7 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

© Verena Klamroth-Marganska
6. Internationales Schlaganfalls-Symposium des KNS und CSB



Hospital Moroggia-Perlascini, Gravedona, Italy

40-year-old patient with acute subdural hemorrhage with multiple parenchymal laceration

Third Erigo training 13 days after accident in the Intensive Care Unit

6. Internationales Schlaganfallsymposium
© Verena Klamböth-Marganska
Forum des KNS und CSB

Erigo Lif



Desired reference



Heart rate

Systolic blood pressure

Diastolic blood pressure

Stepping frequency (f)

Inclination angle (α)



Erigo Lif



Desired reference



Heart rate

Systolic blood pressure

Diastolic blood pressure

Stepping frequency (f)

Inclination angle (α)

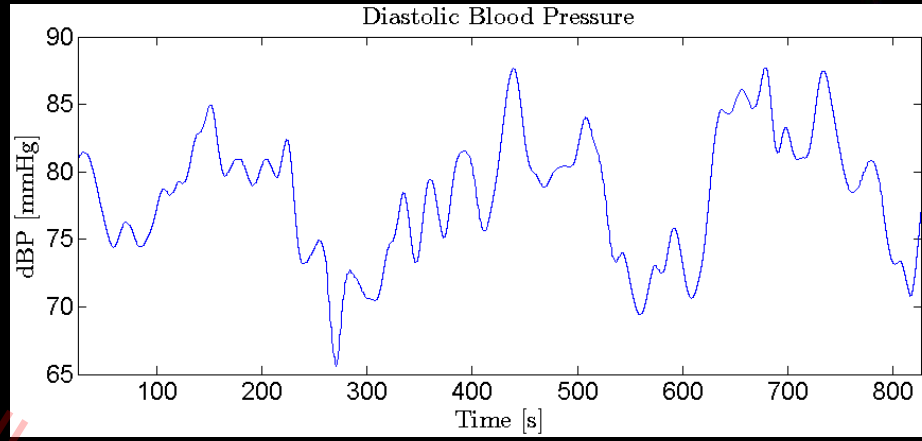


Systemansatz



Dynamiken

- Langsame Änderungen über Stunden bis Tage



- Act



Systemkutsch



✓ HR-Abweichungen $< 2.5\%$

✓ BP-Abweichungen $< 5\text{ mmHg}$



© Verena Klamroth-Marganska
6. Internationales Schlaganfallsymposium des KNS und CSB

Agenda



- Das Automobil
- Kipptisch mit integrierter Step
- Messung physiologischer Parameter
- Ke...

© Verena Klamroth-Marganska
Internationales Schugantallsymposium des KNS und CSB

6. Messungen



22 Teilnehmer:

mittleres Alter 25,5,6

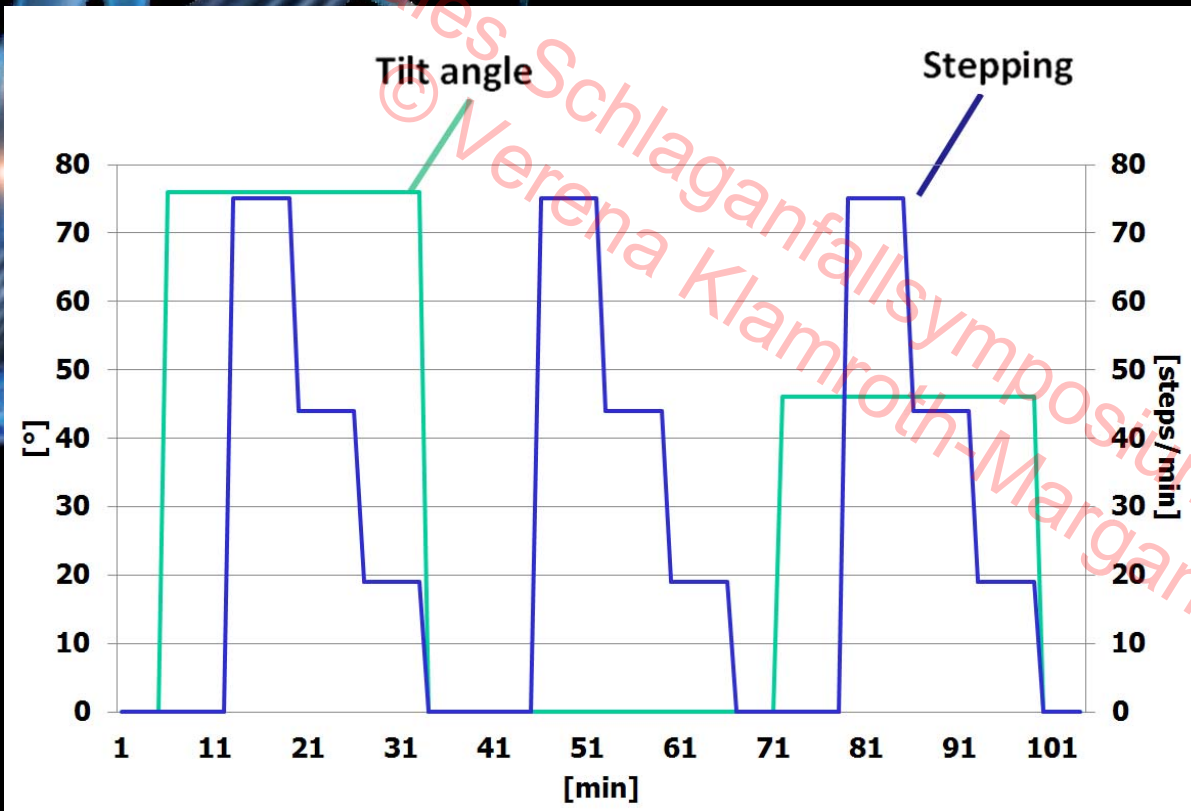
Zwei Messtagen



Respiratorische Parameter

- Atemvolumen V_T
- Atemminutenvolumen V_E
- Sauerstoffaufnahme V_{O_2}
- Kohlendioxidabgabe V_{CO_2}
- Atemfrequenz f_B
- endexpiratorischen CO_2 – Partialdruck $P_{ET}CO_2$

6. Messungen

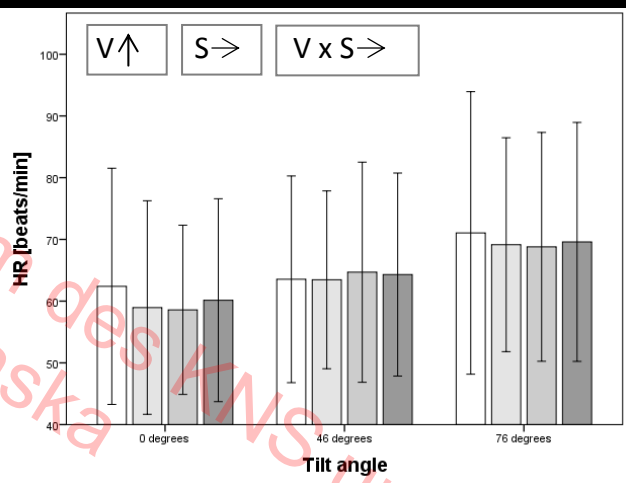
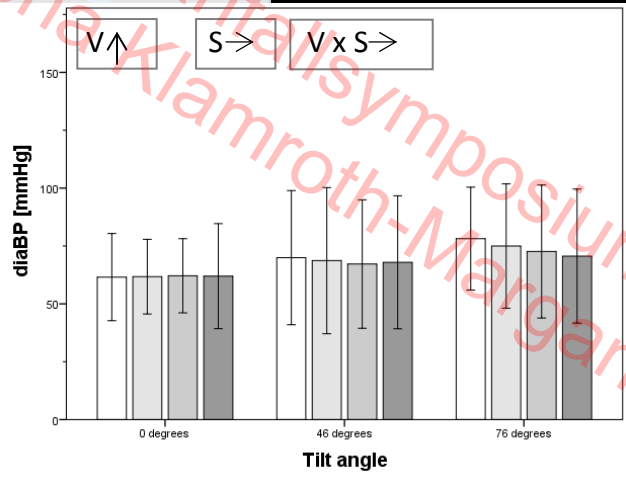
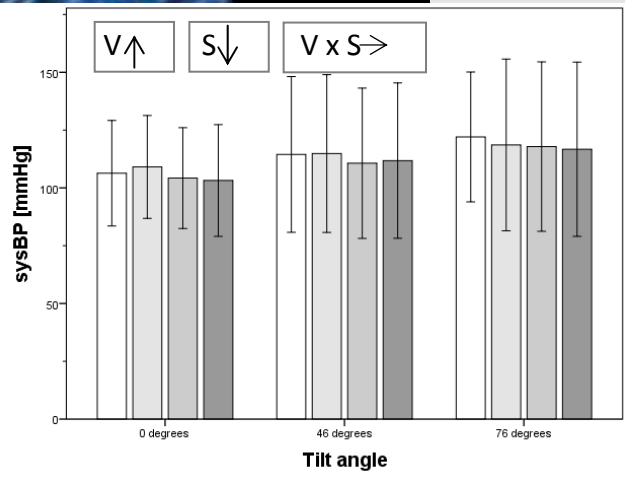


