

Segment CMR
Bedienungsanleitung - Deutsch



14. Dezember 2017

Software platform v2.1 R6065

MEDVISO AB
<http://www.medviso.com>
Griffelvägen 3
SE-224 67 Lund
Sweden
Tel: +46-76-183 6442

Inhaltsverzeichnis

1	Geschäftsbedingungen	1
1.1	Regelungsstatus	1
1.2	Nutzungsbedingungen	1
1.3	Gebrauchshinweise	2
2	Konventionen und Abkürzungen	3
2.1	Typografische Konventionen	3
2.2	Warenzeichen	3
2.3	Abkürzungen	4
3	Erste Schritte	5
3.1	Systemanforderungen	5
3.2	Installation	5
3.2.1	Matlab Compiler Runtime installieren	5
3.2.2	Segment CMR installieren	5
3.3	Segment CMR starten	7
3.4	Deinstallieren	7
3.5	Überblick über die Software	8
3.6	Segment CMR zum ersten Mal ausführen	8
3.6.1	Präferenzen einstellen	8
3.6.2	Fensterpositionen einstellen	10
3.6.3	Patientendatenbank	10
3.6.4	PACS-Verbindung	10
4	Daten laden und speichern - Schritt für Schritt erklärt	13
4.1	Daten laden	13
4.1.1	Daten aus Datenbank laden	13
4.1.2	Daten aus PACS laden	14

INHALTSVERZEICHNIS

4.1.3	Daten von Netzwerk-Disk laden	15
4.2	Daten speichern	15
5	Bildbetrachtungswerzeuge	17
5.1	Optionen anzeigen	17
5.2	Bilderstapel zuschneiden	17
5.3	Zoom	17
5.4	Kontrast einstellen	17
5.4.1	Manuelle Einstellung	17
5.4.2	Automatische Einstellung	18
5.5	Abstand messen	18
6	Bildeinstellungen	19
6.1	Bildbeschreibung manuell einstellen	19
6.2	Bildbeschreibung nach dem Laden	19
6.3	Patientendetails	19
7	LV-Segmentierung - Schritt für Schritt erklärt	21
7.1	Automatische Segmentierung des linken Ventrikels (LV) [1] .	21
7.2	Manuelle LV-Segmentierung	22
7.3	LV-Segmentierung löschen	23
7.4	LV-Segmentierung kopieren	23
7.5	Validierung der LV-Segmentierung	23
8	RV-Segmentierung - Schritt für Schritt erklärt	25
8.1	Automatische Segmentierung des rechten Ventrikels (RV) [1] .	25
8.2	Manuelle RV-Segmentierung	25
8.3	RV-Segmentierung löschen	25
8.4	Validierung der RV-Segmentierung	25
9	ROI-Analyse - Schritt für Schritt erklärt	27
9.1	Manuelle ROI-Analyse	27
9.2	ROI-Segmentierung löschen	27
10	Flussanalyse - Schritt für Schritt erklärt	29
10.1	Automatische Flussanalyse [1]	29
10.2	Qp/Qs-Analyse [2]	30
10.3	Shunt- und Klappenanalyse [3]	31
10.4	Fluss-Segmentierung löschen	31

INHALTSVERZEICHNIS

10.5	Wirbelstromkompensation	31
10.6	Unwrapping Phase	32
10.7	Analyse der Pulswellengeschwindigkeit (PWV) [4]	33
10.8	Validierung der Flussanalyse	33
11	Bullseye-Analyse („Schießscheiben“-Analyse) - Schritt für Schritt erklärt	37
12	Berichtserstellung - Schritt für Schritt erklärt	39
12.1	Im Bericht verwendete Referenzwerte	40
13	Relaxometry-Analyse - Schritt für Schritt erklärt	41
13.1	T2*-Analyse	41
13.1.1	Validierung der T2*-Analyse	42
13.2	T1-Analyse	42
13.3	T2-Analyse	43
13.3.1	Validierung der T1/T2-Analyse	44
14	Belastungsanalyse - Schritt für Schritt erklärt	45
14.1	Belastungsanalyse in cine- oder Tagging-Bildern	45
14.1.1	Automatische Belastungsanalyse im Kurzachsen-Bilderstapel [1-3]	45
14.1.2	Automatische Belastungsanalyse im Längsachsen-Bilderstapel [1-3]	48
14.1.3	Belastungsdaten löschen	51
14.1.4	Validierung der Belastungsanalyse	51
14.2	Belastungsanalyse in geschwindigkeitskodierten Bildern	52
14.2.1	Automatische Belastungsanalyse [1]	52
14.2.2	Belastungsdaten löschen	53
14.2.3	Validierung der Belastungsanalyse	53
15	Narbenanalyse - Schritt für Schritt erklärt	55
15.1	Automatische Narbenanalyse [1]	55
15.2	Analyse der Grauzone	56
15.3	Narben-Segmentierung löschen	56
15.4	Validierung der Narbenanalyse	56

INHALTSVERZEICHNIS

16 Myocardium at Risk(MaR)-Analyse - Schritt für Schritt erklärt	57
16.1 Automatische MaR(Myocardium at Risk)-Analyse [1]	57
16.2 MaR-Segmentierung löschen	58
16.3 Validierung der MaR-Analyse	58
17 Perfusionssanalyse - Schritt für Schritt erklärt	59
17.1 Automatische Perfusionssanalyse [1]	59
17.2 Validierung der Perfusionssanalyse	61
18 ECV-Analyse - Schritt für Schritt erklärt	63
18.1 Automatische Analyse des extrazellulären Volumens (ECV) .	63
19 Short Commands / Hot keys	65

1 Geschäftsbedingungen

Das vorliegende Handbuch enthält die Bedienungsanleitung für den sicheren Gebrauch von Segment CMR.

1.1 Regelungsstatus

Segment CMR trägt die CE-Konformitätskennzeichnung und ist nach der Norm ISO 13485 zertifiziert. Segment und segment CMR sind FDA zugelassen mit FDA 510 (k) Nummern K090833 und K163076. Bitte beachten Sie, dass es Funktionen gibt, die nicht in der FDA-Zulassung enthalten sind. Bei diesen Funktionen steht in der Bedienungsanleitung und im Referenzhandbuch ein entsprechender Hinweis, dass sie nur für Studienzwecke bestimmt sind. Eine Anmeldung für die FDA-Zulassung Segment CMR wurde eingereicht. Die Entscheidung steht noch aus.

Die Benutzer werden auch gebeten, die gesetzlichen Bestimmungen in ihrem Land oder an ihrem Standort zu prüfen, bevor sie Segment CMR verwenden. Die Benutzer haben diese Statuten, Richtlinien und Bestimmungen zu befolgen.

1.2 Nutzungsbedingungen

- Die Software kann nur von Fachkräften verwendet werden, die in Herz-MRI geschult sind.
- Die Software ist ein Tool, mit dem relevante klinische Daten bereitgestellt werden. Der Klinikarzt ist alleine für die Interpretation der klinischen Daten verantwortlich und für die Entscheidung bezüglich der Behandlung der Patienten.
- Die Software sollte verwendet werden, um Bilder von MRI-Scannern von Philips, Siemens und General Electric zu lesen. Die Bilder können entweder auf CDs geliefert werden oder mittels DICOM-Standard, indem die Dateien direkt vom Scanner oder von PACS-Systemen übertragen werden.

1.3 Gebrauchshinweise

Segment CMR ist eine Software, die medizinische Bilder im DICOM-Format anzeigt und analysiert mit Mehrscheiben-, Multiframe- und geschwindigkeitskodierten MR-Bildern konzipiert worden. Segment CMR bietet Funktionen für die Analyse der Herzfunktion, wie Herz-Pumpen und Blutfluss. Die ventrikuläre Analyse kann sowohl bei Kindern (von Neugeborenen) als auch bei Erwachsenen eingesetzt werden. Die Bilder und die zugehörige Datenanalyse können im System und über das PACS-System gespeichert, übermittelt, übertragen und angezeigt werden. Die von Segment CMR erstellten Daten dienen dazu, den qualifizierte Kardiologen, Radiologen oder sonstige niedergelassene Fachärzte bei der klinischen Entscheidungsfindung zu unterstützen. **Es handelt sich um ein Unterstützungstool, das relevante klinische Daten als Ressource für den Klinikarzt liefert, und es dient nicht dazu, eine Quelle für einen medizinischen Rat zu sein oder um einen Aktionskurs oder eine Behandlung für einen Patienten zu ermitteln oder zu empfehlen.**

2 Konventionen und Abkürzungen

Dieses Kapitel beschreibt die typografischen Konventionen im vorliegenden Handbuch und in dem Programm.

2.1 Typografische Konventionen

A	Taste A auf der Tastatur.
Ctrl-A	Steuertaste. Ctrl key und A gleichzeitig gedrückt halten.
	Symbol in Werkzeugleiste.
*.mat	Dateinamenerweiterung.
C:/Program	Ordner.
File	Menü, z. B. Menü File.
File→Save As	Untermenü, z. B. im Menü File befindet sich der Menüpunkt Save As.
	Schaltfläche in der grafischen Benutzeroberfläche antippen/einschalten.
 Endocardium	Radio-Button in der grafischen Benutzeroberfläche.
 Single frame	Kontrollkästchen in der grafischen Benutzeroberfläche.

2.2 Warenzeichen

Nachstehend sind einige der in diesem Handbuch verwendeten Warenzeichen aufgeführt.

- Segment CMR ist ein Warenzeichen von Medviso AB.
- Segment DICOM Server ist ein Warenzeichen von Medviso AB.
- Sectra PACS ist ein Warenzeichen von Sectra Imtec AB, (<http://www.sectra.se>).
- Matlab ist ein Warenzeichen von Mathworks Inc, (<http://www.mathworks.com>).

2.3 Abkürzungen

CMR	Herz-Magnetresonanz
LV	Linker Ventrikel
MaR	Myocardium at Risk
PWV	Pulse Wave Velocity (Pulswellengeschwindigkeit)
RV	Right Ventricle (Rechter Ventrikel)

3 Erste Schritte

3.1 Systemanforderungen

- Betriebssystem: Windows 2000, Windows XP (32 Bit und 64 Bit), Windows Vista (32 Bit), Windows 7 (32 Bit und 64 Bit), Windows 8 oder Windows 10.
- Computer mit 4 GB Speicher oder mehr.
- Festplatte mit mindestens 500 MB freiem Speicherplatz.
- Grafikkarte, die sowohl DirectX als auch OpenGL unterstützt.

3.2 Installation

Beginnen Sie bei der ersten Installation mit (Abschnitt 3.2.1), und installieren Sie anschließend Segment CMR (Abschnitt 3.2.2). Zum Upgraden nur Segment CMR (Abschnitt 3.2.2) installieren. Um die Installation durchführen zu können, müssen Sie im Gerät über Administratorprivilegien verfügen.

3.2.1 Matlab Compiler Runtime installieren

1. Doppelklicken Sie auf die MCR-Datei, um die MCR-Datei herunterzuladen. Das Herunterladen der Datei erfolgt über die Homepage von Medviso AB (<http://medviso.com/download2/>).
2. Beachten Sie die Hinweise in den Abbildungen 1-4.
3. Computer neu starten.

3.2.2 Segment CMR installieren

1. Die neueste Version von Segment CMR kann von der Homepage von Medviso AB (<http://medviso.com/download2/>) heruntergeladen werden. Zum Herunterladen der Datei (`install_Segment_CMR_2px_Ryyyy.exe`) doppelklicken und die Anweisungen beachten. Zum Herunterladen der Software benötigen Sie ein Passwort. Dieses sollten Sie beim Kauf erhalten haben. Falls Sie das Passwort verloren haben, wenden Sie sich bitte an sales@medviso.com.

KAPITEL 3. ERSTE SCHRITTE

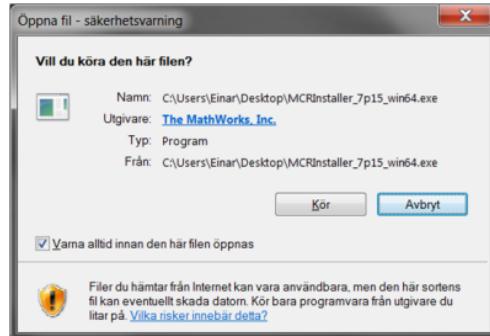


Abbildung 1: Klicken Sie auf Run.



Abbildung 2: Klicken Sie auf OK.

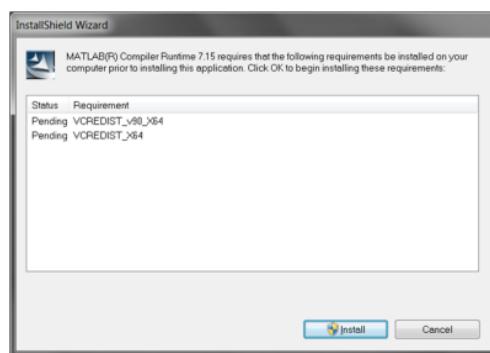


Abbildung 3: Klicken Sie auf Install.

3.3. SEGMENT CMR STARTEN



Abbildung 4: Klicken Sie auf **Next**.

2. Bei Neuinstallationen müssen Sie Ihren Lizenzcode für Segment CMR hinzufügen. Fügen Sie Ihre Lizenz ein, indem Sie Ihren Lizenzcode im Installationsprozess eingeben. Sie können auch Ihren Lizenzcode nach der Installation hinzufügen, indem Sie **software** und **Generate License** unter **Help** im Menü Segment CMR auswählen. Beachten Sie, dass Sie die Programm als Administrator ausführen müssen, um den Lizenzcode in Segment CMR hinzufügen zu können. Ein dritte Möglichkeit, um Ihre Lizenz hinzuzuügen, ist es, eine Lizenzdatei (mit dem Namen `code.lic`) in den selben Ordner, in dem Segment CMR installiert ist, hinzuzufügen. Wenn Sie keinen Lizenzcode haben, kontaktieren Sie bitte sales@medviso.com.

