

Aus dem Institut für Medizinische Informatik  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Konzeption, Implementierung und Anwendung  
zeitharmonischer Elastographie zur Charakterisierung  
viskoelastischer Gewebeeigenschaften**

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor rerum medicinalium (Dr. rer. medic.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

**Selcan Ipek-Ugay**

aus Adana (Türkei)

Datum der Promotion: 10. März 2017



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Zusammenfassung .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Anteilserklärung und eidesstattliche Erklärung .....</b>	<b>6</b>
2.1. Eidesstattliche Versicherung .....	6
2.2. Ausführliche Anteilserklärung an der erfolgten Publikation .....	7
<b>3. Auszug aus der Journal Summary List .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Ausgewählte Publikation .....</b>	<b>9</b>
<b>5. Lebenslauf.....</b>	<b>15</b>
<b>6. Komplette Publikationsliste .....</b>	<b>18</b>
6.1. Publikationsliste.....	18
6.2. Konferenzbeiträge.....	20
<b>7. Danksagung .....</b>	<b>22</b>

## 1. Zusammenfassung

Palpation ist eine anerkannte diagnostische Methode zur qualitativen Erfassung von Elastizitätsveränderungen oberflächennaher Organe. Bildgebende Verfahren besitzen eine zentrale Rolle in der radiologischen Diagnostik. Elastographie ist die Kombination beider Methoden, bei der als Bildaufnahmeverfahren entweder Ultraschall oder die Magnetresonanztomographie eingesetzt werden. Die tastende Hand des Arztes wird durch niederfrequente Vibrationen ersetzt, um quantitative viskoelastische Gewebeparameter auch von tief liegenden oder von Knochen umgebenen Organen zu bestimmen. So findet die Elastographie in der klinischen Routine bereits ihren Einsatz zur nichtinvasiven Diagnose und Graduierung der Leberfibrose, bei deren Progression gesundes Lebergewebe zunehmend durch Narbengewebe ersetzt wird und mit einer kontinuierlichen Verhärtung der Leber einhergeht.

Als Basis zur vorliegenden Arbeit wurde im Rahmen der eigenen Masterthesis eine prototypisch anwendbare Technik zur Berechnung viskoelastischer Gewebekenngrößen auf Basis der zeitharmonischen Ultraschallelastographie (THE) entwickelt. Im Gegensatz zu anderen Ultraschallelastographieverfahren erlaubt die THE Auswertefenster in Weite und Tiefe der B-Mode Bildgebung. Darauf aufbauend wurden in der vorliegenden Arbeit methodische Weiterentwicklungen und eine automatische Visualisierung viskoelastischer Gewebekenngrößen durchgeführt. Damit konnte die Genauigkeit der THE soweit gesteigert werden, dass erstmals die Auswirkungen physiologischer Einflussgrößen auf die Lebersteifigkeit (LS), wie Wasser- und Nahrungsaufnahme, reproduzierbar analysiert werden konnten. Dazu wurde die LS an 10 gesunden Freiwilligen mit der THE pre- und post-prandial sowie vor und unmittelbar nach definierter Wasseraufnahme und zwei Stunden danach untersucht. Zusätzlich wurde bei fünf gesunden Probanden die LS-Zeit-Funktion während kontrollierter Wasseraufnahme über 3 Stunden erfasst. Dazu wurden diese Probanden während der Wasseraufnahme (insgesamt 2 Liter, in 0.25 Liter-Portionen) jeweils 14 Mal untersucht.

Es konnte mit hoher Signifikanz nachgewiesen werden, dass die Lebersteifigkeit postprandial um 10% ( $p = 0.0015$ ) und nach der reinen Wasseraufnahme um 11% ( $p = 0.0024$ ) gestiegen ist, wobei sich diese Werte ohne weitere Nahrungs- und Wasseraufnahme nach 2 Stunden wieder normalisiert haben. Die LS war nach Übernachtsfasten im Vergleich zu Messungen nach zwei Stunden Fastenzeit signifikant niedriger (3%,  $p = 0.04$ ). Die Analyse der LS-Zeitfunktion bei schrittweiser Wasseraufnahme zeigt bereits 15 Minuten nach der erstmaligen Aufnahme von 0.25 Liter Wasser einen signifikanten Anstieg der LS ( $p = 0.0312$ ), der während der gesamten Periode weiterer Wasseraufnahme bestehen bleibt.

Zusammengefasst wurde in dieser Arbeit erstmals gezeigt, dass mit der THE Änderungen der LS aufgrund physiologischer Leberveränderungen unter vaskulärer Beteiligung mit hoher Sensitivität nachgewiesen werden können. Für die klinische Praxis bedeutet dies, dass Nahrungs- und Wasseraufnahme als Störgrößen berücksichtigt werden müssen. Für reproduzierbare und genaue Elastographiestudien zur LS sind daher ein definierter Nahrungs- und Hydrationszustand zu beachten.

## Abstract

Palpation is an established diagnostic method for qualitative detection of changes in the elasticity of near-surface organs. Elastography combines palpation with one of two common medical imaging methods, ultrasound or magnetic resonance imaging. The palpating hand of the physician is replaced by low-frequency vibrations to quantify viscoelastic tissue parameters of organs which are located deeper in the body or shielded by bones. Elastography is already used in clinical routine for non-invasive diagnosis and classification of liver fibrosis, which leads to replace healthy liver tissue with scar tissue and subsequently to stiffening of the liver.