6. Messungen



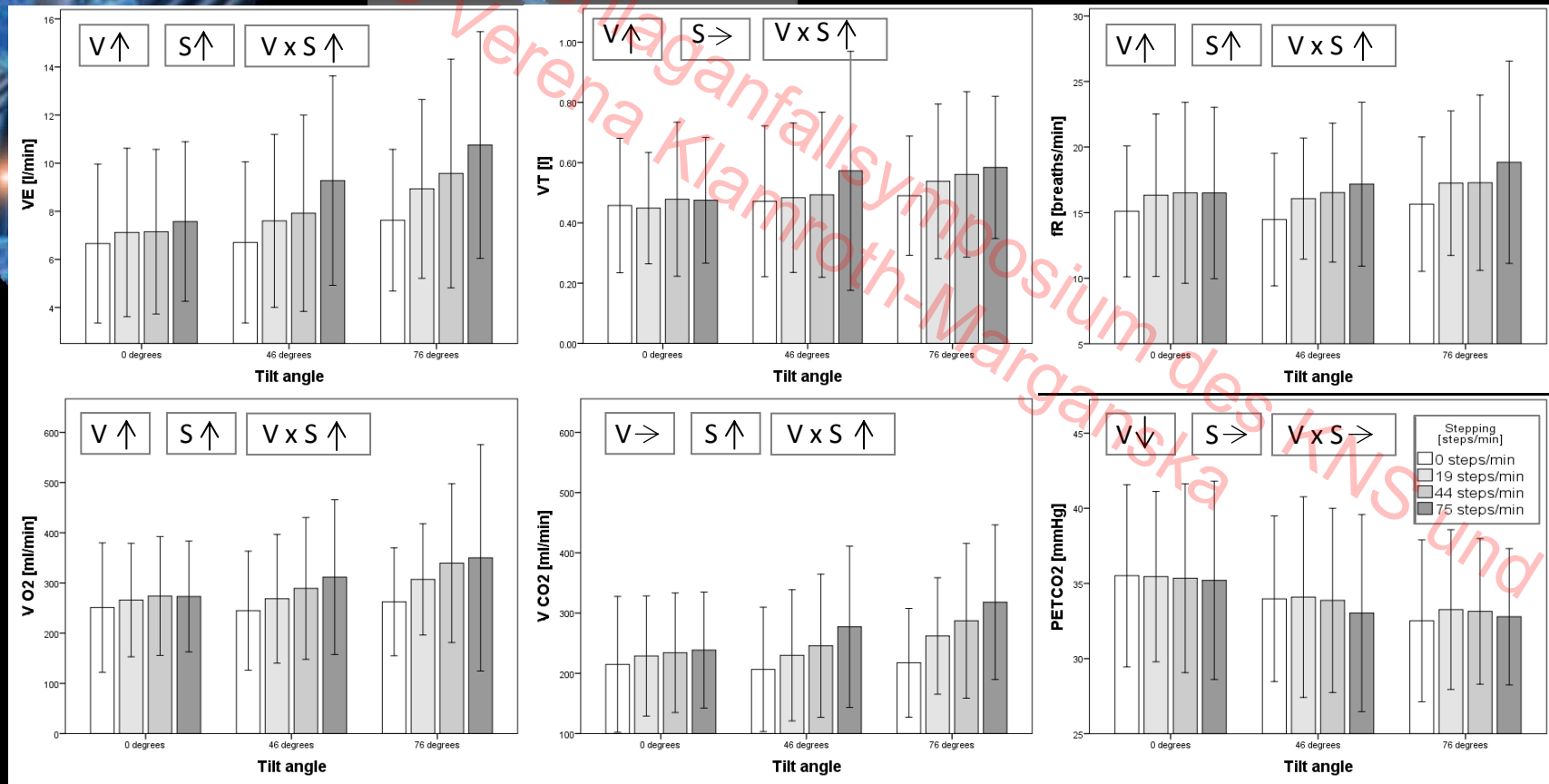
Einfluss von Verringerung des kardiovaskulären Systems

© Verena Klamroth-Marganska, Internationales Symposium des KNS



6. Messungen

Einfluss von V_E und V_{O2} auf das respiratorische System des Menschen



CSB

Agenda



- Das Mobiltelefon
- Kipptisch mit integrierter Step
- Messung physiologischer Parameter
- Ke...

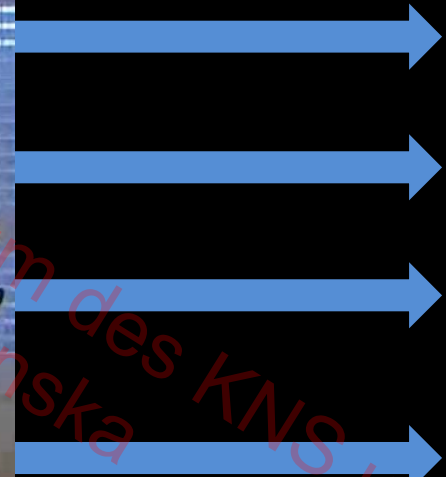


© Internationales Schlaganfallsymposium des KNS und CSB
© Verena Klamroth-Marganska