3.3 Segment CMR starten

Zum Starten des Programms doppelklicken Sie auf die Datei `C:/Program Files/Segment CMR/Segment CMR.exe` oder Ihren Shortcut. Beim Starten der Software sollte das Bild in Abb. 5 angezeigt werden. Wird dieses Bild nicht angezeigt, wurde die Software nicht korrekt installiert.

3.4 Deinstallieren

Um Segment CMR zu deinstallieren, alle Dateien im Ordner `C:/Program/Segment CMR` oder `C:/Program Files/Segment CMR` löschen. Die Benutzerpräferenzen sind in `Application Data` und im Unterordner `Segment CMR` in jedem Be-

KAPITEL 3. ERSTE SCHRITTE

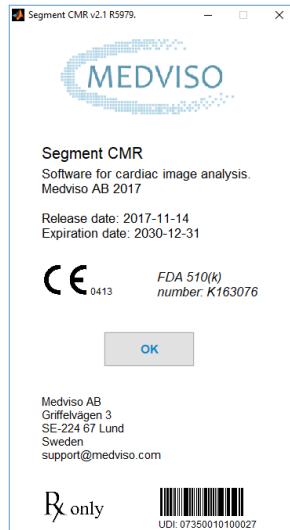


Abbildung 5: Startbildschirm für Segment CMR.

nutzerkonto gespeichert. Um Matlab Compiler Runtime zu deinstallieren, die Windows-Funktion **Install oder Remove Programs** im Bedienfeld-Menü nutzen.

3.5 Überblick über die Software

Ein Überblick über die Segment CMR zeigt Abb. 6. Die Buchstaben (a-p) in der Figur werden als Referenzen in diesem Handbuch verwendet.
Für weitere Informationen zu den einzelnen Werkzeugen die Maus über das Symbol halten, und ein Hilfe-Text wird angezeigt.

3.6 Segment CMR zum ersten Mal ausführen

Wenn die Segment CMR zum ersten Mal gestartet wird, wird ein Setup-Prozess ausgeführt, der etwas dauern kann. Haben Sie bitte Geduld. Um das Setup abzuschließen, stellen Sie die Präferenzen und Fensterpositionen ein gemäß der Beschreibung in den Abschnitten 3.6.1 und 3.6.2.

3.6.1 Präferenzen einstellen

Es wird empfohlen, die Präferenzen für die jeweiligen Ordner einzustellen, um unnötiges Blättern bei jedem Laden oder Speichern einer Datei zu vermeiden.

3.6. SEGMENT CMR ZUM ERSTEN MAL AUSFÜHREN

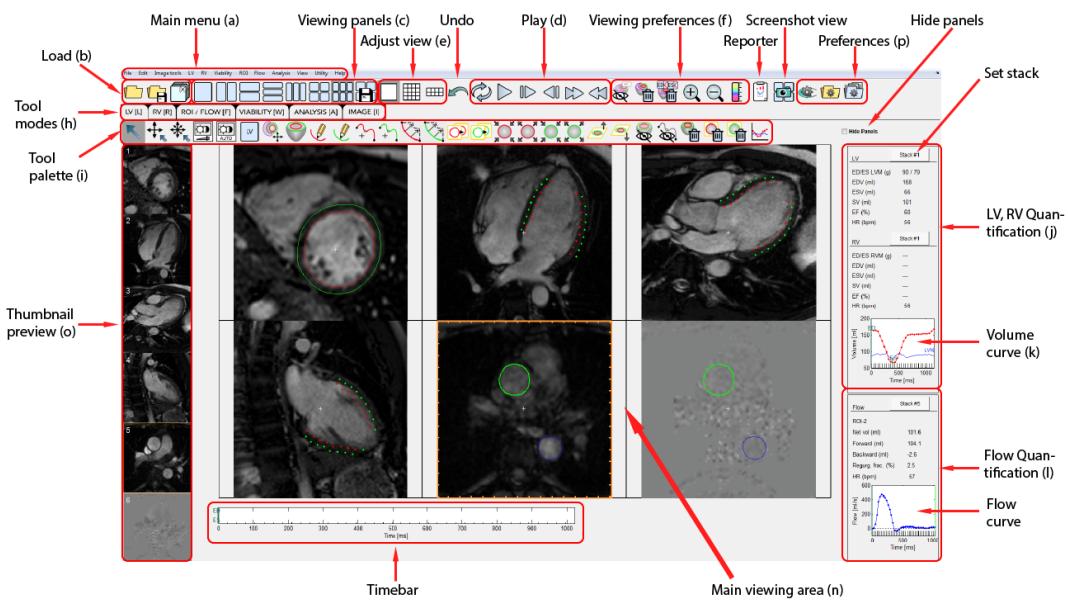


Abbildung 6: Hauptgrafische Benutzeroberfläche. Die Buchstaben (a-p) in der Figur werden als Referenzen in diesem Handbuch verwendet.

Kann über das (p)  aufgerufen werden. Die Ordner Data, Export und CD einstellen.

3.6.2 Fensterpositionen einstellen

Die Position des Hauptfensters für Segment CMR kann eingestellt werden, indem das Fenster an eine optionale Position und auf eine optionale Größe gezogen wird. Größe und Position werden gespeichert, sodass bei der nächsten Ausführung von Segment CMR dieselbe Position verwendet wird. Falls jemand auf einen anderen Monitor umgeschaltet hat, kann sich Segment CMR außerhalb des Bildschirms befinden. In diesem Fall könnten Sie Shift-Ctrl-R drücken, um die GUI-Positionen zurückzusetzen. Dies ist auch im Menü (a) File verfügbar.

3.6.3 Patientendatenbank

Wir empfehlen Ihnen, mit unserem Beispiel einer Patientendatenbank zu beginnen. Laden Sie die Datei **Patientdatabase.zip** von der Homepage von Medviso AB

(<http://medviso.com/download2/>) herunter. Die Datei ist sehr groß (1,4 GB). Entpacken Sie die Datei, und legen Sie die Inhalte in einem Ordner ab. Es wird empfohlen, die Inhalte in einem Unterordner abzulegen, in dem Segment CMR installiert ist. In Segment CMR müssen Sie den Speicherort für die Patientendatenbank einstellen. Klicken Sie auf  und klicken Sie auf **Advanced System and DICOM Settings**. Eine neue Benutzerschnittstelle wird angezeigt. Klicken Sie auf **Database Folder**, und wählen Sie den Ordner aus, wo die Datei **patientdatabase.mat** gespeichert ist. Um die Datenbank zu rekonstruieren, klicken Sie auf das Datenbank-Icon im Datenbankfenster, Abbildung ??.

3.6.4 PACS-Verbindung

Bei der Einstellung der PACS-Verbindung und des Segment-Servers benötigen Sie für gewöhnlich Hilfe von Ihrem lokalen PACS-Support. Wir empfehlen Ihnen, eine Telefon-/webbasierte Videokonferenz einzurichten, damit dieser Prozess so glatt wie möglich abläuft. Das Handbuch für Datenbank- und PACS-Verbindung und das Handbuch für das Sectra PACS Plugin finden Sie auf der Homepage von Medviso AB

3.6. SEGMENT CMR ZUM ERSTEN MAL AUSFÜHREN

(<http://medviso.com/products/cmr/resources/>). Für das Sectra PACS Plugin können zusätzliche Microsoft Visual C++-Komponenten erforderlich sein, die über die Homepage von Medviso AB (<http://medviso.com/download2/>) heruntergeladen werden können.

4 Daten laden und speichern - Schritt für Schritt erklärt

4.1 Daten laden

Um die Patientendaten von der Datenbank zu laden siehe Abschnitt 4.1.1. Um Patientendaten vom PACS zu laden siehe Abschnitt 4.1.2. Um Patientendaten von der Netzwerk-Disk zu laden siehe Abschnitt 4.1.3.

4.1.1 Daten aus Datenbank laden

1. Klicken Sie auf das Tool  (a), siehe Abb. 7.

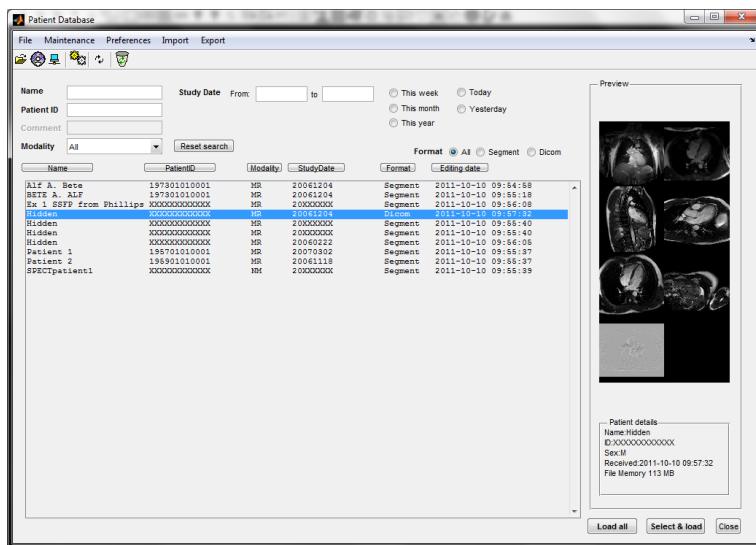


Abbildung 7: Auswahlwerkzeug für Patientengrafiken.

2. Patient auswählen.
3. Patienten können in zwei Formaten gespeichert werden: im DICOM- oder Segment CMR-Format. Für Bilder im DICOM-Format klicken Sie auf **Select & Load**. Siehe Abb. 8. Für Bilder im Format Segment CMR klicken Sie auf **Load all**.

KAPITEL 4. DATEN LADEN UND SPEICHERN - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

4. Auswahl von Bilderserien zum Laden in Abb. 8.



Abbildung 8: Auswahlwerkzeug für Bilderserien.

5. Klicken Sie auf **Load**.

4.1.2 Daten aus PACS laden

1. Auswählen Import from PACS im Menü File, siehe Abb. 9.

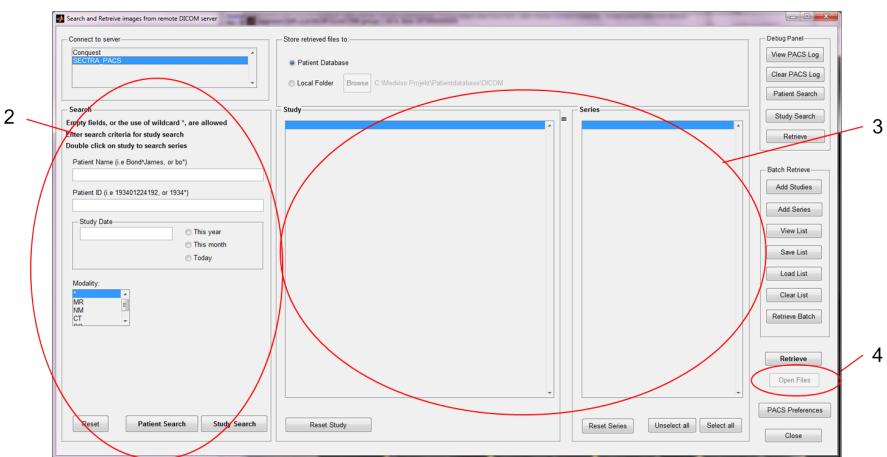


Abbildung 9: Schnittstelle, um Bilderstapel aus PACS zu importieren.

4.2. DATEN SPEICHERN

2. Geben Sie die Patienten- oder Untersuchungsdetails ein, und führen Sie die Suche durch.
3. Zu ladende Untersuchung und Serien auswählen.
4. Die Untersuchung in Segment CMR laden durch Auswahl von **Open files**.

4.1.3 Daten von Netzwerk-Disk laden

1. Auswählen **Open from Disc** im Menü **File**, siehe Abb. 10.

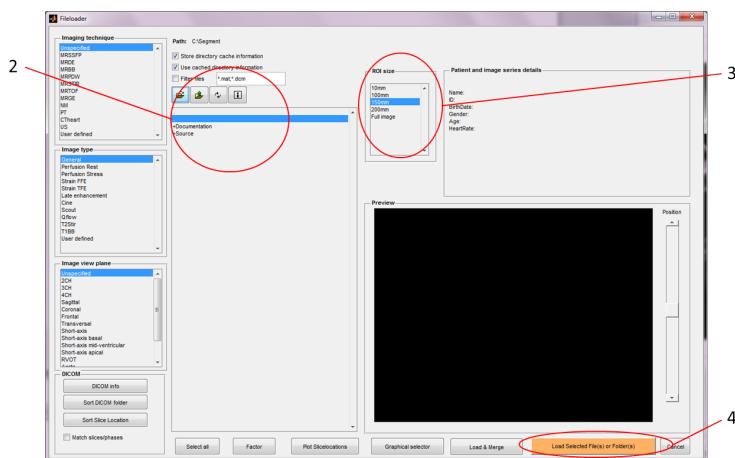


Abbildung 10: Auswahlwerkzeug zum Laden des Bilderstapels.

2. Bilderstapel zum Laden auswählen.
3. Im Fall von DICOM-Dateien wählen Sie die Zuschnittgröße für den Bilderstapel aus, und schneiden Sie das Bild zu.
4. Klicken Sie auf **Load Selected File(s) or Folder(s)**.

4.2 Daten speichern

1. Um die Bilder einschließlich Begrenzung in der Patientendatenbank zu speichern, klicken Sie auf das Werkzeug (b).
2. Um die Bilder einschließlich Begrenzung auf der Festplatte zu speichern, wählen Sie **Save As ...** im Menü **File** (a).

KAPITEL 4. DATEN LADEN UND SPEICHERN - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

3. Um Bilder einschließlich Abgrenzung zu PACS zu speichern, wählen Sie **Save to PACS** im Menü **File** (a).

5 Bildbetrachtungswerkzeuge

5.1 Optionen anzeigen

- Die Option „Panel-Ansicht“ auswählen mithilfe von , , , , , ,  (c).
- Um einen Film des Bilderstapels abzuspielen, verwenden Sie die Werkzeuge , ,  (d).

5.2 Bilderstapel zuschneiden

1. Klicken Sie auf  Modus (h).
2. Auswahl des Werkzeugs  (i).
3. Ein Bild zuschneiden, indem Sie den Bereich im Bilderstapel markieren.

