

PARAMETER DER ARTERIELLEN PULSWELLENANALYSE ZUR MODELLBASIERTEN CHARAKTERISIERUNG EINES REDUZIERTEN HERZAUSWURFS

Andreas Bauer^{1,2}, Bernhard Hametner¹, Felix Breitenecker², Thomas Weber³,
Siegfried Wassertheurer¹

¹AIT Austrian Institute of Technology, Wien

²Technische Universität Wien

³Kardiologie, Klinikum Wels-Grieskirchen, Wels, Österreich

Fachgruppentagung ASIM, Ulm, 9.3.2017



ÜBERBLICK

- Motivation: Systolischer Herzfehler
- Einleitung: Pulswellenanalyse
- Parameter der Pulswellenanalyse: Auswurfdauer und Wellenintensität
- Daten: Pulswellenmessungen mit zwei Geräten
- Resultate: Validierung, Vergleich der Ergebnisse der beiden Geräte
- Conclusio
- Ausblick

MOTIVATION

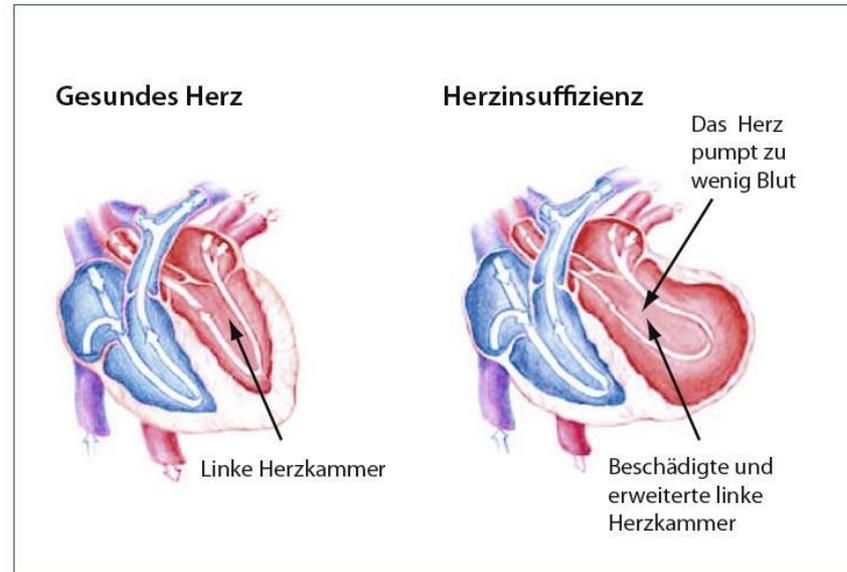
Herzfehler mit reduzierter Auswurfleistung (Systolischer Herzfehler, SHF):

Weitverbreitete Erkrankung, vorwiegend bei Personen im fortgeschrittenen Alter

Probleme bei der Kontraktion durch Schwächung des Herzmuskels

Krankhafte Vergrößerung des Herzens

Niedrigere „Ejection Fraction“



EINLEITUNG

24h-Pulswellenmessungen

→ Pulswellenanalyse (PWA) zur Beurteilung des kardiovaskulären Zustands
 Zentraler Druck aussagekräftiger als peripherer Druck

Berechnung des zentralen Drucks mittels verallgemeinerter Transferfunktionen



EINLEITUNG

Druckniveaus bei SHF-Patienten im Bereich von gesunden Menschen

→ Fokus auf die „Form“ der Kurve

Parameter als potenzielle Indikatoren für SHF:

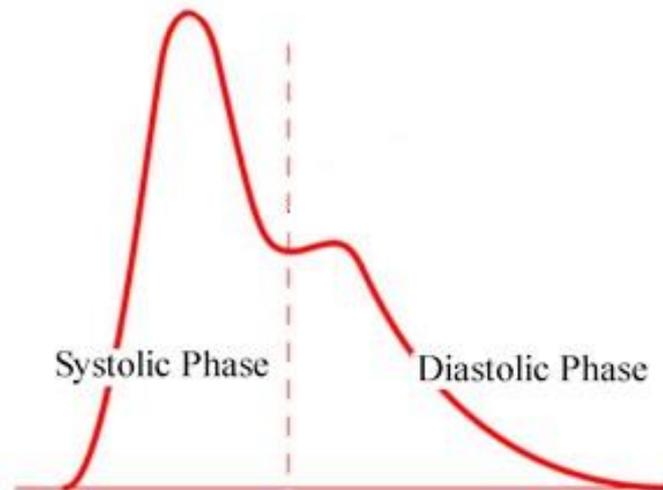
- Auswurfdauer
- Wellenintensität

PWA-PARAMETER: AUSWURFDAUER

Auswurf-dauer: Zeitdauer während der Herzklappen geöffnet sind und Blut ausgestoßen wird