6. Kontrollat

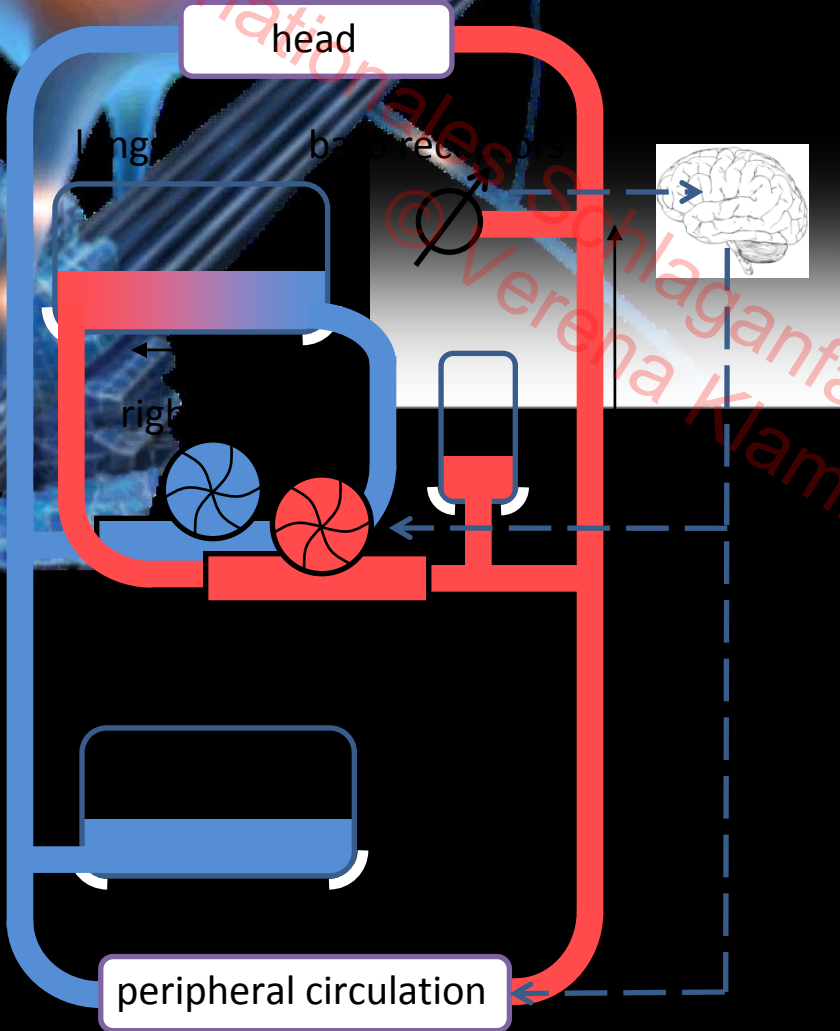


Angelsk



© Verena Kumproun-Marganska
Internationales Schlaganfall-Symposium des KNS und CSB

Physiologie

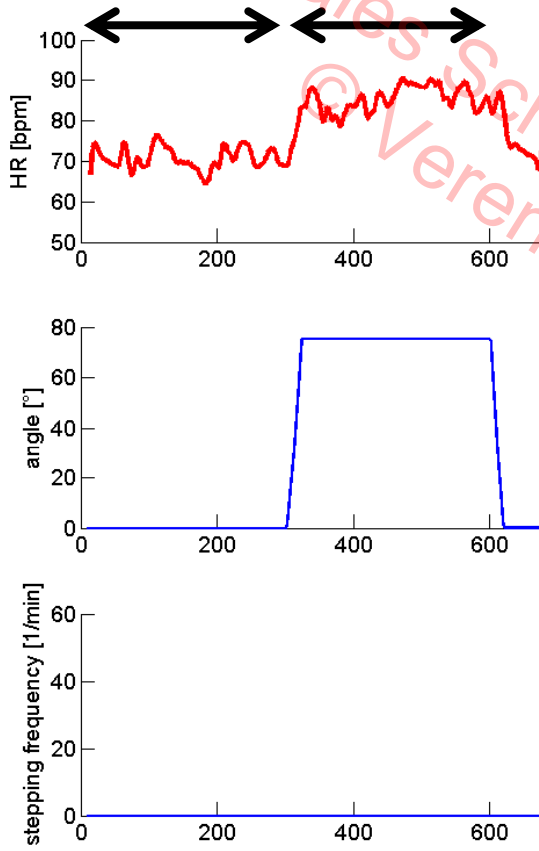


© Internationales Schlaganfallsymposium des KNS und CSB
© Verena Klamroth-Marganska

1. Kontrast

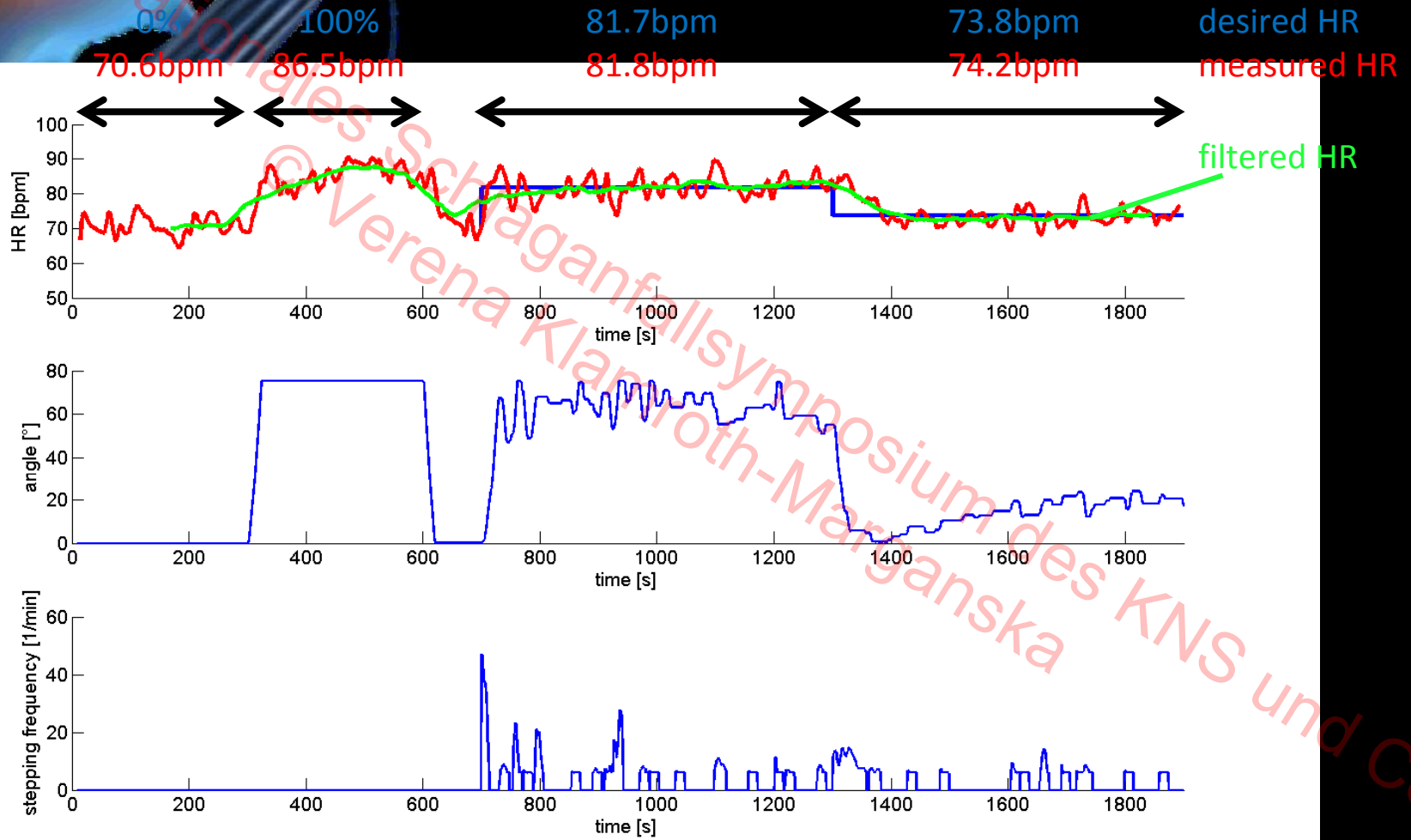


0% 100% 81.7bpm 73.8bpm desired HR
70.6bpm 86.5bpm



[Kupke Tobias et al. 2010]

1. Kontraststr



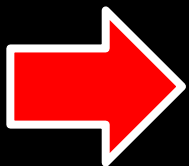
[Kupke Tobias et al. 2010]

1. Controller



Herausforderungen

- Patienten sind unterschiedlich
 - Körperbau, Funktionen (z.B. Muskeln, Sehnen, Gelenke)
 - Erkrankungen
- Körpergewicht erhöht sich über die Zeit