5.3 Zoom

1. Bilderstapel auswählen.
2. Verwenden Sie die Werkzeuge  und  (f) um den Bilderstapel zu verkleinern und zu vergrößern.

5.4 Kontrast einstellen

5.4.1 Manuelle Einstellung

1. Bilderstapel auswählen.
2. Auswahl des Werkzeugs  (i) unter  Modus (h).
3. Zum Einstellen von Kontrast und Helligkeit Maus rechtsklicken und die Maus in den Bilderstapel ziehen (rechts-links für Kontrast und auf-ab für Helligkeit).

5.4.2 Automatische Einstellung

- Die automatische Kontrast- und Helligkeitsanpassung wird in der LV-Segmentierung auf den Intensitätswerten basiert. Wenn keine LV Segmentierung existieren, Standardwerte sind in der Anpassung verwendet.
- Um den Kontrast und die Helligkeit automatisch in den ausgewählten Bildstapeln einzustellen, wählen Sie  (i) unter  Modus (h).

5.5 Abstand messen

1. Klicken Sie auf  Modus (h).
2. Auswahl des Werkzeugs  (i).
3. Einen Abstand messen, indem die Maus im Bilderstapel vom Startpunkt zum Endpunkt gezogen wird.

6 Bildeinstellungen

6.1 Bildbeschreibung manuell einstellen

1. Für den Bilderstapel Rechtsklick auf die Miniaturansicht.
2. Select Image Description im Kontextmenü auswählen.

6.2 Bildbeschreibung nach dem Laden

Die Bildbeschreibung wird während des Ladens automatisch eingestellt, indem die Informationen aus den DICOM-Tags mit den Informationen in der Textdatei `imagedescription.txt` verglichen werden.

1. Die Textdatei befindet sich in dem Ordner, in dem Segment CMR installiert ist.
2. Die Textdatei gemäß dem in der ersten Reihe in der Textdatei definierten Aufbau manuell aktualisieren.

6.3 Patientendetails

Bearbeiten sie die Patientendaten, indem sie  im Modus  auswählen.

7 LV-Segmentierung - Schritt für Schritt erklärt

7.1 Automatische Segmentierung des linken Ventrikels (LV) [1]

1. Start der LV-Analyse durch Auswahl von Modus (h) und wählen Sie (i). Eine neue Schnittstelle wird geöffnet. Siehe Abb. 11.

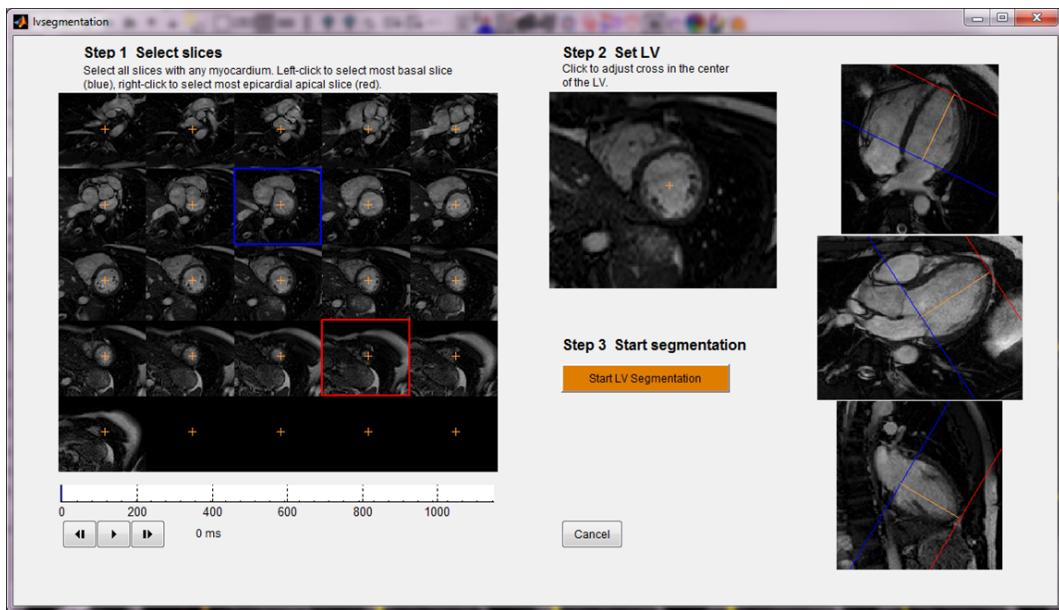


Abbildung 11: GUI LV-Analyse.

2. Die Scheiben, die den linken Ventrikel abdecken, mit Linksklick auswählen, um die basalste Scheibe auszuwählen und mit Rechtsklick die apikalste epikarde Scheibe auswählen.
3. Scheibenauswahl in den Langachsen-Ansichten überprüfen.

KAPITEL 7. LV-SEGMENTIERUNG - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

4. Vergewissern Sie sich, dass das mittlere Kreuz in der Mitte des linken Ventrikels ist.
5. Start der automatischen LV-Segmentierung.
6. Das Segmentierungsergebnis wird im Hauptfenster angezeigt, wo die Volumenkurve überprüft (k) werden kann und die gemessenen LV-Volumen angezeigt werden. Siehe Abb. 12 (j).

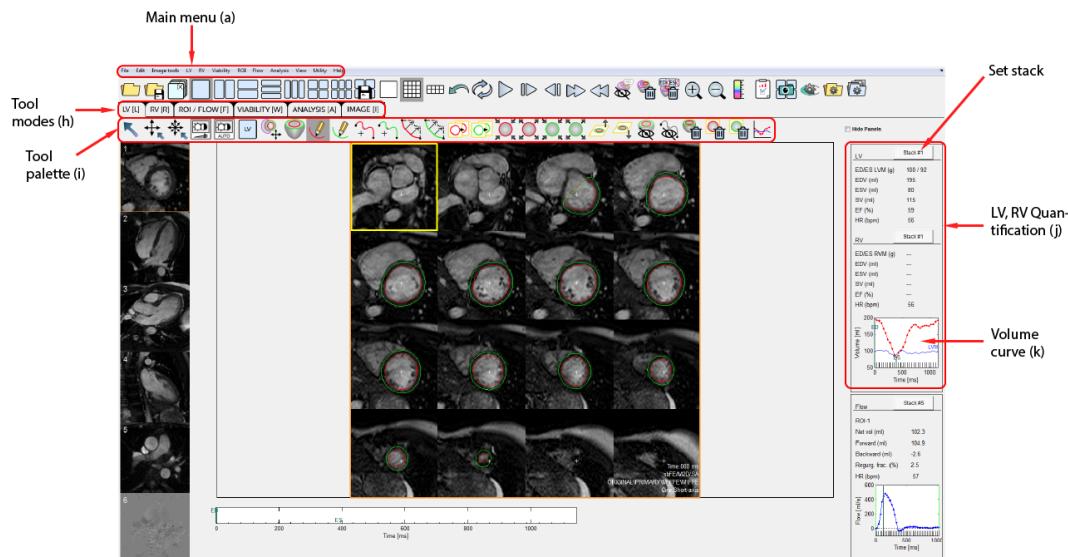


Abbildung 12: Ergebnis der LV-Analyse.

7. Bei Bedarf kann die Korrektur der LV-Segmentierung mit den folgenden Werkzeugen ausgeführt werden: und (i).

7.2 Manuelle LV-Segmentierung

Zur manuellen Abgrenzung des linken Ventrikels können die folgenden Werkzeuge verwendet werden: (i).

7.3. LV-SEGMENTIERUNG LÖSCHEN

7.3 LV-Segmentierung löschen

Um die LV-Segmentierung zu löschen, wählen Sie  (i) aus dem  Modus (h).

7.4 LV-Segmentierung kopieren

Um die LV-Segmentierung in einen anderen Bilderstapel zu kopieren, wählen Sie Import Segmentation From Another Image Stack aus dem LV Menü (a).

7.5 Validierung der LV-Segmentierung

1. J. Tufvesson, E. Hedstrom, K. Steding-Ehrenborg, M. Carlsson, H. Arheden, E. Heiberg, Validation and development of a new automatic algorithm for time resolved segmentation of the left ventricle in magnetic resonance. Biomed Res Int, 2015:970357.

8 RV-Segmentierung - Schritt für Schritt erklärt

8.1 Automatische Segmentierung des rechten Ventrikels (RV) [1]

1. Die Mitte der RV-Anzeige (weißes Kreuz) in der Mitte des RV-Hohlraums platzieren.
2. Die Scheiben auswählen, die den rechten Ventrikel abdecken. Die ausgewählten Scheiben sind gelb markiert. Siehe Abb. 12.
3. Klicken Sie auf  Modus (h).
4. Klicken Sie auf  (i).
5. Auswählen Clear All RV Segmentation Except Enddiastole/Endsystole aus dem RV Menü (a).
6. Die gemessenen RV-Volumen werden angezeigt (j).

8.2 Manuelle RV-Segmentierung

Zur manuellen Abgrenzung oder Korrektur der automatischen Segmentierung können die folgenden Werkzeuge verwendet werden: , , ,  (i).

8.3 RV-Segmentierung löschen

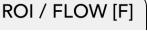
Um die RV-Segmentierung zu löschen, wählen Sie  (i) aus dem  Modus (h).

8.4 Validierung der RV-Segmentierung

1. M. A. Aneq, E. Nylander, T. Ebbers, and J. Engvall, Determination of right ventricular volume and function using multiple axially rotated MRI slices, Clin Physiol Funct Imaging 31(3) pp. 233-9, 2011.

9 ROI-Analyse - Schritt für Schritt erklärt

9.1 Manuelle ROI-Analyse

1. Klicken Sie auf  Modus (h).
2. Um eine ROI zu platzieren, verwenden Sie eines der Werkzeuge  oder  (i).
3. ROI skalieren mithilfe des Werkzeugs  (i).
4. Konvertieren Sie die ROI mithilfe des Werkzeugs  (i).
5. Die ROI(Regions Of Interest)-Segmentierung mit dem Korrekturwerkzeug ändern  (i).
6. Auswahl der ROIs mit Shift-Klick mithilfe des Werkzeugs  (i).
7. Einstellung des Labels der ausgewählten ROIs mithilfe des Werkzeugs  (i).
8. Einstellung der Farbe der ausgewählten ROIs mithilfe des Werkzeugs  (i).
9. Auswählen  (i) aus dem  Modus um die ROI-Analyse durchzuführen. Siehe Abb. 13 (h).

9.2 ROI-Segmentierung löschen

Das ausgewählte löschen ROIs indem du  und alle ROIs auswählst, indem du  im  Modus (h) auswählst.

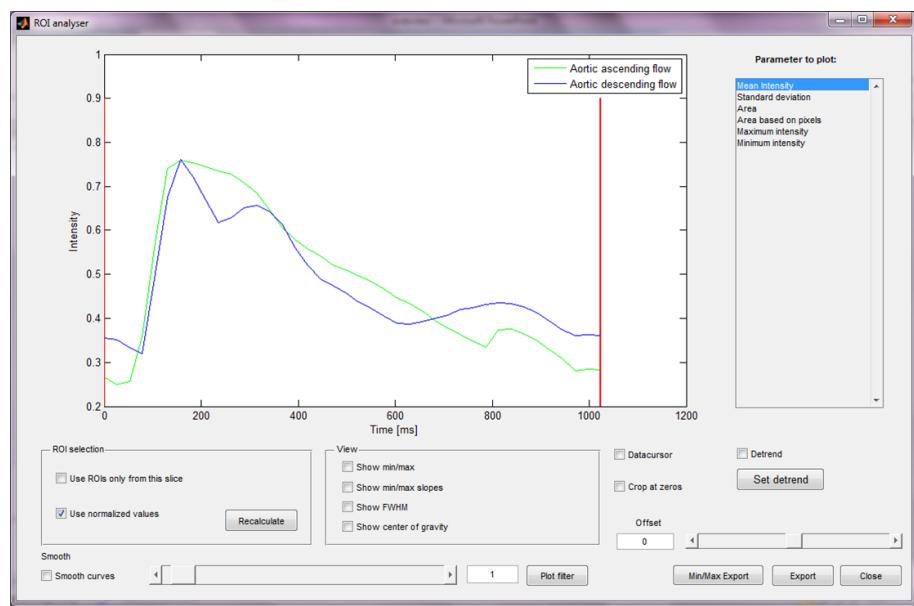


Abbildung 13: GUI ROI-Analyse.

10 Flussanalyse - Schritt für Schritt erklärt

10.1 Automatische Flussanalyse [1]

1. Zur Anzeige des Magnitudenbilds des Phasenkontrast-Bilderpaars siehe Abb. 14.

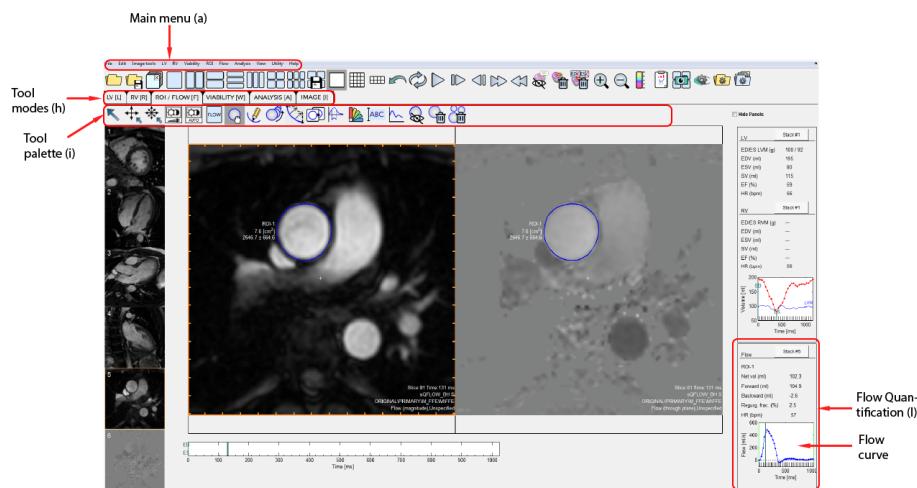


Abbildung 14: Flussbilder-Stapel.