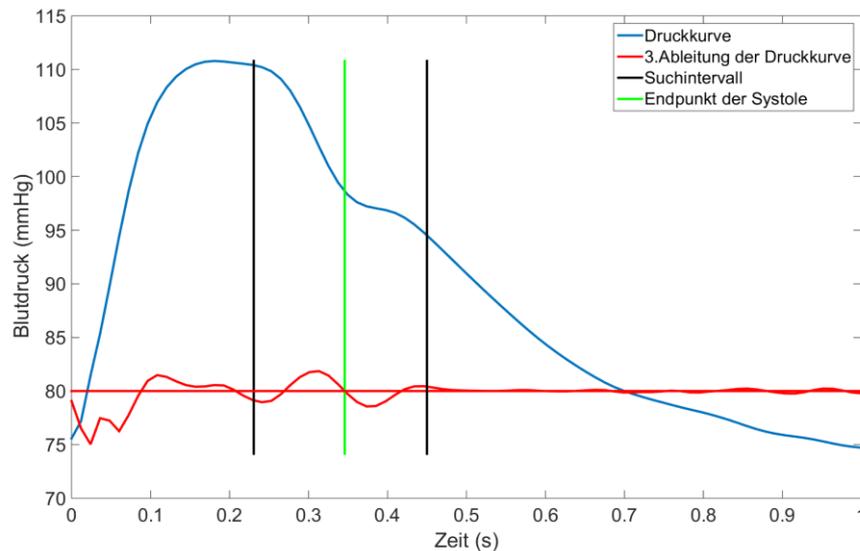
Länge der Systole

Verkürzte Auswurf-dauer möglicher Indikator für SHF



PWA-PARAMETER: AUSWURFDAUER

Bestimmung des Endpunkts der Systole mittels dritter, numerischer Ableitung:
Zeitpunkts der maximalen Krümmung in vorgegebenem Suchintervall



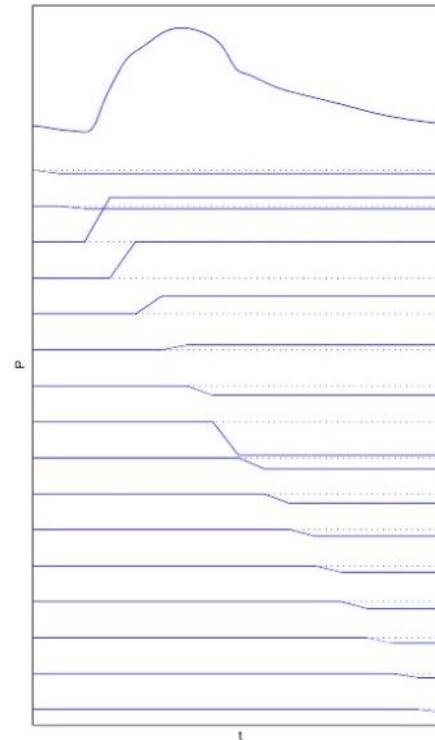
PWA-PARAMETER: WELLENINTENSITÄT

Wellenintensitätsanalyse (WIA):

Zerlegung der Wellen in aufeinanderfolgende Wellenfronten

Im Gegensatz zur Fourier-Analyse findet die WIA im Zeitbereich statt

Vorwärtslaufende Wellen werden durch reduzierte Auswurfleistung beeinflusst
potenzieller Indikator für SHF



PWA-PARAMETER: WELLENINTENSITÄT

Ausgangspunkt sind 1D-Eulergleichungen für inkompressible Fluide

$$\begin{pmatrix} P \\ U \end{pmatrix}_t + \begin{pmatrix} U & \frac{A}{A_p} \\ \frac{1}{\rho} & U \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P \\ U \end{pmatrix}_x = \begin{pmatrix} \frac{UA_x}{A_p} \\ 0 \end{pmatrix}$$