SISO Control



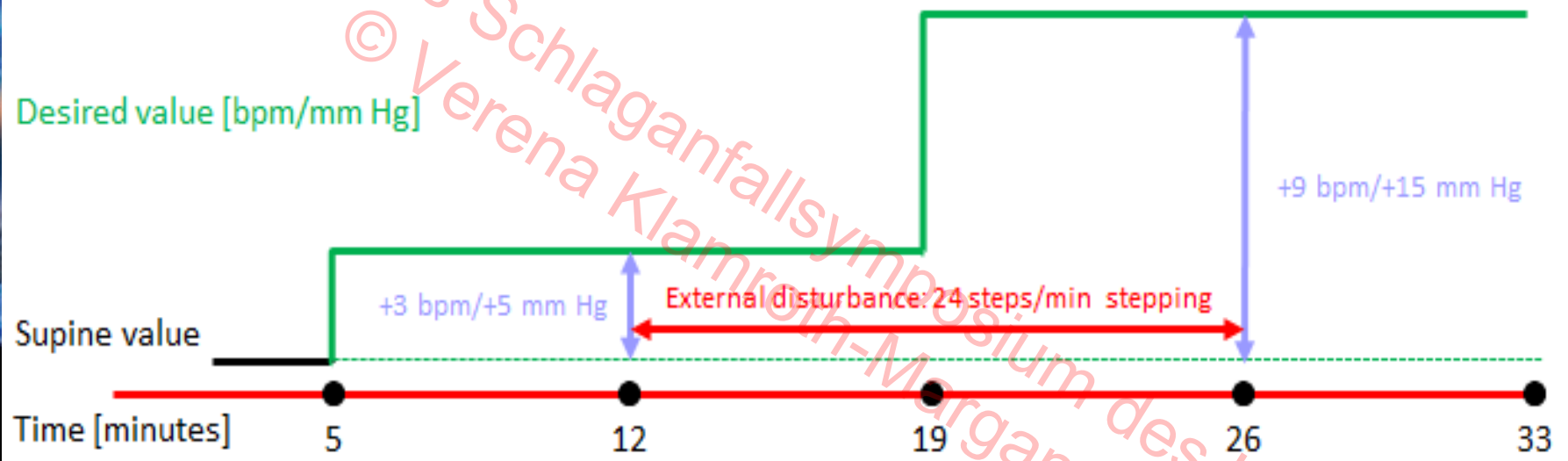
neuer SISO controller:

Self learning fuzzy controller

- Funktioniert bei jedem un... und erkennt, wie der Körper reagiert
- Winkel als Input
- HR, sBP oder dBP als output
- Stepping as Störung



SISO Lernprot

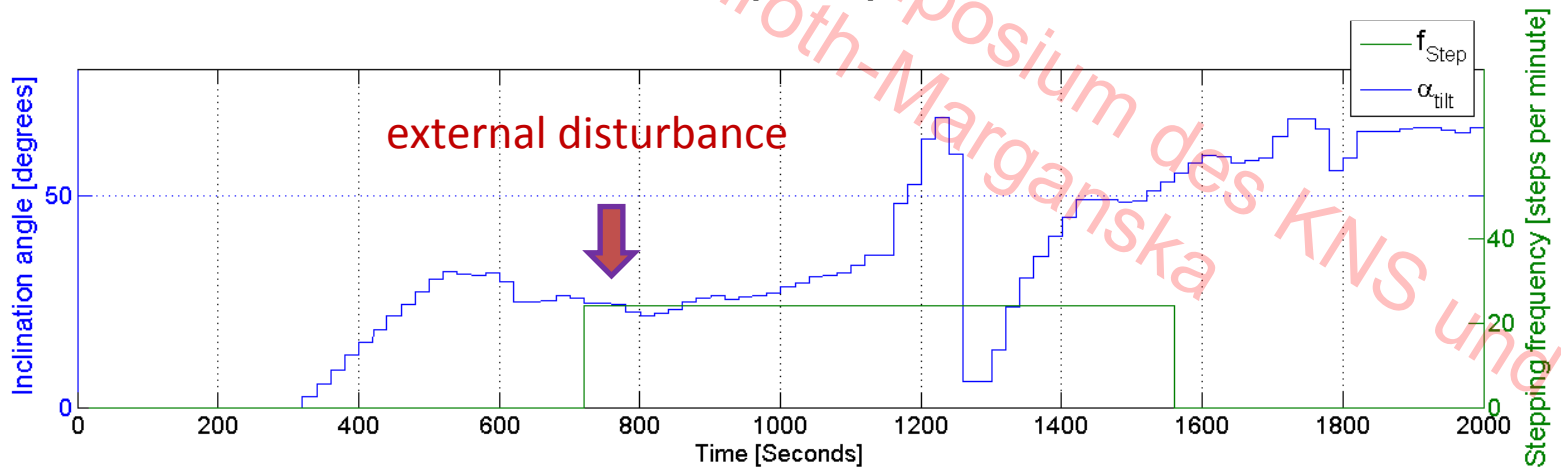
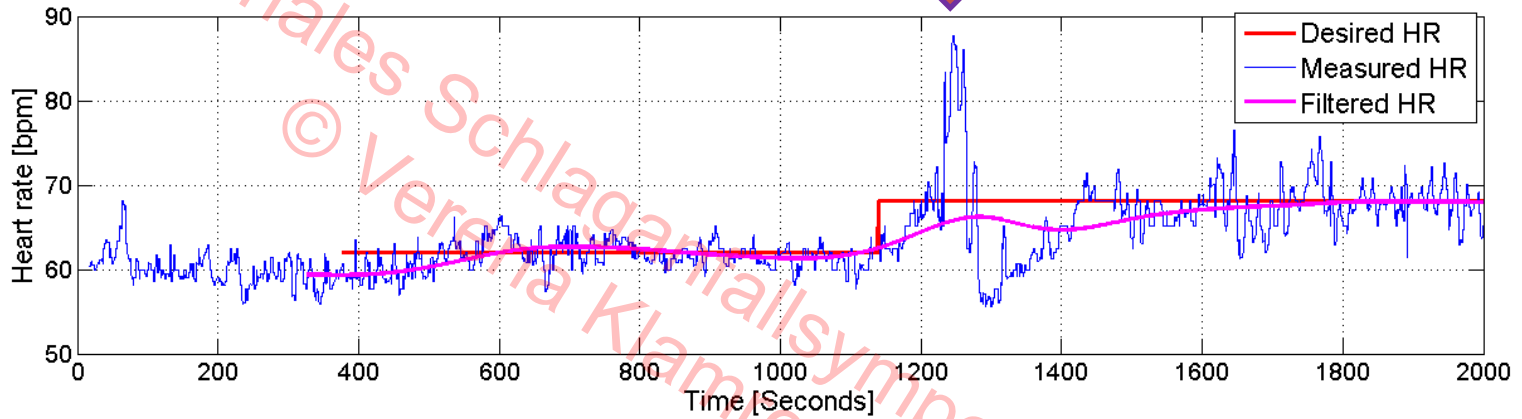