2. Klicken Sie auf **ROI / FLOW [F]** Modus (h).
3. Verwenden Sie das Werkzeug (i), um eine ROI in der Mitte des Gefäßes zu platzieren.
4. ROI skalieren mithilfe des Werkzeugs (i).
5. Konvertieren Sie die ROI mithilfe des Werkzeugs (i).
6. Einstellung des Labels der ROI mithilfe des Werkzeugs (i).
7. Einstellung der Farbe der ROI mithilfe des Werkzeugs (i).

KAPITEL 10. FLUSSANALYSE - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

8. Zum Verfolgen und Segmentieren des Gefäßes klicken Sie auf  (i).
9. Segmentierung überprüfen. Verwenden Sie ggf. ein Korrekturwerkzeug  (i).
10. Klicken Sie auf  (i), um die Flusskurve anzuzeigen. Siehe Abb. 15.
11. Die Durchflusswerte werden auch in der Haupt-Gui gezeigt, entsprechend dem gewählten Wert, dargestellt, wie in der Abbildung. 14 (l).

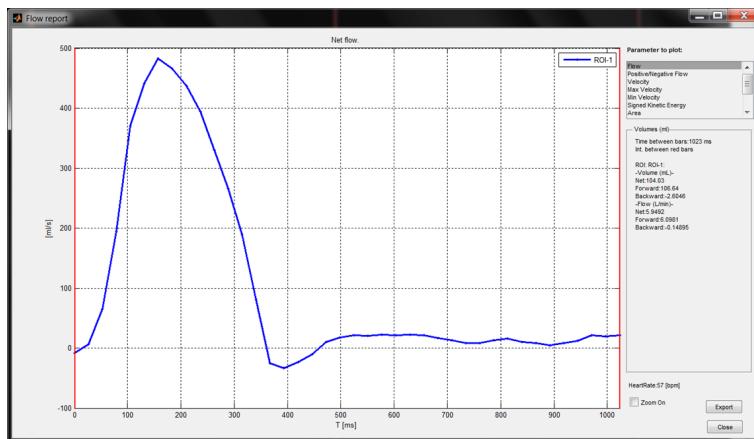


Abbildung 15: GUI-Flussdiagramm.

10.2 Qp/Qs-Analyse [2]

1. Mit der Gefäßsegmentierung von Lunge und Aorta beginnen, wie dies im vorherigen Abschnitt beschrieben ist. Prüfen, ob die Labels korrekt sind (**Pulmonary artery** und **Aortic ascending flow**). Andernfalls Label der ROIs einstellen mit dem Werkzeug  (i).
2. Auswählen **Qp/Qs Analysis** aus dem **Flow** Menü (a).
3. Das Qp/Qs-Verhältnis wird in einer neuen Meldungsbox angezeigt.

10.3 Shunt- und Klappenanalyse [3]

1. Mit der Gefäßsegmentierung von Lunge und Aorta beginnen, wie dies in Abschnitt 10.1 beschrieben ist. Prüfen, ob die Labels korrekt sind (Pulmonary artery und Aortic ascending flow). Andernfalls Label der ROIs einstellen mit dem Werkzeug  (i).
2. Auswählen Shunt and Valve Analysis aus dem Flow Menü (a).
3. Die Refluxfraktionen werden in einer neuen Meldungsbox angezeigt.

10.4 Fluss-Segmentierung löschen

Das aktuelle löschen ROI Indem du  und alle ROIs auswählst, indem du  im  Modus (h) auswählst.

10.5 Wirbelstromkompensation

Der Wirbelstrom-Kompensationsalgorithmus ist ein Verfahren, um die Phasenfehler im Hintergrund in MR-Phasenkontrastbildern zu reduzieren. Es ist wichtig, dass bei der Kompensation von Wirbelstromauswirkungen der Bilderstapel nicht zugeschnitten werden sollte, da der Algorithmus die Phaseninformationen vom gesamten Bilderstapel benötigt.

1. Auswählen Eddy Current Compensation aus dem Flow Menü (a), um die Schnittstelle für die Kompensation von Wirbelstromauswirkungen zu öffnen. Siehe Abb. 16.
2. Die Schwellwerte ggf. so einstellen, dass sie nur statische Geweberegionen enthalten.
3. Kompensationsmethode auswählen.
4. Klicken Sie auf **Calculate**.
5. Klicken Sie auf **Apply** um die Kompensation auf den Bilderstapel anzuwenden.
6. Klicken Sie auf **Done** um die Schnittstelle zu schließen.

KAPITEL 10. FLUSSANALYSE - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

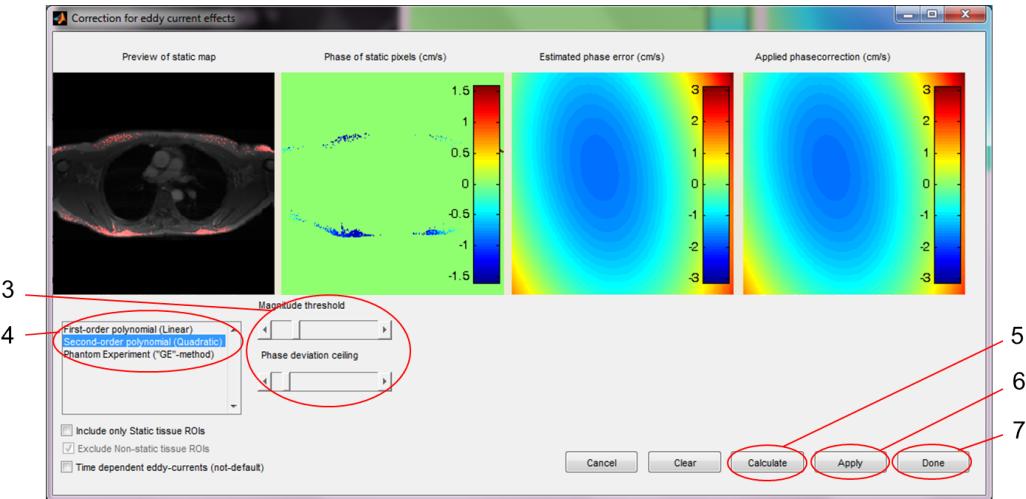


Abbildung 16: GUI-Wirbelstromkompensation.

10.6 Unwrapping Phase

Der Unwrap-Algorithmus ist ein Verfahren, um die wrapped Phasenwerte in den MR-Phasenkontrastbildern zu korrigieren.

1. Auswählen aus dem **ROI / FLOW [F]** Modus (h).
2. Geben Sie den Original-VENC (Geschwindigkeitskodiergradient) für den Datensatz ein.
3. Die Schnittstelle für das Unwrapping der Phase ist dargestellt in Abb. 17.
4. Ein Pixel auswählen (ist durch einen roten Punkt im Bild dargestellt).
5. Klicken Sie auf **Auto-Unwrap All**, um den automatischen Phasen-Unwrapping-Algorithmus auf den gesamten Bilderstapel anzuwenden.
6. Bei Bedarf die Handwerkzeuge verwenden, um die einzelnen Pixel „auszuwickeln“.
7. Klicken Sie auf **Apply and Exit**, um das Unwrapping im Datensatz zu speichern und um zur Haupt-GUI zurückzukehren.

10.7. ANALYSE DER PULSWELLENGESCHWINDIGKEIT (PWV) [4]

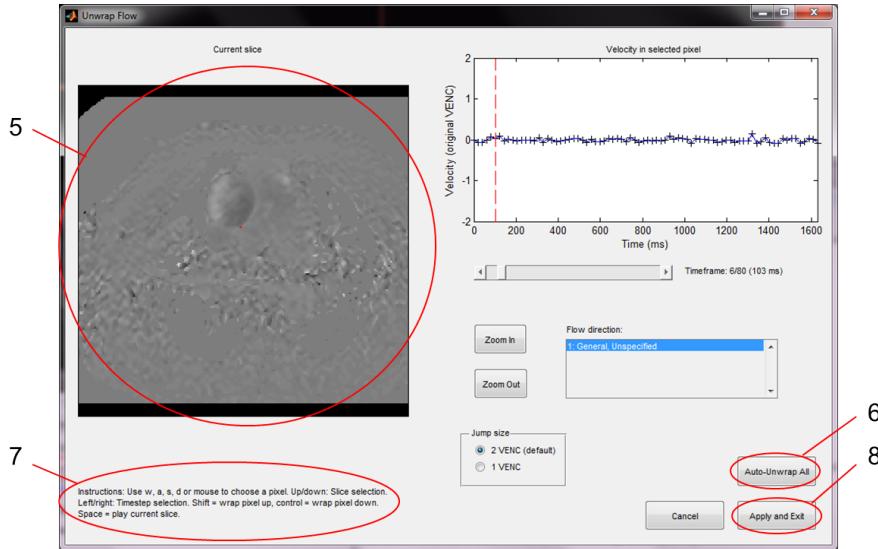


Abbildung 17: GUI Phase unwrappen.

10.7 Analyse der Pulswellengeschwindigkeit (PWV) [4]

1. Mit einer Messung **Aortic Length** und zwei ROIs **Aortic ascending flow** und **Abdominal aorta** beginnen. Dies geschieht mithilfe der Messwerkzeuge, die in Abschnitt 5.5 beschrieben sind und den ROI/Flow-Werkzeugen wie beschrieben in Kapitel 10.
2. Auswählen **Pulse Wave Velocity Analysis** unter **Analysis** (a), um die Analyse der Pulswellengeschwindigkeit zu starten.
3. Links wird die Messung in Gelb angezeigt, und die Schnittpunkte mit den Bildern, die den Fluss enthalten, werden als weiße Linien angezeigt. Rechts wird eine Darstellung der Flusskurven mit ihren jeweiligen berechneten Tangenten angezeigt. Der Sigma-Parameter in der Berechnung kann mit dem Schieberegler eingestellt werden.

10.8 Validierung der Flussanalyse

1. S. Bidhult, M. Carlsson, K. Steding-Ehrenborg, H. Arheden, and E. Heiberg, A new method for vessel segmentation based on a priori input

KAPITEL 10. FLUSSANALYSE - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

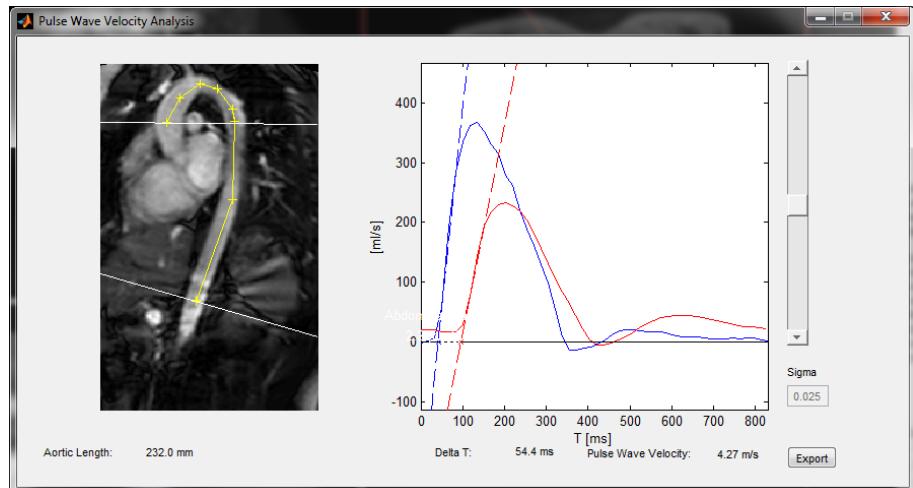


Abbildung 18: GUI für die Analyse der Pulswellengeschwindigkeit.

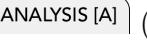
from medical expertise in cine phase-contrast Magnetic Resonance Imaging. In Proceedings of Seventeenth Annual SCMR Scientific Sessions, New Orleans, USA, 2014.

2. P. Munkhammar, M. Carlsson, H. Arheden, and E. Pesonen, Restrictive right ventricular physiology after Tetralogy of Fallot repair is associated with fibrosis of the right ventricular outflow tract visualized on cardiac magnetic resonance imaging, Eur Heart J Cardiovasc Imaging 14(10) pp. 978-85, 2013.
3. G. Barone-Rochette, S. Pierard, S. Seldrum, C. de Meester de Ravenstein, J. Melchior, F. Maes, A. C. Pouleur, D. Vancraeynest, A. Pasquet, J. L. Vanoverschelde, and B. L. Gerber, Aortic Valve Area, Stroke Volume, Left Ventricular Hypertrophy, Remodeling and Fibrosis in Aortic Stenosis Assessed by Cardiac MRI: Comparison Between High and Low Gradient, and Normal and Low Flow Aortic Stenosis, Circ Cardiovasc Imaging, 2013.
4. K. Dorniak, E. Heiberg, M. Hellmann, D. Rawicz-Zegrzda, M. Wesierska, R. Galaska, A. Sabisz, E. Szurowska, M. Didziak and E. Hedstrom, Required temporal resolution for accurate thoracic aortic pulse wave velocity measurement by phase-contrast magnetic resonance imaging

10.8. VALIDIERUNG DER FLUSSANALYSE

and comparison with clinical standards applanation tonometry. BMC Cardiovasc Disord, 16(1):110, 2016.

11 Bullseye-Analyse („Schießscheiben“-Analyse) - Schritt für Schritt erklärt

1. Mit manueller oder automatisierter Segmentierungs des LVs beginnen gemäß Beschreibung in Kapitel 7.
2. Bilderstapel zur Durchführung der Bullseye-Analyse auswählen.
3. Klicken Sie auf das Tool  (i) unter  (h), um die Schnittstelle für die Bullseye-Analyse zu öffnen. Siehe Abb. 19.