P..Druck,U..Geschwindigkeit, A..Querschnitt, ρ..Dichte

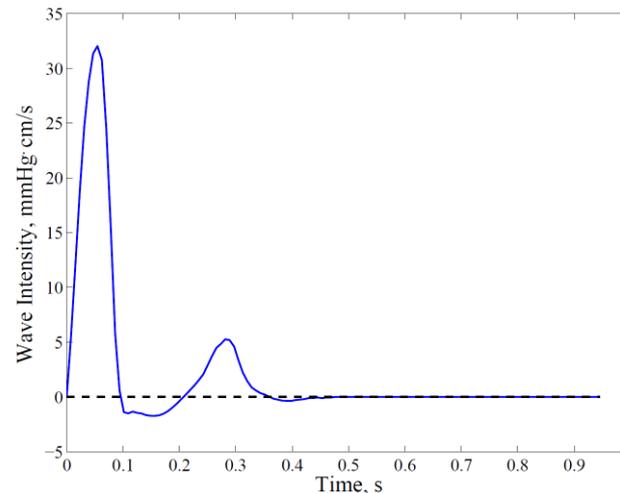
Unter Annahme konstanter Ausbreitungsgeschwindigkeit c mittels Methode der Charakteristiken lösbar (Waterhammer-Gleichungen)

$$dP_f = \rho c dU_f$$

$$dP_b = -\rho c dU_b$$

Definition der Intensität:

$$dI = dP dU$$



DATEN

Mobil-O-Graph - und Sphygmocor - Messungen:

Je 216 Messungen über 10 Sekunden in direkter Abfolge an 105 Patienten (20 weiblich, 85 männlich) im Klinikum Wels-Grieskirchen (Österreich)

Parameter	Mittelwert (SD)
Alter (Jahre)	58 (12)
Größe (cm)	173 (8)
Gewicht (kg)	86 (16)



RESULTATE

Arten der Berechnung für die Auswurfdauer:

- Sphygmocor intern (SphygmoInt)
- Mittels Algorithmus an Sphygmocor-Messungen (Sphygmo)
- Mittels Algorithmus an Mobil-O-Graph-Messungen (Mobil)

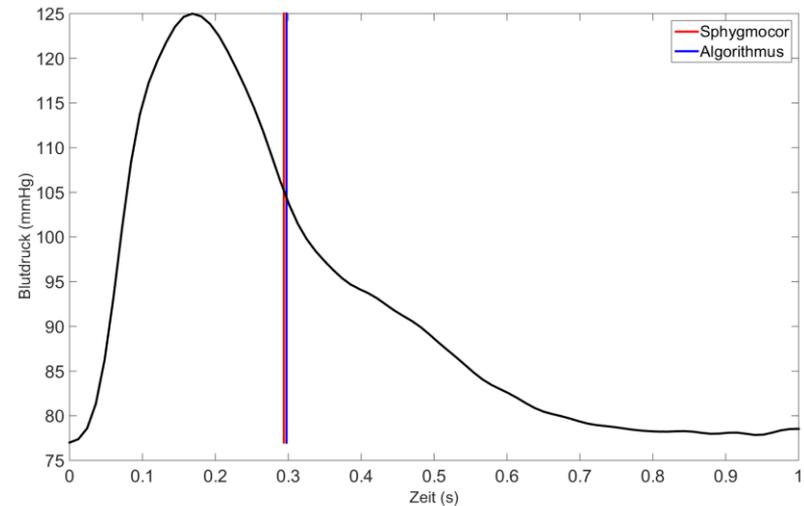
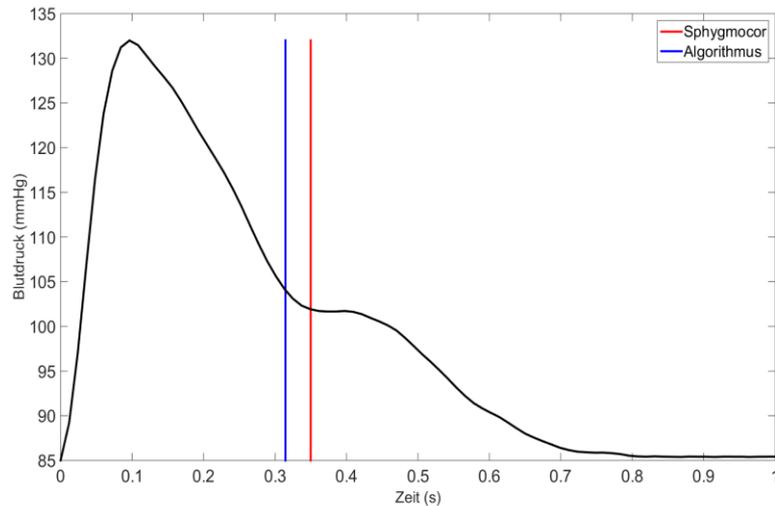
Validierung des Algorithmus durch SphygmoInt-Werte