© Verena Klamroth-Marganska
Schlaganfallsymposium des KNS und CSB

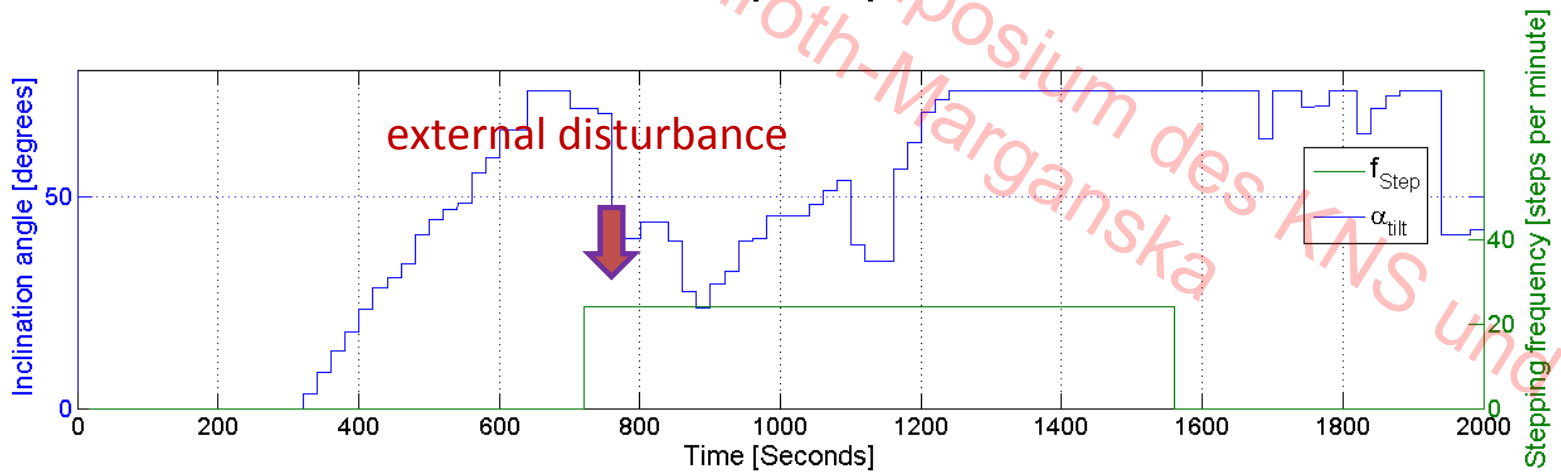
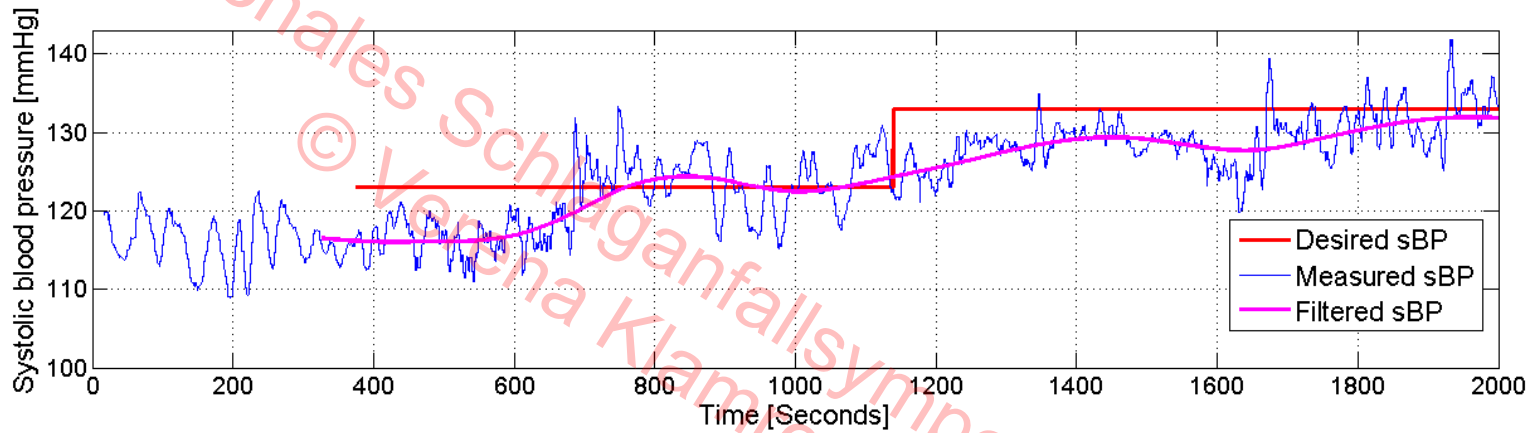
SISO Ergonomi



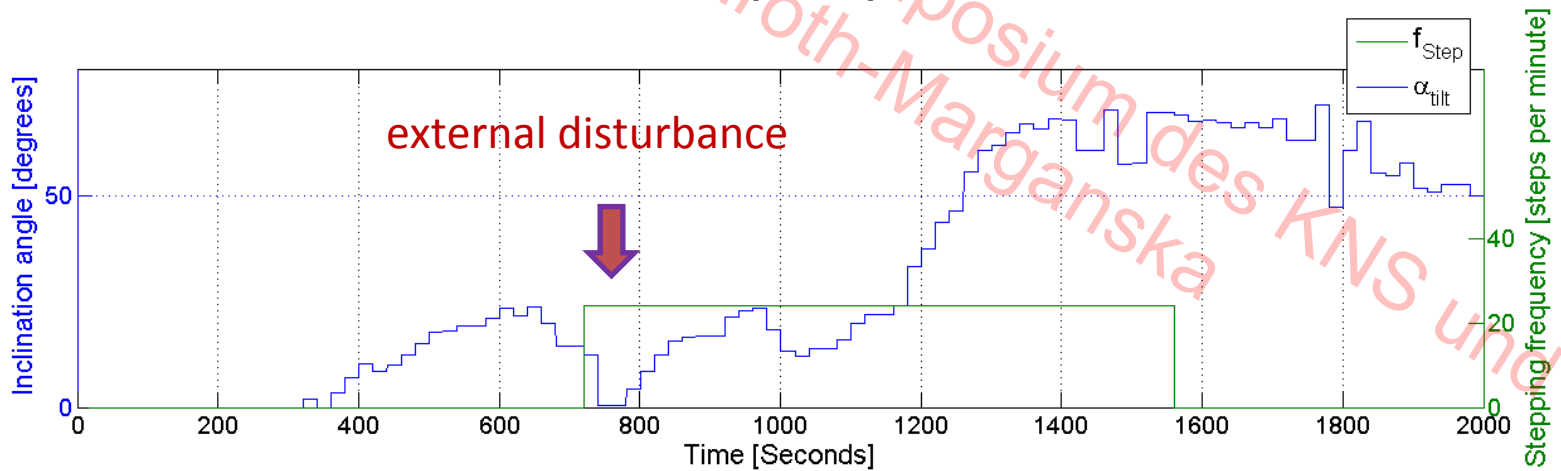
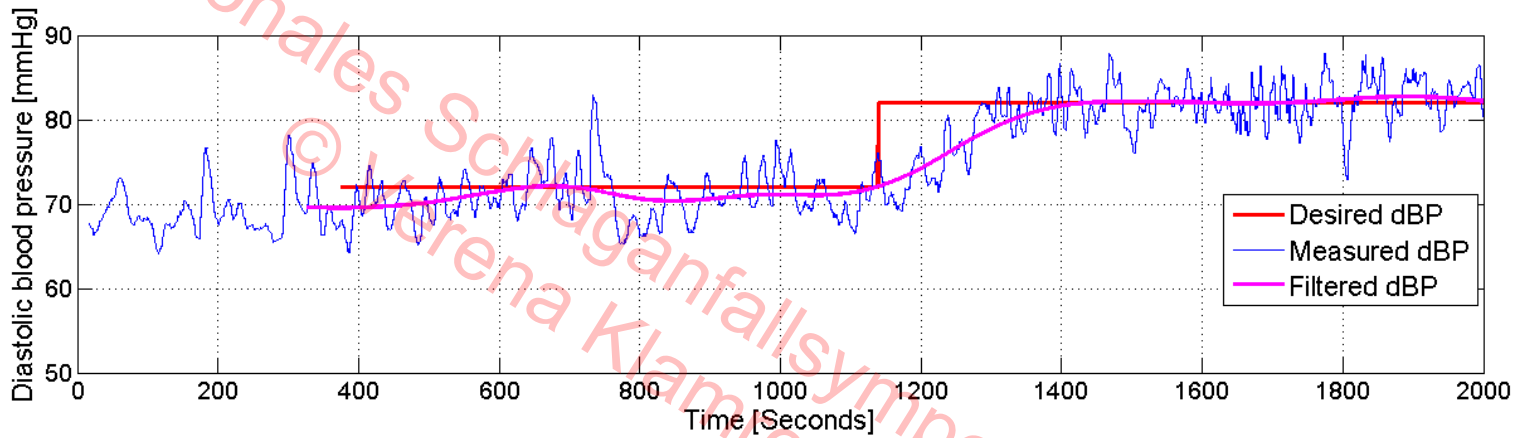
external disturbance



6. SISO Ergonomi



SISO Ergonomi



6: MIMO Controller



Model free predictive controller

- Vertikalisierung und Stepping als inputs
- HR und MAP als outputs
- Funktioniert bei jedem und erkennt, wie der Körper reagiert