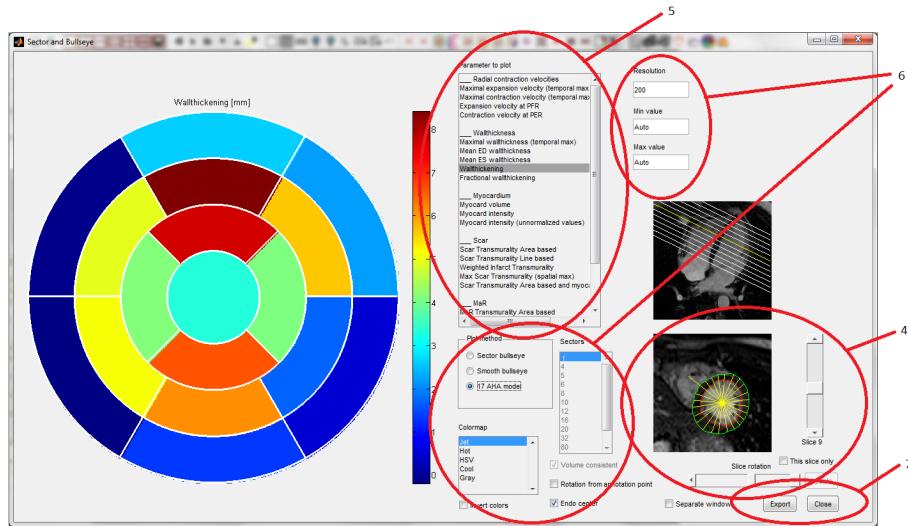


Abbildung 19: Bullseye-Analyse - GUI (Grafische Benutzeroberfläche).

4. Die Scheibendrehung durch Ziehen des Schiebereglers so einstellen, dass sich die gelbe Linie in der Mitte Septum befindet. Klicken Sie auf **Update**. Dieser Schritt ist für eine korrekte Bullseye-Darstellung wichtig.

*KAPITEL 11. BULLSEYE-ANALYSE
„SCHIESSSCHEIBEN“-ANALYSE) - SCHRITT FÜR SCHRITT
ERKLÄRT*

5. Die darzustellenden Parameter auswählen.
6. Ansichtsparameter einstellen.
7. Klicken Sie auf **Export**, um die Daten in die Tabelle zu exportieren.

12 Berichtserstellung - Schritt für Schritt erklärt

1. Nachdem sie die Messungen durchgeführt haben, klicken sie auf  um den Bericht zu sehen.

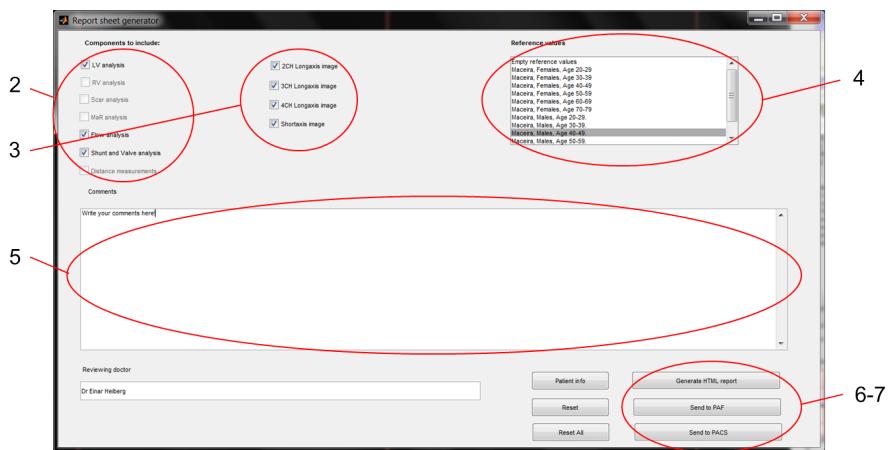


Abbildung 20: Report-Generator.

2. Die gewünschten Sektionen auswählen, die in den Bericht aufzunehmen sind. Sektionen, die ausgegraut sind, sind nicht verfügbar, da Messungen oder Bilder fehlen.
3. Die Bilder auswählen, die in den Bericht aufzunehmen sind.
4. Vergewissern Sie sich, dass Sie die entsprechenden Referenzwerte ausgewählt haben.
5. Halten Sie Ihren Eindruck vom Patienten schriftlich fest.
6. Klicken Sie auf **Generate HTML report**, um einen HTML-Bericht zu erstellen.
7. Klicken Sie auf **Send to PACS**, um den Bericht an PACS zu senden.

*KAPITEL 12. BERICHTSERSTELLUNG - SCHRITT FÜR SCHRITT
ERKLÄRT*

12.1 Im Bericht verwendete Referenzwerte

1. A. M. Maceira, S. K. Prasad, M. Khan, and D. J. Pennell, Normalized Left Ventricular Systolic and Diastolic Function by Steady State Free Precession Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2006;8(3).

13 Relaxometry-Analyse - Schritt für Schritt erklärt

13.1 T2*-Analyse

1. Mit manueller oder automatisierter Segmentierung des LVs in allen Zeitrahmen beginnen gemäß Beschreibung in Kapitel 7.
2. Eine ROI im Bilderstapel platzieren, um die Region für die Anwendung der T2*-Berechnung zu definieren, wie in Kapitel 9 beschrieben.
3. Start des T2*-Moduls durch Auswahl von (i) unter ANALYSIS [A] Menü (h).

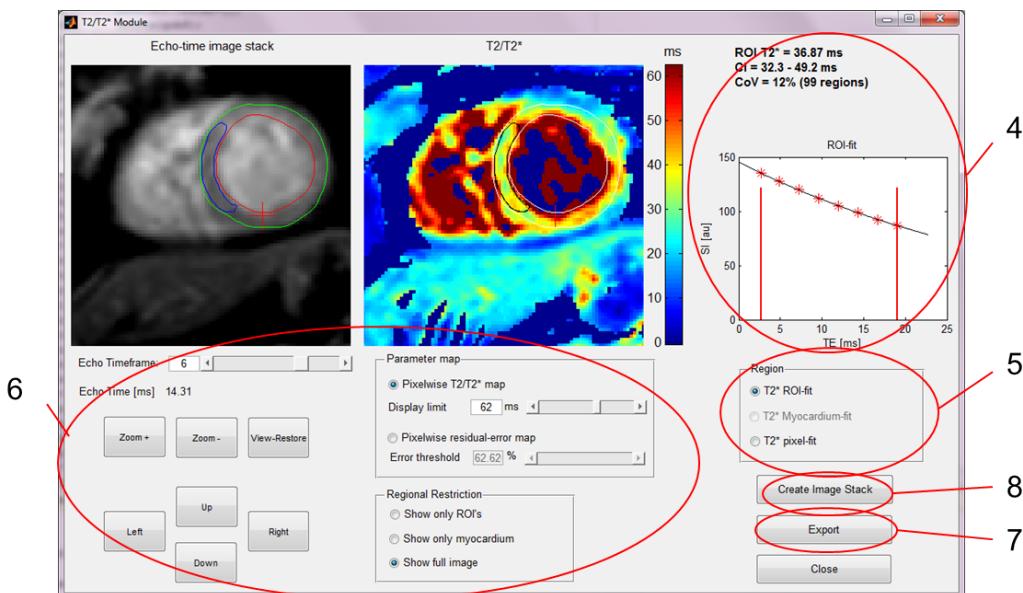


Abbildung 21: GUI T2*-Analyse.

4. Der räumlich begrenzte Mittelwert $T2^*$ wird über der Grafik angezeigt. Die räumlich begrenzten Mittelwerte $T2^*$ wurden angezeigt, um genau mit der Eisenkonzentration [2, 3] zu korrelieren.

KAPITEL 13. RELAXOMETRY-ANALYSE - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

5. Ein pixelweiser Wert wird bereitgestellt, wenn **T2* pixel-fit** ausgewählt und das rote Kreuz in dem erfassten Bild auf der linken Seite oder in der T2*-Map bewegt wird.
6. Die Parameter für die Bildbetrachtung werden mithilfe der Schieberegler und Kontrollkästchen im unteren linken Teil des Panels definiert.
7. Klicken Sie auf **Export**, um das Ergebnis in die Tabelle zu exportieren.
8. Klicken Sie auf **Generate Image Stacks**, um die T2*-Map in die Haupt-GUI von Segment CMR einzufügen.

13.1.1 Validierung der T2*-Analyse

1. S. Bidhult, C. G. Xanthis, L. L. Liljekvist, G. Greil, E. Nagel, A. H. Aletras, E. Heiberg, E. Hedstrom, Validation of a New T2* Algorithm and Its Uncertainty Value for Cardiac and Liver Iron Load Determination from MRI Magnitude Images. *Magn Reson Med*, May 22, 2015.

13.2 T1-Analyse

1. Eine ROI im Bilderstapel platzieren, um die Region für die Anwendung der T1-Berechnung zu definieren, wie in Kapitel 9 beschrieben.
2. Start des T1-Moduls durch Auswahl von  (i) unter **ANALYSIS [A]** Menü (h).
3. Der räumlich begrenzte Mittelwert T1 wird über der Grafik angezeigt.
4. Ein pixelweiser Wert wird bereitgestellt, wenn **T1 pixel-fit** ausgewählt und das rote Kreuz in dem erfassten Bild auf der linken Seite oder in der T1-Map bewegt wird.
5. Die Parameter für die Bildbetrachtung werden mithilfe der Schieberegler und Kontrollkästchen im unteren linken Teil des Panels definiert.
6. Klicken Sie auf **Export**, um das Ergebnis in die Tabelle zu exportieren.
7. Klicken Sie auf **Generate Image Stacks**, um die T1-Map in die Haupt-GUI von Segment CMR einzufügen.

13.3. T2-ANALYSE

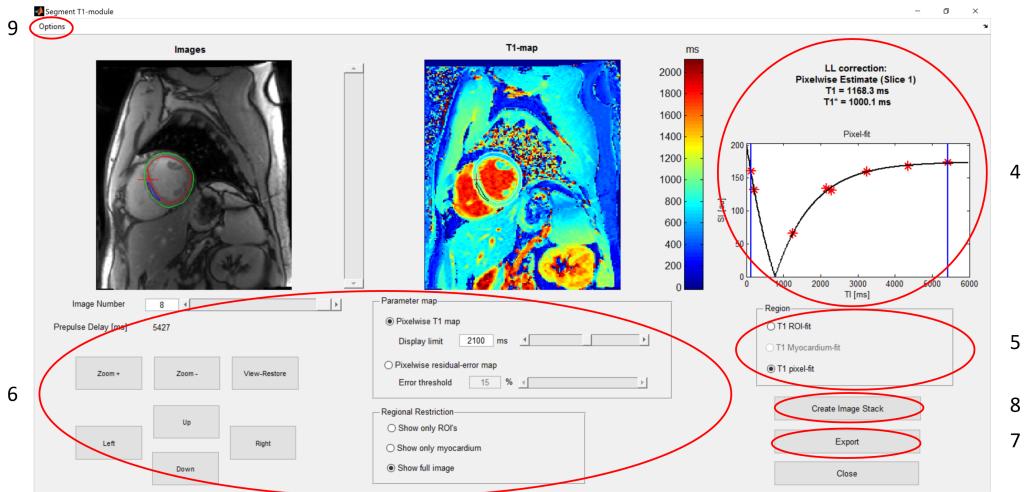


Abbildung 22: GUI T1-Analyse.

8. Klicken Sie auf **[options]**, um die Anzahl der Parameter im T1-Anpassungsmodell zu ändern, den ROI für die Analyse zu ändern und das T1-Histogramm in der aktuell ausgewählten Einschränkung aufzuzeichnen.

13.3 T2-Analyse

1. Eine ROI im Bilderstapel platzieren, um die Region für die Anwendung der T2-Berechnung zu definieren, wie in Kapitel 9 beschrieben.
2. Start des T2-Moduls durch Auswahl von **[T2]** (i) unter **ANALYSIS [A]** Menü (h).
3. Der räumlich begrenzte Mittelwert T2 wird über der Grafik angezeigt.
4. Ein pixelweiser Wert wird bereitgestellt, wenn **T2 pixel-fit** ausgewählt und das rote Kreuz in dem erfassten Bild auf der linken Seite oder in der T2-Map bewegt wird.
5. Die Parameter für die Bildbetrachtung werden mithilfe der Schieberegler und Kontrollkästchen im unteren linken Teil des Panels definiert.
6. Klicken Sie auf **Export**, um das Ergebnis in die Tabelle zu exportieren.

KAPITEL 13. RELAXOMETRY-ANALYSE - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

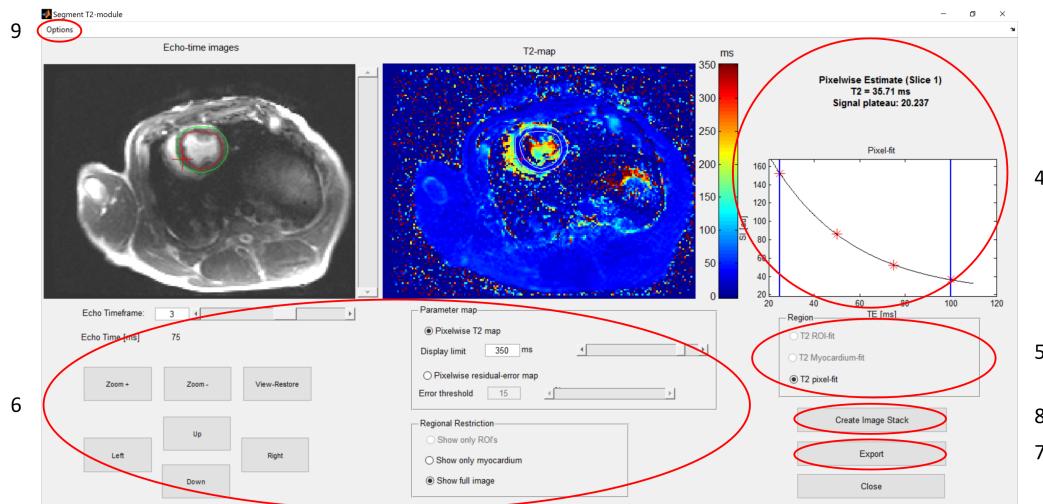


Abbildung 23: GUI T2-Analyse.