Abweichung zu Sphygmo Mobil SphygmoInt

Mittelwert(s)	0,010	0,014
Standard- abweichung (s)	0,004	0,013

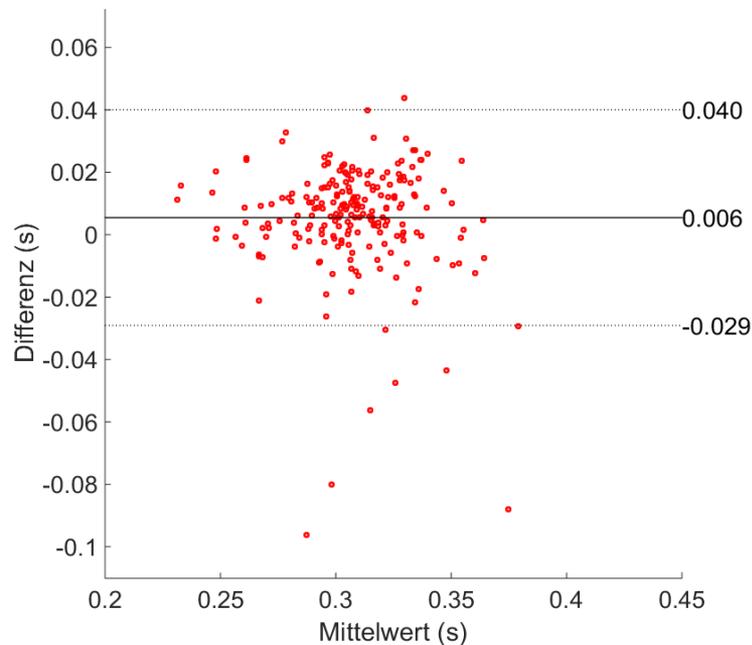
RESULTATE

Exemplarische Blutdruckkurven (Sphygmocor) von zwei Patienten jeweils mit Sphygmolnt und Sphygmo – Werten für die Auswurfdauer



RESULTATE

Vergleich der Werte für Mobil und Sphygmo anhand eines Bland-Altman-Plots:
 Sphygmo-Werte im Durchschnitt 6ms länger
 Keine Auffälligkeiten bezüglich der Größe der Werte



CONCLUSIO

Parameter zur vorklinischen Erkennung von systolischem Herzfehler anhand nicht-invasiver Blutdruckmessungen

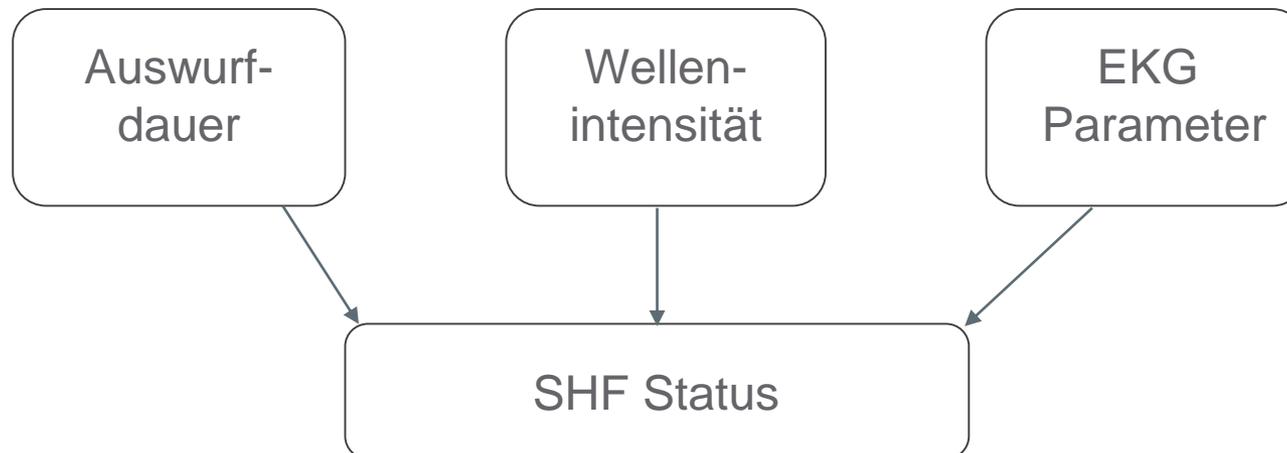
Funktionierender Algorithmus zur Berechnung der Auswurfdauer implementiert und getestet

Algorithmus zur Bestimmung der Auswurfdauer valide: Abweichung geringer als physiologisch bedingte Schwankungen

Limitation: kein Datensatz mit SHF-Patienten

AUSBLICK

Erstellung eines Entscheidungsmodells zur Klassifizierung von Patienten hinsichtlich eines potenziell vorliegenden Herzfehlers



VIELEN DANK FÜR DIE
AUFMERKSAMKEIT!