6. Kontrolllinie



Multi-Im

Inclination angle (α)



Stepping freq. (f)



Heart rate (HR)

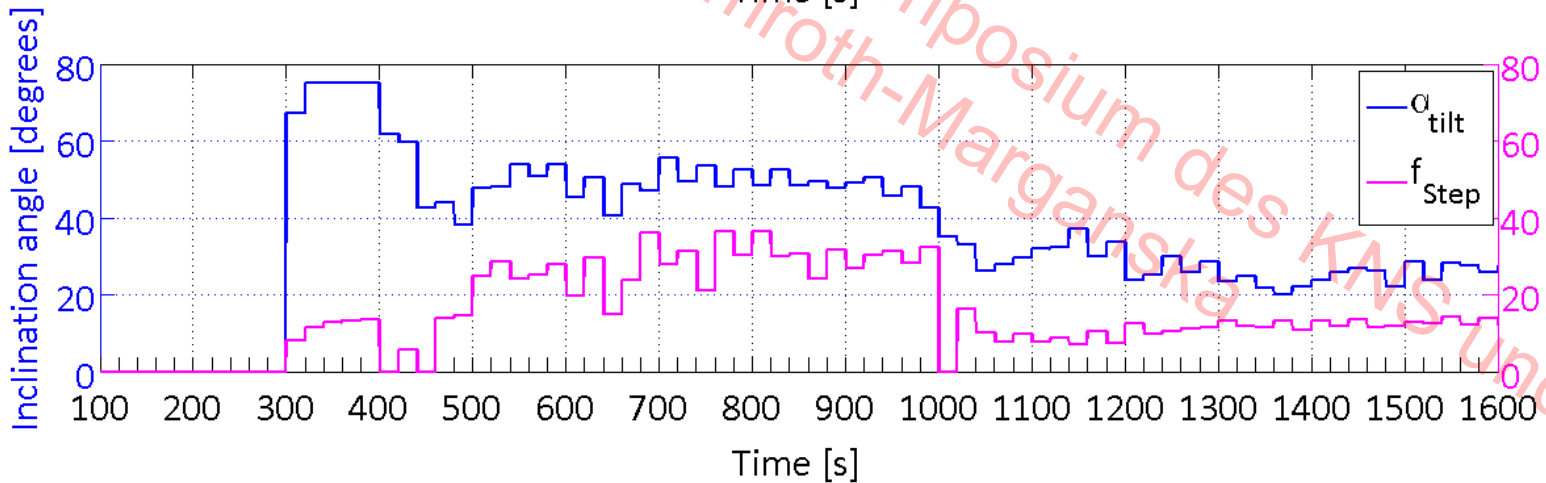
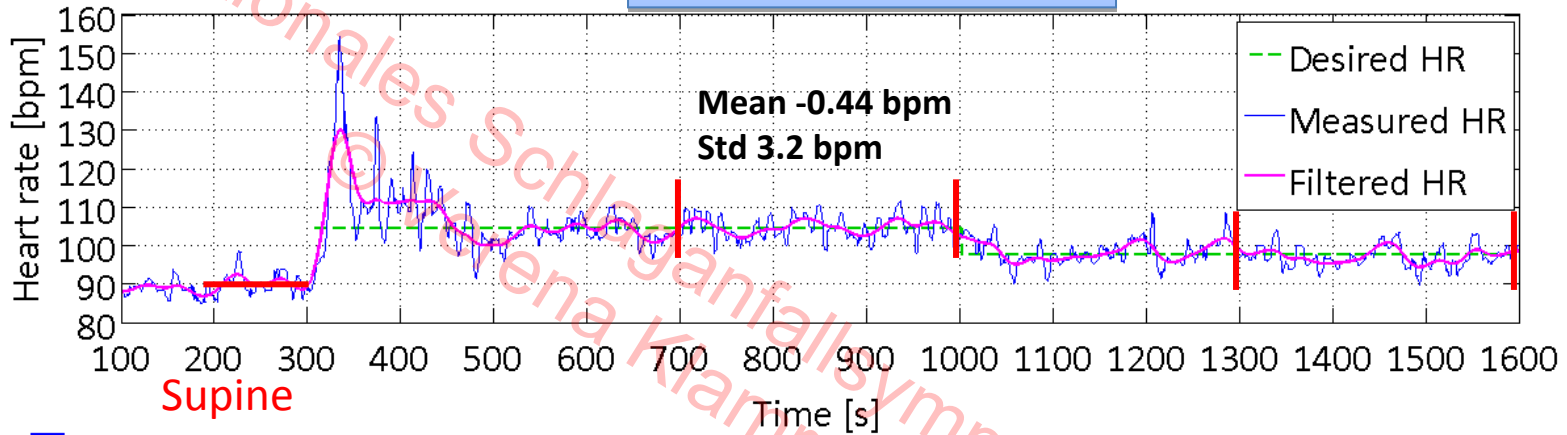


6. MISO Engapp



Mean Error: 0.41 bpm
Std: 3.00 bpm

Std 2.81 bpm



6. Kontrolle HR



Multi-Im

Inclination angle (α)



Stepping freq. (f)



Heart rate (HR)



Mean arterial pressure (MAP)