7. Klicken Sie auf **Generate Image Stacks**, um die T2-Map in die Haupt-GUI von Segment CMR einzufügen.
8. Klicken Sie auf **options**, um die Anzahl der Parameter im T2-Anpassungsmodell zu ändern, den ROI für die Analyse zu ändern und das T2-Histogramm in der aktuell ausgewählten Einschränkung aufzuzeichnen.

13.3.1 Validierung der T1/T2-Analyse

1. S. Bidhult, G. Kantasis, A. H. Aletras, H. Arheden, E. Heiberg, E. Hedstrom, Validation of T1 and T2 algorithms for quantitative MRI: performance by a vendor-independent software. BMC Medical Imaging, August 8, 2016.

14 Belastungsanalyse - Schritt für Schritt erklärt

14.1 Belastungsanalyse in cine- oder Tagging-Bildern

14.1.1 Automatische Belastungsanalyse im Kurzachsen-Bilderstapel [1-3]

1. **Tagging:** Die automatische Belastungssanalyse startet beim Laden eines Tagged-Bildstapels. Segment CMR identifiziert einen Tagged-Bildstapel anhand des DICOM-Tags „Series Description“. Die zugehörigen „Series Description“ Namen können vom Benutzer angepasst werden.
6. Die Belastungsanalyse manuell starten durch Auswahl von **Tagging Strain Short-axis** unter **Strain** Menü.
Cine: Erste LV Segmentierung durchführen. Die LV-Segmentierung sollte im ersten Zeitrahmen im Cine-Image-Stack, wie im Kapitel erfolgen 7. Start des Belastungsanalyse durch Auswahl von **Feature Tracking Strain Short-axis** unter **Strain** Menü.
2. Die Belastungsanalyse beginnt mit dem Zuschneiden und ggf. mit dem Upsampling des Bilderstapels. Abb. 24.
3. Die automatische Belastungsregistrierung wird anschließend im Hintergrund ausgeführt. Der Fortschritt wird in einer Fortschrittsleiste im unteren Bereich der Hauptschnittstelle von Segment CMR angezeigt. Der Benutzer kann während des Registrierungsprozesses die LV-Segmentierung durchführen. Die LV-Segmentierung sollte in einer der ersten sieben Zeitrahmen im getaggten Bilderstapel oder im potenziellen Cine-Bilderstapel durchgeführt werden. Siehe Kapitel 7. Dieser Zeitrahmen ist der ursprüngliche Zeitrahmen für die Belastungsverfolgung.
4. Stellen Sie sicher, dass der enddiastolische (ED) Zeitpunkt der erste Zeitpunkt (oder zeitnah) ist. Da der erste Zeitpunkt die Bezugsgröße für die Belastungsberechnung ist, wird die Belastung in diesem Zeitpunkt als 0 definiert. Sie können das in Segment CMR korrigieren, indem Sie zum Zeitpunkt, der die Enddiastole abbildet, gehen und dann **Set First**

KAPITEL 14. BELASTUNGSANALYSE - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

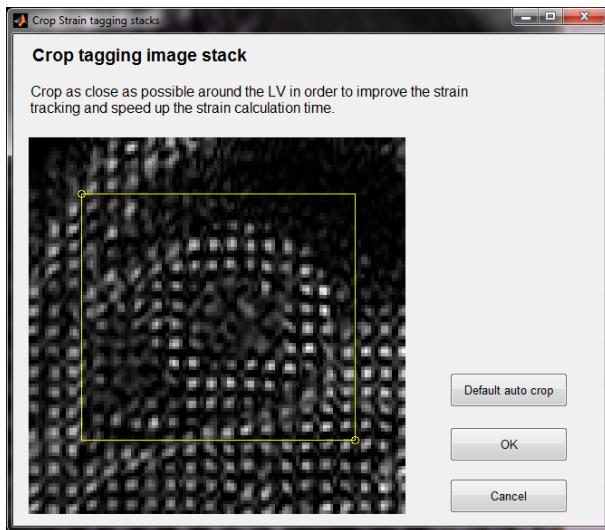


Abbildung 24: Schnittstelle für Zuschnitt Belastungsanalyse.

Timeframe for Selected Slices at Current Timeframe aus dem Menü Edit auswählen.

5. **Tagging:** Start des Belastungsmoduls durch Auswahl von **Tagging Strain Short-axis** unter **Strain** Menü (a). Das Belastungsbenutzeroberfläche ist dargestellt (Abbildung 25).
Cine: Start des Belastungsmoduls durch Auswahl von **Feature Tracking Strain Short-axis** unter **Strain** Menü (a). Das Belastungsbenutzeroberfläche ist dargestellt (Abbildung 25).
6. Definieren Sie die Drehung des linken Ventrikels (LV-Rotation), indem Sie die weiße Linie in der Mitte des Lumens des rechten Ventrikels mit dem Schieberegler einstellen. Drücken Sie anschließend **Analyse**, um die Quantifizierung der myokardialen Belastung auszuführen.
7. Überprüfen Sie den Belastungsverlauf mit den Filmwerkzeugen.
8. Die Belastung im Zeitablauf und die Spitzenbelastung sind in den Abbildungen rechts gemäß den ausgewählten Parametern dargestellt.
9. Die verschiedenen Kurven in den Graphen können durch die Verwendung der Radiobuttons unterhalb der Grafik dargestellt/versteckt werden.

14.1. BELASTUNGSSANALYSE IN CINE- ODER TAGGING-BILDERN

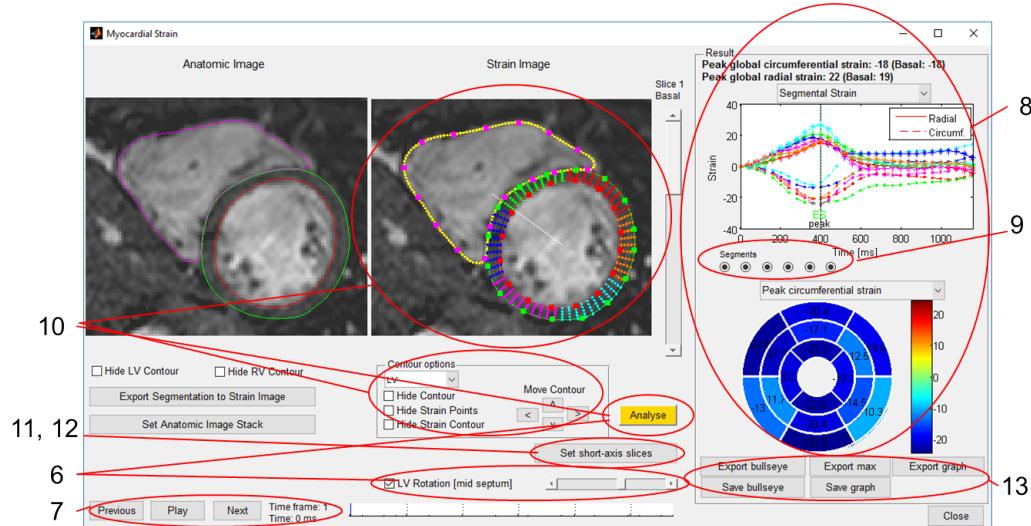


Abbildung 25: GUI Belastungsanalyse.

den.

10. Bei Bedarf kann eine manuelle Korrektur mit Hilfe der **Move Contour** Pfeile oder durch Bewegen der Segmentierung-Interpolationspunkte im Anfangszeitpunkt des Bilderstapel durchgeführt werden. Führen Sie dann erneut die Belastungsquantifizierung durch Auswählen. **Analyse**.
11. Die Kurzachsenscheiben für die Bullseye-Aufteilung manuell ändern durch Auswahl von **Set short-axis slices**.
12. Manuelle Änderung des Anfangszeitpunktes durch Auswahl von **Set initial time frame**.
13. Klicken Sie auf die Export-Schaltflächen, um das Ergebnis in die Tabelle zu exportieren.

KAPITEL 14. BELASTUNGSANALYSE - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

14.1.2 Automatische Belastungsanalyse im Längsachsen-Bilderstapel [1-3]

1. **Tagging:** Die automatische Belastungssanalyse startet beim Laden eines Tagged-Bildstapels. Segment CMR identifiziert einen Tagged-Bildstapel anhand des DICOM-Tags „Series Description“. Die zugehörigen „Series Description“ Namen können vom Benutzer angepasst werden.
Cine: Start des Belastungsanalyse manuell starten durch Auswahl von **Tagging Strain Long-axis** unter **Strain** Menü.
2. Stellen Sie sicher, dass **Image View Plane** korrekt eingestellt ist correctly (in folgender Reihenfolge 2CH, 3CH and 4CH). Ansonsten stellen Sie das gemäß der Sektion ein. 6.
3. Die Belastungsanalyse beginnt mit dem Zuschneiden und ggf. mit dem Upsampling des Bilderstapels. Abb. 26.

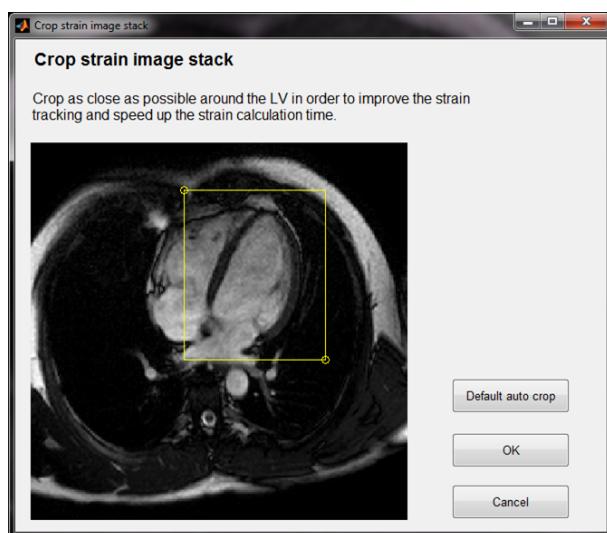


Abbildung 26: Schnittstelle für Zuschnitt Belastungsanalyse.

4. Die automatische Belastungsregistrierung wird anschließend im Hintergrund ausgeführt. Der Fortschritt wird in einer Fortschrittsleiste

14.1. BELASTUNGSANALYSE IN CINE- ODER TAGGING-BILDERN

im unteren Bereich der Hauptschnittstelle von Segment CMR angezeigt. Der Benutzer kann während des Registrationsprozesses die LV-Segmentierung durchführen.

5. Bevor Sie die LV-Segmentierung durchführen, stellen Sie sicher, dass der **Number of points along contour** in  (p) auf 160 gesetzt ist, um eine glatte Segmentierung zu erhalten. Die LV-Segmentierung sollte in einer der ersten sieben Zeitrahmen im getaggten Bilderstapel oder im potenziellen Cine-Bilderstapel durchgeführt werden, mithilfe des Werkzeugs  oder  . Siehe Abb. 27. Dieser Zeitrahmen ist der ursprüngliche Zeitrahmen für die Belastungsverfolgung.

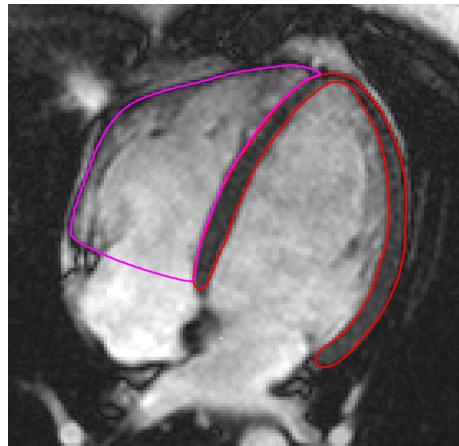


Abbildung 27: LV-Segmentierung im Langachsen-Bildstapel

6. Stellen Sie sicher, dass der enddiastolische (ED) Zeitpunkt der erste Zeitpunkt (oder zeitnah) ist. Da der erste Zeitpunkt die Bezugsgröße für die Belastungsberechnung ist, wird die Belastung in diesem Zeitpunkt als 0 definiert. Sie können das in Segment CMR korrigieren, indem Sie zum Zeitpunkt, der die Enddiastole abbildet, gehen und dann **Set First Timeframe for Selected Slices at Current Timeframe** aus dem Menü **Edit** auswählen.
7. **Tagging:** Start des Belastungsmoduls durch Auswahl von **Tagging Strain Long-axis** unter **Strain** Menü (a). Das Belastungsbenutzeroberfläche ist dargestellt (Abbildung 25).

KAPITEL 14. BELASTUNGSANALYSE - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

Cine: Start des Belastungsmoduls durch Auswahl von Feature Tracking Strain Long-axis unter Strain Menü (a). Das Belastungsbenutzeroberfläche ist dargestellt (Abbildung 25).

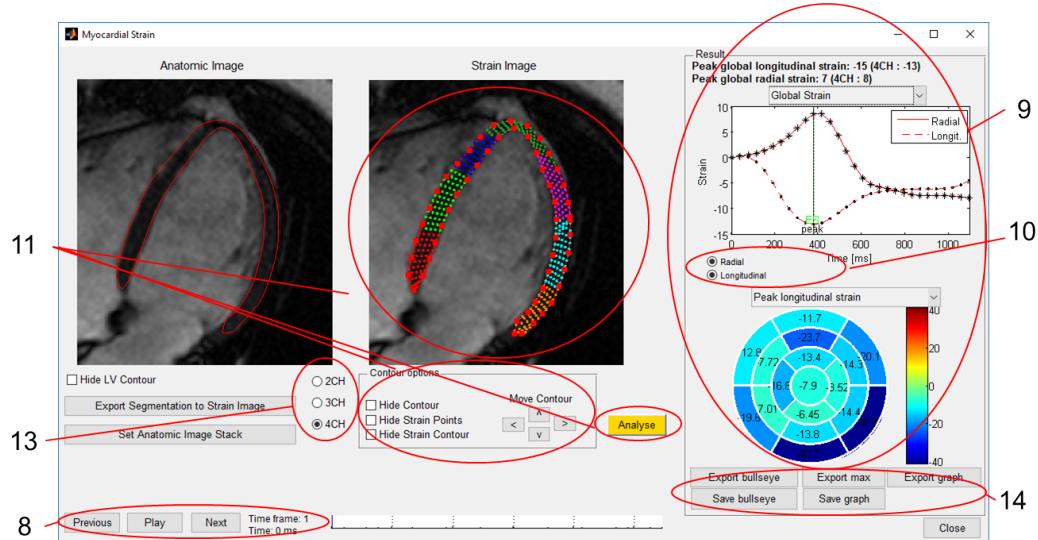


Abbildung 28: GUI Belastungsanalyse.