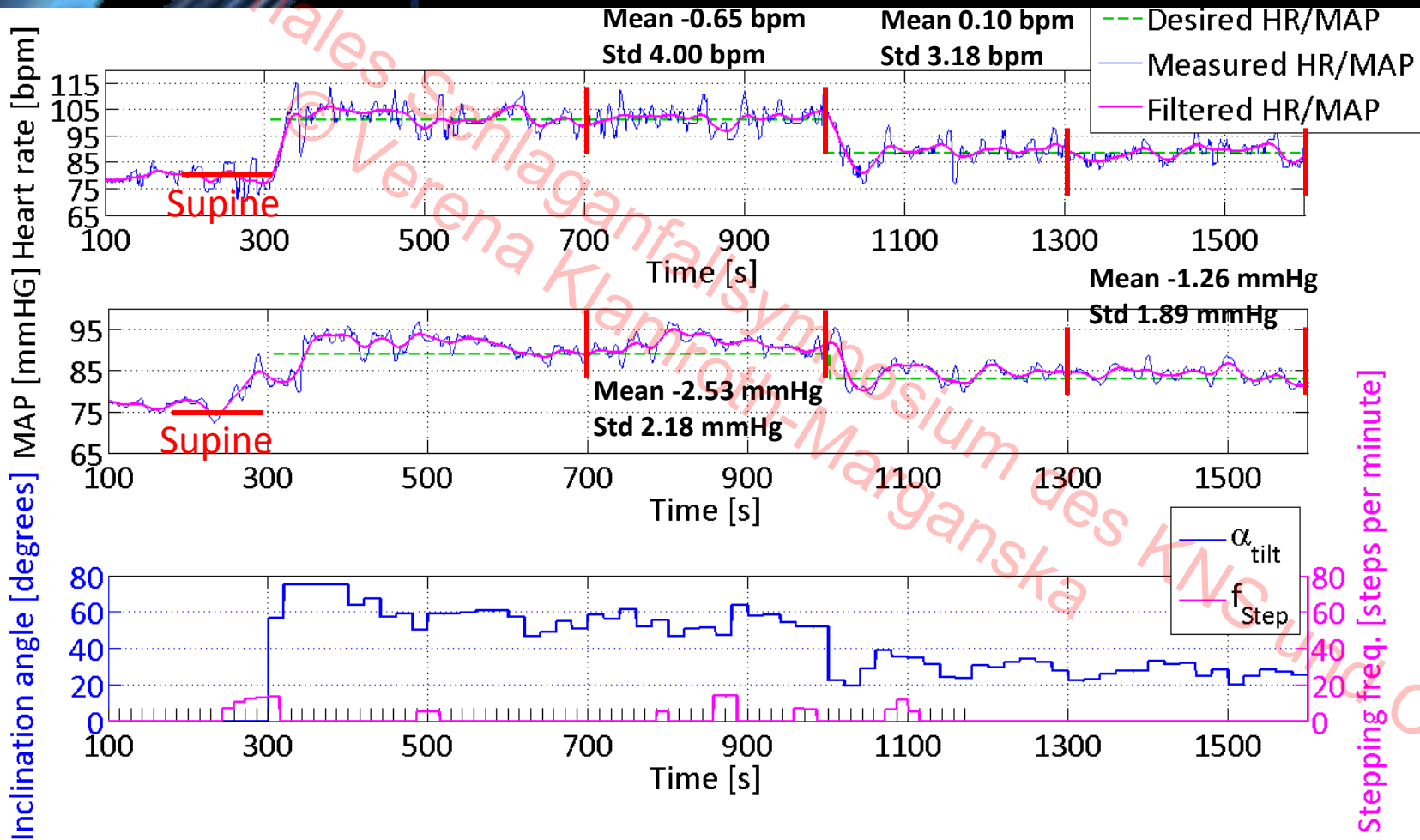


MIMO Filter

HR

Mean Error: 0.38 bpm
Std: 3.6 bpm

Mean Error: 1.9 mmHg
Std: 2.03 mmHg



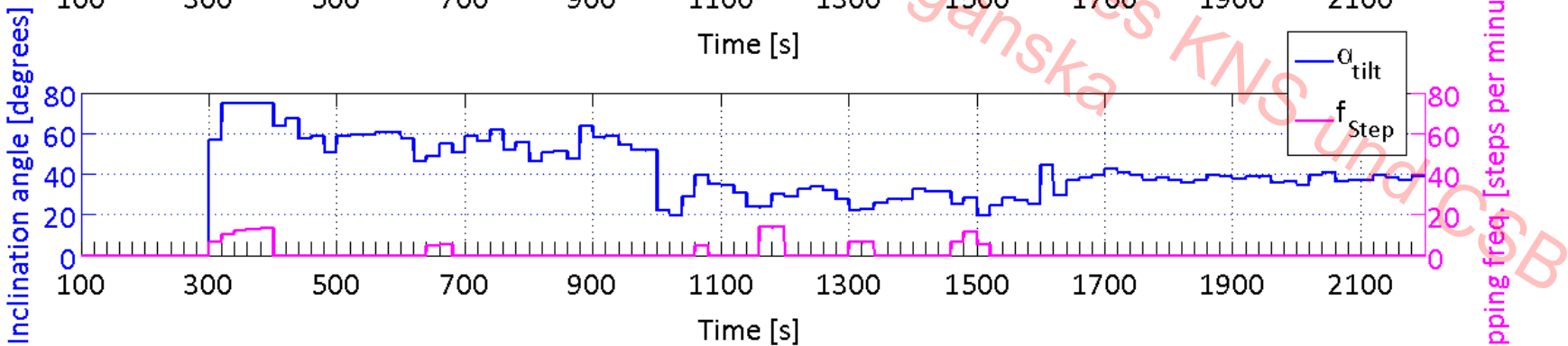
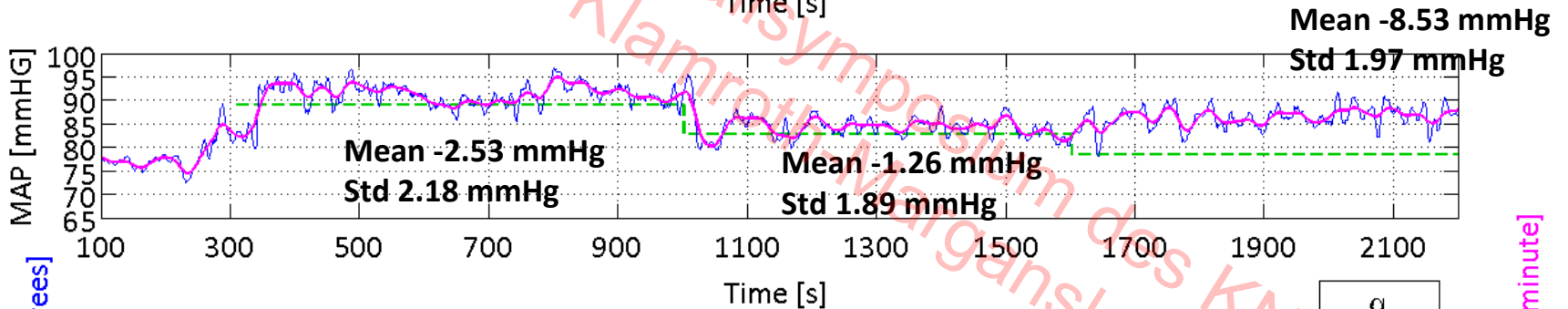
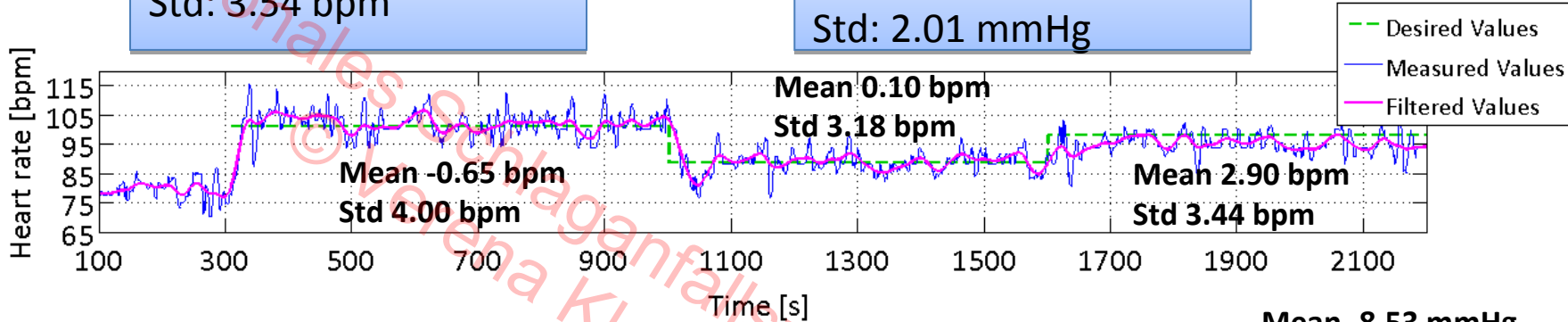
MIMO Filter



HR

Mean Error: 1.22 bpm
Std: 3.54 bpm

Mean Error: 4.11 mmHg
Std: 2.01 mmHg



Experiment on healthy subject

6: MIMO Center



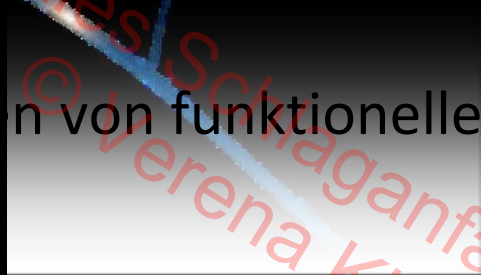
- Gute Funktion
- Begrenzte Tauglichkeit an M...

© Verena Klamroth-Marganska
International Stroke Symposium des KNS und CSB

6: MIMO Center

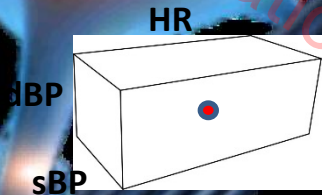


- Kombination von System
- Hinzufügen von funktionelle



© Verena Klamroth-Marganska
Schlaganfallsymposium des KNS und CSB

Frühe Mobilili



HR: 60-120
sBP: 110-130
dBP: 60-90

Desired reference



Heart rate

Systolic blood pressure

Diastolic blood pressure

Stepping frequency (f)

Inclination angle (α)



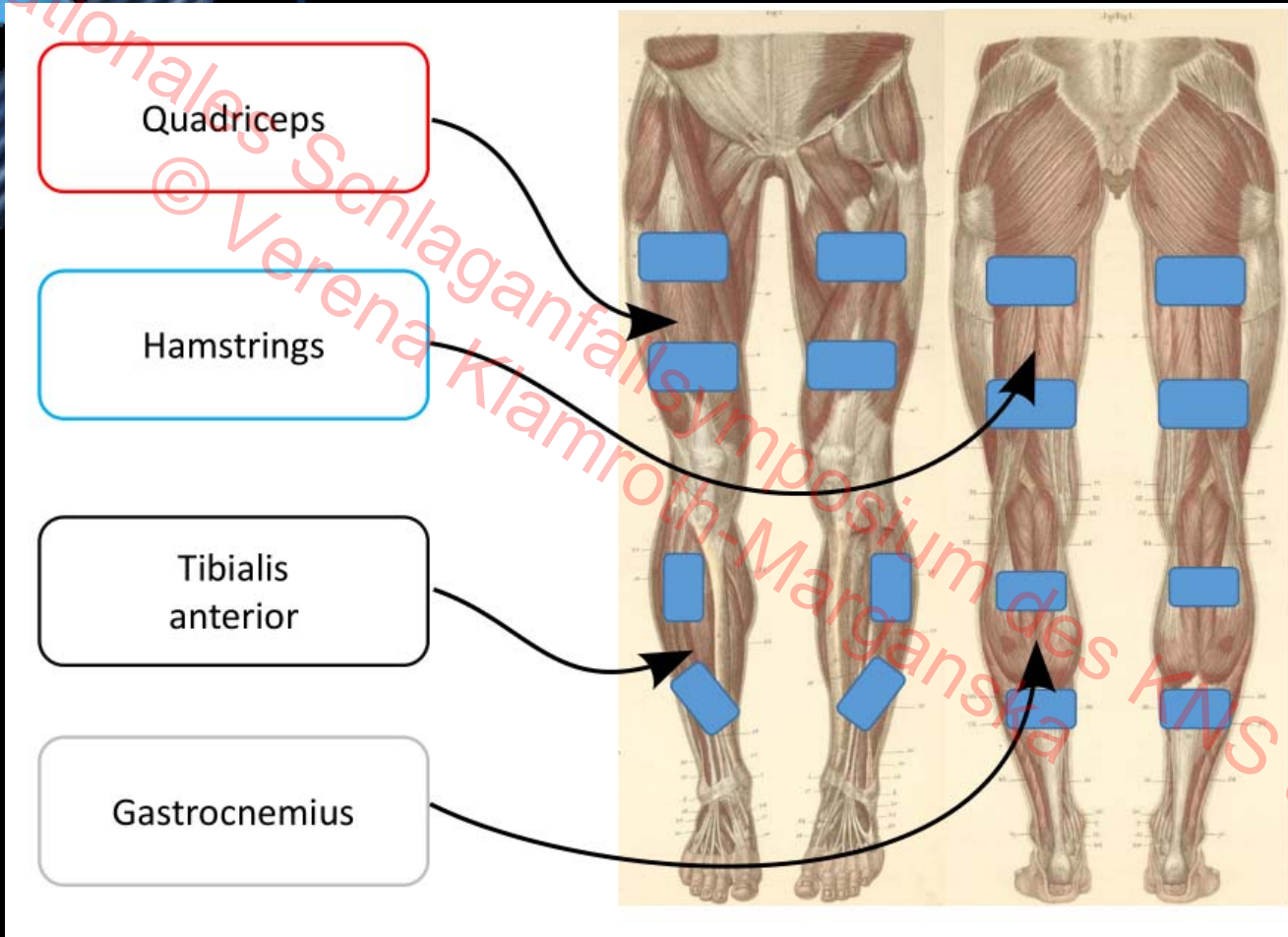
Functional Electrical Stimulation (FES)

6. Integration IV



© Internationales Schlaganfallsymposium des KNS und CSB
© Verena Klamroth-Marganska

6. FES – Muskel



6. MIMO Center



new MIMO concepts

- Vertikalisation, Steppin
- P und MAP als out
- und erkennt anhan

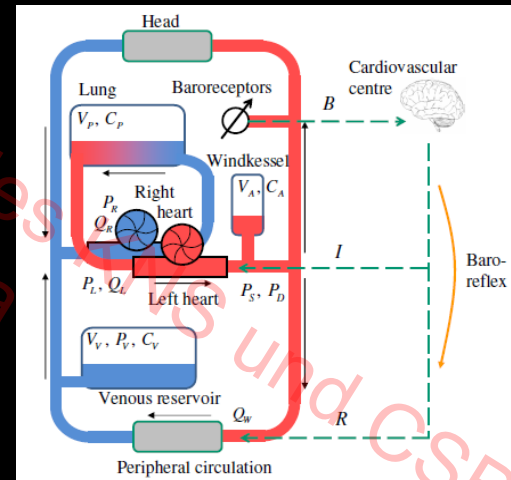


6: MIMO Control

Simplest Model

➤ Basis ist auf Modell [A] ...

➤ W ...

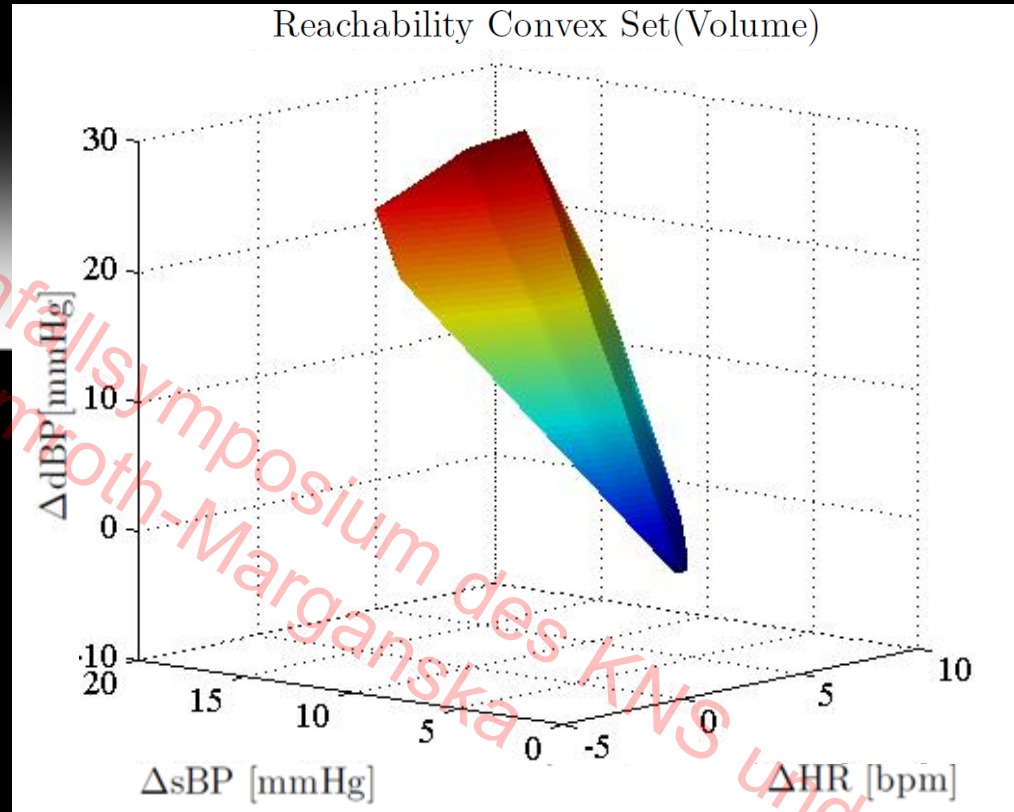


6. MIMO Control



Reachability

Erreichbare Werte
individuell



Zusammenfassung



Drei neue Strategien

- SO controller funktionell für alle drei Parameter
- MIM controller (I)

Danke für Ihre



© Internationales Schlaganfall-Symposium des KNS und CSB
© Verena Klamroth-Marganska