8. Überprüfen Sie den Belastungsverlauf mit den Filmwerkzeugen.
9. Die Belastung im Zeitablauf und die Spitzenbelastung sind in den Abbildungen rechts gemäß den ausgewählten Parametern dargestellt.
10. Die verschiedenen Kurven in den Graphen können durch die Verwendung der Radiobuttons unterhalb der Grafik dargestellt/versteckt werden.
11. Bei Bedarf kann eine manuelle Korrektur mit Hilfe der Move Contour Pfeile oder durch Bewegen der Segmentierung-Interpolationspunkte im Anfangszeitpunkt des Bilderstapel durchgeführt werden. Führen Sie dann erneut die Belastungsquantifizierung durch Auswählen. **Analyse**.
12. Manuelle Änderung des Anfangszeitpunktes durch Auswahl von **Set initial time frame**.

14.1. BELASTUNGSANALYSE IN CINE- ODER TAGGING-BILDERN

13. Umschalten zwischen den verschiedenen Langachsenansichten mit den Radiobuttons unterhalb der Bilder.
14. Klicken Sie auf die Export-Schaltflächen, um das Ergebnis in die Tabelle zu exportieren.

14.1.3 Belastungsdaten löschen

Tagging: Um die Belastungsdaten zu löschen, wählen Sie Clear Tagging Data unter Strain Menü (a).

Cine: Um die Belastungsdaten zu löschen, wählen Sie Clear Feature Tracking Data unter Strain Menü (a)

14.1.4 Validierung der Belastungsanalyse

1. Medviso White Paper, Strain tagging Validation, 2015. [Available through <http://medviso.com/documents/straintagging.pdf>]
2. Medviso White Paper, Strain Feature tracking Validation, 2016. [Available through <http://medviso.com/documents/strainfeaturetracking.pdf>]
3. P. Morais, A. Marchi, JA. Bogaert, T. Dresselaers, B. Heyde, J. D'hooge and J. Bogaert. Cardiovascular magnetic resonance myocardial feature tracking using a non-rigid, elastic imageregistration algorithm: assessment of variability in a real-life clinical setting. *J Cardiovasc Magn Reson* 2017 Feb;19(1):24.
4. Medviso White Paper, Strain Feature tracking Validation, 2017. [Available through <http://medviso.com/documents/strainmodule.pdf>]
5. Heyde B, Jasaityte R, Barbosa D, Robesyn V, Bouchez S, Wouters P, Maes F, Claus P, D'hooge J. Elastic image registration versus speckle tracking for 2-D myocardial motion estimation: a direct comparison in vivo. *IEEE Trans Med Imaging*. 2013 Feb;32(2):449-459
6. P. Morais, B. Heyde, D. Barbosa, S. Queiros, P. Claus, and J. D'hooge. Cardiac motion and deformation estimation from tagged MRI sequences using a temporal coherent image registration framework. Proceedings of the meeting on Functional Imaging and Modelling of the Heart (FIMH), Lecture Notes in Computer Science, vol. 7945, pages 316-324, London, 2013.

KAPITEL 14. BELASTUNGSANALYSE - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

14.2 Belastungsanalyse in geschwindigkeitskodierten Bildern

14.2.1 Automatische Belastungsanalyse [1]

1. Stellen Sie sicher, dass die Funktion Anzahl der Punkte entlang der Kontur unter  auf 300 (a) gesetzt ist.
2. Beginn mit manueller Segmentierung des LVs in der Enddiastole im Magnituden-Bilderstapel der Langachse mithilfe des Werkzeugs . Die LV-Segmentierung kann auch im Cine-Bilderstapel durchgeführt werden und anschließend mit Import From Cine Stack im Menü Strain From Velocity Encoded Imaging im Menü Strain (a) Strain in den Magnituden-Bilderstapel importiert werden.
3. Das Belastungsmodul starten, indem Strain Tool im Menü Strain From Velocity Encoded Imaging im Menü Strain (a) ausgewählt wird. Die Belastungsschnittstelle wird angezeigt (siehe Abb. 29).

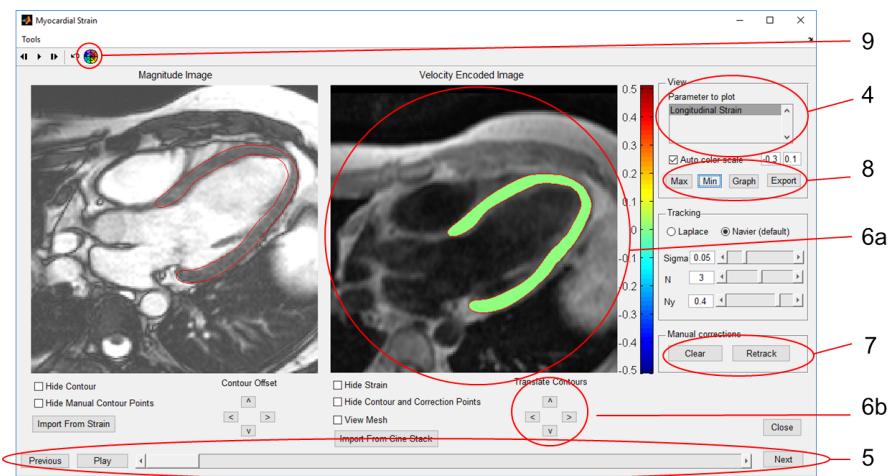


Abbildung 29: GUI Belastungsanalyse.

4. Auswählen Parameter to plot .
5. Überprüfen Sie den Belastungsverlauf mit den Filmwerkzeugen.

14.2. BELASTUNGSSANALYSE IN GESCHWINDIGKEITSKODIERTEN BILDERN

6. Bei Bedarf kann die manuelle Korrektur auf zwei Arten ausgeführt werden:
 - (a) Verwenden Sie den Linksklick der Maus, um einen Konturpunkt zu verschieben und den Rechtsklick der Maus, um einen manuellen Konturpunkt zu löschen.
 - (b) Die Kontur manuell mithilfe der Pfeiltasten an die Schnittstelle übertragen.
7. Verwenden Sie **Retrack**, um die Belastung nach der manuellen Korrektur zu berechnen. Verwenden Sie **Clear**, um alle manuellen Korrekturen zu löschen.
8. Das Werkzeug ermöglicht die Visualisierung der maximalen Belastung, der minimalen Belastung und der Belastung über einen bestimmten Zeitraum und das Exportieren in die Zwischenablage.
9. Klicken Sie auf  für Bullseye-Darstellung der Belastung.

14.2.2 Belastungsdaten löschen

Um die Belastungsdaten zu löschen, wählen Sie **Clear Strain Data** aus dem **Strain From Velocity Encoded Imaging** unter **Strain** Menü (a).

14.2.3 Validierung der Belastungsanalyse

1. E. Heiberg, U. Pahlm-Webb, S. Agarwal, E. Bergvall, H. Fransson, K. Steding-Ehrenborg, M. Carlsson and H. Arheden, Longitudinal strain from velocity encoded cardiovascular magnetic resonance: a validation study. *J Cardiovasc Magn Reson*, 15:15, 2013.

15 Narbenanalyse - Schritt für Schritt erklärt

Die in diesem Kapitel beschriebenen Funktionen sind in den USA nur für Off-Label-Use und für Studienzwecke bestimmt.

15.1 Automatische Narbenanalyse [1]

1. Mit manueller oder automatisierter Segmentierungs des LVs beginnen gemäß Beschreibung in Kapitel 7.
2. Klicken Sie auf **VIABILITY [W]** Modus (h).
3. Klicken Sie auf  (i).

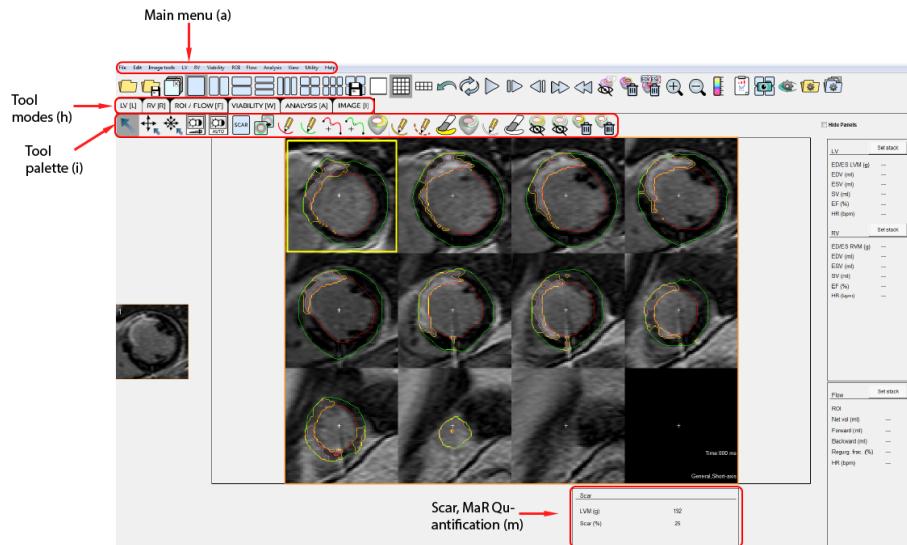


Abbildung 30: Narben-Segmentierung

4. Verwenden Sie ggf. die Werkzeuge  (i), um zur Narbenregion hinzuzufügen, und  (i), um die Narbenregion zu entfernen.

KAPITEL 15. NARBENANALYSE - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

5. Die gelbe Linie kennzeichnet die Narbenregion, und die rosa Linie kennzeichnet eine visuelle Darstellung von der Masse des Infarkts. Dies wäre der entsprechende zu berücksichtigende Bereich, wenn nur Pixel gezählt werden und nicht die automatische gewichtete Annäherung verwendet wird.
6. Die gemessenen Narbenvolumina werden vorgestellt in (m).

15.2 Analyse der Grauzone

1. Start mit manueller oder automatisierter Segmentierung der Narbe gemäß Beschreibung im Abschnitt oben.
2. Auswählen Gray Zone Analysis aus dem Scar Menü (a).

15.3 Narben-Segmentierung löschen

Um die Narben-Segmentierung zu löschen, wählen Sie  aus dem **VIABILITY [W]** Modus (h).

15.4 Validierung der Narbenanalyse

1. E. Heiberg, M. Ugander, H. Engblom, M. Gotberg, G. K. Olivecrona, D. Erlinge, and H. Arheden, Automated quantification of myocardial infarction from MR images by accounting for partial volume effects: animal, phantom, and human study, Radiology 246(2) pp. 581-8, 2008.

16 Myocardium at Risk(MaR)-Analyse - Schritt für Schritt erklärt

Die in diesem Kapitel beschriebenen Funktionen sind in den USA nur für Off-Label-Use und für Studienzwecke bestimmt.

16.1 Automatische MaR(Myocardium at Risk)-Analyse [1]

1. Mit manueller oder automatisierter Segmentierungs des LVs beginnen gemäß Beschreibung in Kapitel 7.
2. Klicken Sie auf **VIABILITY [W]** Modus (h).
3. Klicken Sie auf (i).

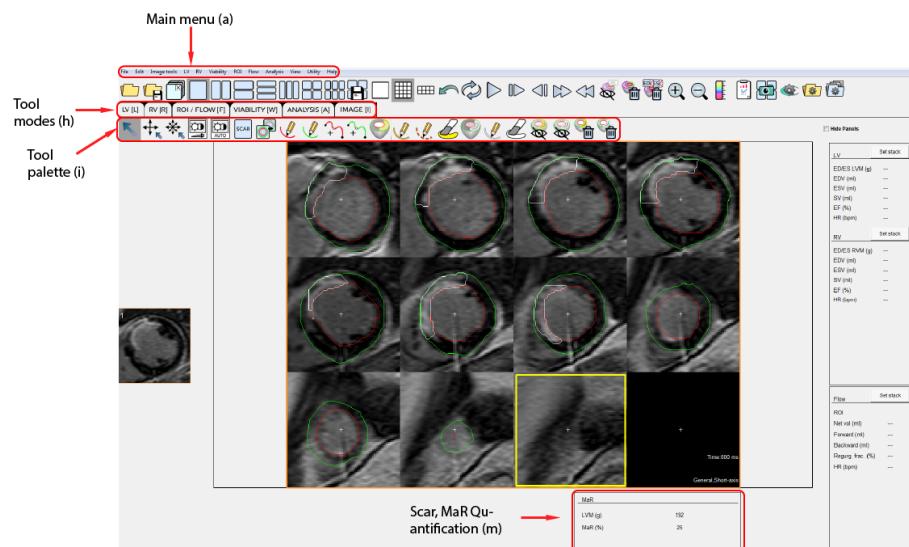


Abbildung 31: MaR-Segmentierung.

KAPITEL 16. MYOCARDIUM AT RISK(MAR)-ANALYSE - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

4. Verwenden Sie die Werkzeuge  (i), um zur MaR-Region hinzuzufügen, und  (i), um ggf. die MaR-Region zu entfernen.
5. Die weiße Linie kennzeichnet die MaR-Region.
6. Die gemessenen MaR-Volumina werden vorgestellt in (m).

16.2 MaR-Segmentierung löschen

Um die MaR-Segmentierung zu löschen, wählen Sie  aus dem VIABILITY [W] Modus (h).

16.3 Validierung der MaR-Analyse

1. J. Sjogren, J. F. Ubachs, H. Engblom, M. Carlsson, H. Arheden, and E. Heiberg, Semi-automatic segmentation of myocardium at risk in T2-weighted cardiovascular magnetic resonance, *J Cardiovasc Magn Reson* 14(1) p 10, 2012.

17 Perfusionssanalyse - Schritt für Schritt erklärt

Die in diesem Kapitel beschriebenen Funktionen sind in den USA nur für Off-Label-Use und für Studienzwecke bestimmt.

17.1 Automatische Perfusionssanalyse [1]

1. Mit einem Stapel Ruhebilder und einem Stapel Belastungsbilder beginnen. Beide Bilderstapel benötigen die LV-Segmentierung in allen Scheiben innerhalb eines Zeitrahmens wie beschrieben in Kapitel 7. Vergewissern Sie sich, dass **Image Type** korrekt eingestellt ist (**Perfusion Rest** und **Perfusion Stress**). Andernfalls Einstellung gemäß Abschnitt 6.
2. Start des Perfusionssmoduls durch Auswahl von  aus dem **ANALYSIS [A]** Modus (h).
3. Start- und Endscheibe für Bewegungskorrektur auswählen.
4. Stellen Sie die LV-Drehung ein, indem Sie die gelbe Linie auf die Mitte des Septums zeigen. Klicken Sie auf **Motion correction & Go**, um die Analyse zu starten. Erstellt bewegungskorrigierte Bilderstapel mit LV-Segmentierung in allen ausgewählten Zeitrahmen.
5. Die darzustellende LV-Region und das Glättungsniveau des Gauß-Filters auswählen, die im Kurvenanpassungsprozess verwendet werden.
6. Wenn sich die Intensität von außerhalb des linken Ventrikels in die LV-Segmentierung verteilt, kann die LV-Kontur für jeden Bilderstapel zusammengezogen werden, indem die inneren und äußeren Werte eingestellt werden [0 100] und auf **Stress** oder **Rest** geklickt wird.
7. Die Bullseye-Darstellung zeigt sektorweise die Quote zwischen dem Anstieg bei maximaler Belastung und in Ruhe, die mit Bezug auf den jeweils maximalen Anstieg der Blutpool-Kurven normalisiert wird. Klicken Sie auf **Export**, um das Ergebnis in die Tabelle zu exportieren.

KAPITEL 17. PERFUSIONSANALYSE - SCHRITT FÜR SCHRITT ERKLÄRT

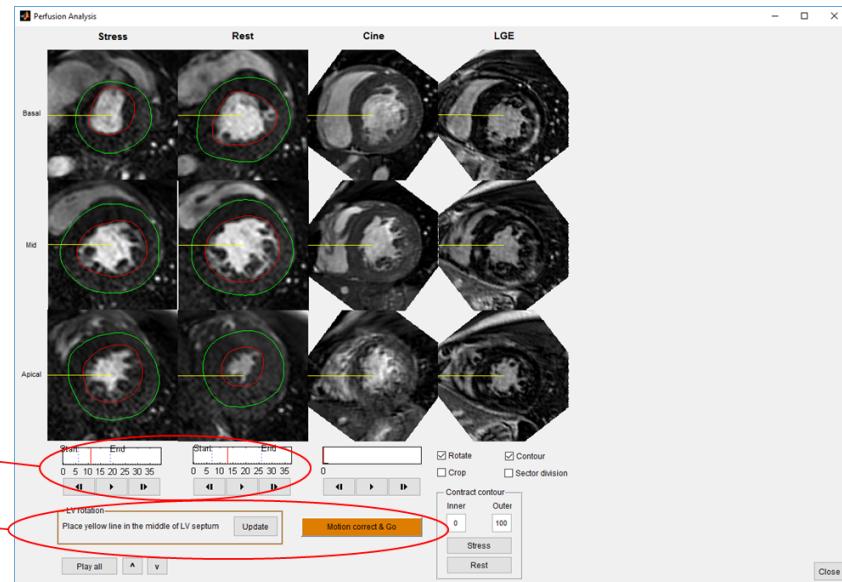


Abbildung 32: GUI-Perfusionsanalyse.

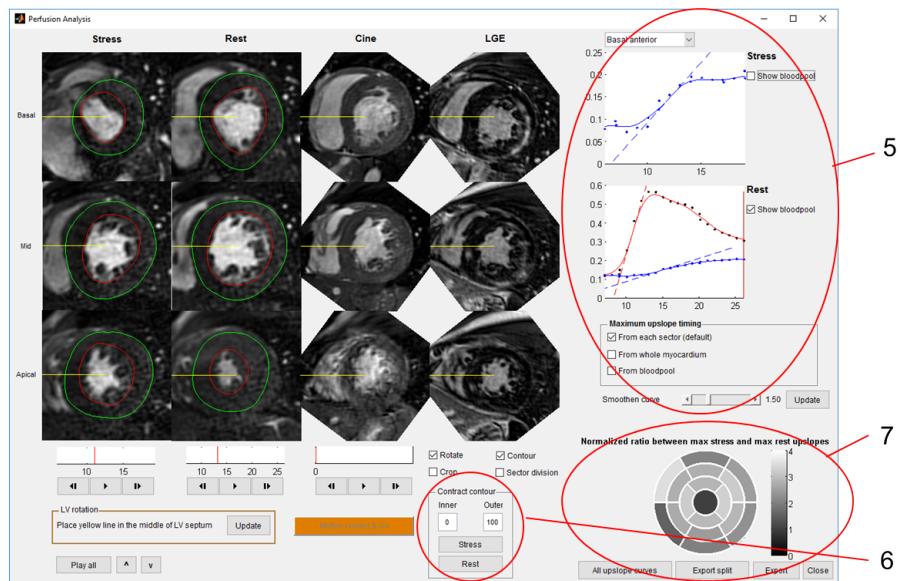


Abbildung 33: Ergebnis der Perfusionsanalyse.

17.2. VALIDIERUNG DER PERFUSIONSANALYSE

17.2 Validierung der Perfusionsanalyse

1. M. Saeed, S. W. Hetts, L. Do, and M. W. Wilson, MRI study on volume effects of coronary emboli on myocardial function, perfusion and viability, Int J Cardiol, 2011.

18 ECV-Analyse - Schritt für Schritt erklärt

Die in diesem Kapitel beschriebenen Funktionen sind in den USA nur für Off-Label-Use und für Studienzwecke bestimmt.

18.1 Automatische Analyse des extrazellulären Volumens (ECV)

1. Mit Bilderstapel Pre-T1-Map und Bilderstapel T1-Map beginnen. Die ECV-Analyse kann für mehrere Bilderstapelpaare oder mehrere Scheiben in derselben Analyse durchgeführt werden. Vergewissern Sie sich, dass `Image Type` korrekt definiert ist (`T1 map Pre` und `T1 map Post`). Andernfalls Einstellung gemäß Abschnitt 6.
2. Segmentierung des LVs innerhalb eines Zeitrahmens sowohl in Prä- als auch in Post-Bilderstapeln durchführen, siehe Beschreibung in Kapitel 7.
3. Eine ROI platzieren, die den Blutpool sowohl in Prä- als auch Post-Bilderstapeln definiert und mit `Blood` kennzeichnen, wie beschrieben in Kapitel 9.
4. Definieren Sie die Regionen für die Quantifizierung des ECVs, indem Sie die ROIs in der Pre T1-Map platzieren.
5. Menü `ECV From Registration` in Menü `ECV` aus dem Menü `Analysis` auswählen. Die Post-T1-Maps sind mit den Pre-T1-Maps ausgerichtet.
6. Das Ergebnis wird in einer neuen Schnittstelle angezeigt. Siehe Abb. 34.
7. Klicken Sie auf `Export`, um das Ergebnis in die Tabelle zu exportieren.
8. Klicken Sie auf `Generate Image Stack`, um die ECV-Map in die Haupt-GUI von Segment CMR einzufügen.

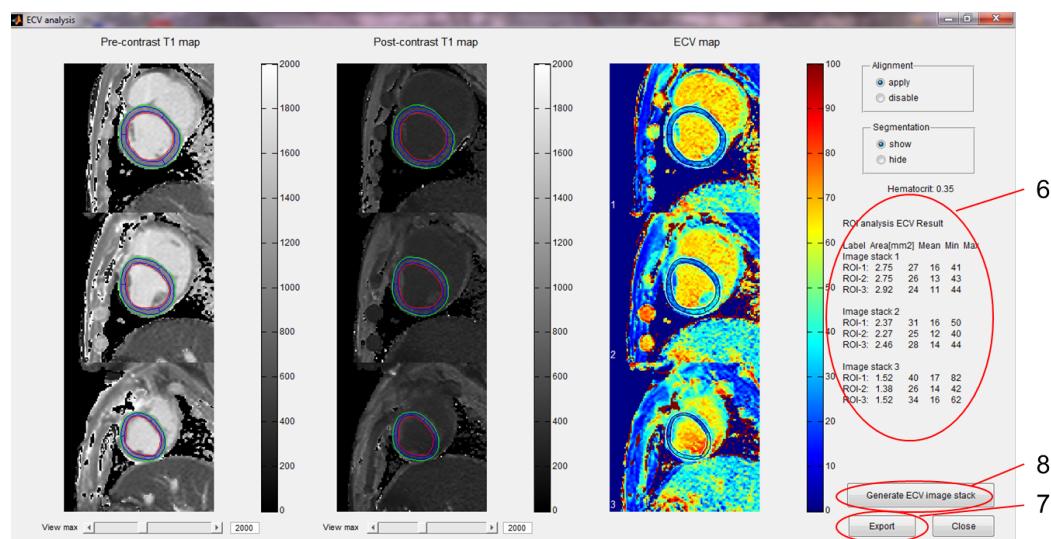


Abbildung 34: Ergebnis der ECV-Analyse.

19 Short Commands / Hot keys

This chapter describes the hot keys that can be used in Segment CMR.

Stack navigation commands

Left arrow	Previous frame or pan left
Right arrow	Next frame or pan right
Up arrow	View next slice in basal direction
Down arrow	View next slice in apical direction
D	Go to end diastole
S	Go to end systole
Shift-D	Go to end diastole all visible image stacks
Shift-S	Go to end systole all visible image stacks
C	Start to play cine thumbnail
P	Start to play movie

Viewing commands

R	Refresh screen
H	Hide/show all contours and markers
V	Shift mode in panel between montage and one slice
Ctrl-A	Selects all slices
Shift-U	Unselect all slices
Shift-A	View all image stacks
Shift-1	View one image panel
Shift-2	View two image panels
Alt-2	View two image panels as rows
Shift-3	View three image panels
Alt-3	View three image panels as rows
Shift-4	View three image panels
Shift-6	View six image panels
Alt-6	View six image panels as rows
Shift-9	View nine image panels
Ctrl-1	One view

KAPITEL 19. SHORT COMMANDS / HOT KEYS

Ctrl-2	M-mode view
Ctrl-3	Montage view
Ctrl-4	Montage row view
Ctrl-5	Montage fit view
Ctrl-plu	Zoom in
Ctrl-minus	Zoom out

Segmentation commands

- LV -

Ctrl-L	Perform fully automatic LV segmentation
Ctrl-M	Segment LV endocardium
Ctrl-Shift-M	Segment LV epicardium
Ctrl-R	Refine LV endocardium
Ctrl-Shift-R	Refine LV epicardium
Ctrl-F	Propagate LV endocardium forward and refine
Ctrl-Shift-F	Propagate LV epicardium forward and refine
Ctrl-U	Copy LV endocardium upwards and refine
Ctrl-Shift-U	Copy LV epicardium upwards and refine
Ctrl-D	Copy LV endocardium downwards and refine
Ctrl-Shift-D	Copy LV epicardium downwards and refine
Ctrl-E	Expand LV Endo
Ctrl-K	Contract LV Endo
Ctrl-Alt-E	Expand LV Epi
Ctrl-Alt-K	Contract LV Epi
Ctrl-V	Exclude papillary muscle from LV endocardium
Shift-Alt-R	Refine LV endocardium for Alternative LV segmentation method

- RV -

Ctrl-Alt-M	Segment RV endocardium
Ctrl-Alt-R	Refine RV endocardium
Ctrl-Alt-F	Propagata RV endocardium forward, do not refine
Ctrl-Alt-U	Copy RV endocardium upwards and refine
Ctrl-Alt-D	Copy RV endocardium downwards and refine

- Flow -

Alt-T	Track tool for Flow ROI
Alt-R	Refine Flow ROI
Alt-F	Propagate Flow ROI forward and refine
Ctrl-T	Plot flow

- General -

0	Smooth current segmentation
Ctrl-Z	Undo segmentation

Analysis commands

Alt-D	Set end diastole at current time frame
Alt-S	Set end systole at current time frame
Ctrl-B	Bullseye plot

Translation commands

Alt-A	Translate contours left (selected slices)
Alt-X	Translate contours right (selected slices)
Alt-W	Translate contours up (selected slices)
Alt-Z	Translate contours down (selected slices)
Shift-Alt-A	Translate contours and image left (selected slices)
Shift-Alt-X	Translate contours and image right (selected slices)
Shift-Alt-W	Translate contours and image up (selected slices)
Shift-Alt-Z	Translate contours and image down (selected slices)

Tool toggling commands

Space	Toggle tool in toolbar menu (depending on tool and mode)
Shift-L	Select LV mode
Shift-R	Select RV mode
Shift-F	Select ROI/Flow mode
Shift-V	Select Scar(Viability) mode
Shift-M	Select MaR mode
Shift-I	Select Misc mode
Shift-N	Select LV Endo pen
Shift-B	Select LV Epi pen
Shift-G	Select LV Endo interp
Shift-H	Select LV Epi interp

File menu commands

Ctrl-N	Load next .mat file
--------	---------------------

KAPITEL 19. SHORT COMMANDS / HOT KEYS

Ctrl-O	Load image stack
Ctrl-P	Open patient data base
Ctrl-O (zero)	Reset GUI Position
Ctrl-S	Save all image stacks
Ctrl-W	Close current image stack
Ctrl-Shift-W	Close all image stacks
Ctrl-Q	Quit program

Mouse commands

Mouse wheel	Scroll through slices
Shift-Mouse wheel	Scroll through time frames
Ctrl-Mouse wheel	Scroll through visible thumbnails
Alt-Mouse wheel	Zoom
Left+Right mouse button	Pan / Windowing (dependent on selected tool)