Within the own master thesis a prototypical technique for quantification of viscoelastic tissue parameters based on the time harmonic ultrasonic elastography (THE) was developed. In contrast to other ultrasonic elastography techniques, THE enables liver examinations at the same depth and field of view as ultrasonic B-mode imaging. In the present work further methodical developments and an automatic visualization of viscoelastic tissue parameters were carried out. With the methodical refinement and the implementation of automatic visualization of viscoelastic tissue parameters described in this work, the accuracy of THE could be increased significantly so that the impact of physiological effects on liver stiffness (LS), such as water and food intake, could be analyzed. Therefore, LS of 10 healthy volunteers was measured with THE pre- and post-prandially, before and immediately after defined water intake and again two hours later. Furthermore, the LS-time function during controlled water intake was measured in five healthy volunteers at 14 time points over three hours, where the subjects consumed a total of 2 liters in portions of 0.25 liters.

It could be demonstrated with high significance that liver stiffness increased by 10% ( $p=0.0015$ ) post-prandially and by 11% ( $p=0.00024$ ) after water ingestion, and decreased to normal values after 2 hours. LS was lower after overnight fasting than after a 2h-fasting period (3%,  $p = 0.04$ ). Analysis of the LS-time function shows that LS increased to post-water peak values 15 minutes after drinking 0.25 L water ( $p=0.0312$ ) and remained unaffected by further water ingestion.

In conclusion, this work indicates for the first time that LS measured by THE represents an effective-medium property sensitive to physiological changes in vascular load of the liver. For clinical practice, this means that food and water intake must be considered as confounding factors. As a consequence, establishing defined food and hydration states is recommended for reproducible and exact elastography studies.

## 2. Anteilserklärung und eidesstattliche Erklärung

### 2.1. Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Selcan Ipek-Ugay, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: *„Konzeption, Implementierung und Anwendung zeitharmonischer Elastographie zur Charakterisierung viskoelastischer Gewebeeigenschaften“* selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -[www.icmje.org](http://www.icmje.org)) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Mein Anteil an der ausgewählten Publikation entspricht dem, der in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Betreuer/in, angegeben ist.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

---

Datum

---

Unterschrift

## 2.2. Ausführliche Anteilserklärung an der erfolgten Publikation

Ich, Selcan Ipek-Ugay, hatte folgenden Anteil an der vorgelegten Publikation:

Selcan Ipek-Ugay, Heiko Tzschätzsch, Christian Hudert, Stephan Rodrigo Marticorena Garcia, Thomas Fischer, Jürgen Braun, Christian Althoff, Ingolf Sack. *Time harmonic elastography reveals sensitivity of liver stiffness to water ingestion*, Ultrasound in Medicine and Biology. 2016. Volume 42, Issue 6, Pages 1289–1294.

Beitrag im Einzelnen:

Idee und Konzeption der Arbeit, Literaturrecherche, Planung aller Untersuchungsabläufe, Entwicklung sowie Implementierung und Optimierung der Auswertesoftware, Optimierung des Postprocessing und der Visualisierung, Validierung entwickelter Methoden an Phantomen und Gewebeproben, Probandenrekrutierung, Durchführung der Probandenstudie, vollständige Auswertung und statistische Analyse der erfassten Daten, Erstellung des Manuskripts, Fertigung aller Abbildungen sowie Tabellen, Diskussion und Interpretation der Daten.

Unterschrift, Datum und Stempel des betreuenden Hochschullehrers/der betreuenden Hochschullehrerin

---

Unterschrift des Doktoranden/der Doktorandin

---

### 3. Auszug aus der Journal Summary List

ISI Web of Knowledge

Journal Citation Reports®

WELCOME HELP

2015 JCR Science Edition

Journal Summary List

[Journal Title Changes](#)

Journals from: subject categories ACOUSTICS [VIEW CATEGORY SUMMARY LIST](#)

Sorted by:

Journals 1 - 20 (of 32)

Navigation icons: << < [ 1 | 2 ] > >>

Page 1 of 2

Ranking is based on your journal and sort selections.

Mark	Rank	Abbreviated Journal Title (linked to journal information)	ISSN	JCR Data <sup>ⓘ</sup>						Eigenfactor® Metrics <sup>Ⓣ</sup>	
				Total Cites	Impact Factor	5-Year Impact Factor	Immediacy Index	Articles	Cited Half-life	Eigenfactor® Score	Article Influence® Score
<input type="checkbox"/>	1	<a href="#">ULTRASON SONOCHEM</a>	1350-4177	8992	4.556	4.630	1.380	324	5.0	0.01201	0.767
<input type="checkbox"/>	2	<a href="#">ULTRASCHALL MED</a>	0172-4614	1866	4.434	4.081	1.123	57	4.1	0.00430	0.957
<input type="checkbox"/>	3	<a href="#">ULTRASOUND OBST GYN</a>	0960-7692	9842	4.197	3.675	1.860	186	7.3	0.01749	1.149
<input type="checkbox"/>	4	<a href="#">ULTRASOUND MED BIOL</a>	0301-5629	9032	2.298	2.554	0.544	316	8.2	0.01297	0.701
<input type="checkbox"/>	5	<a href="#">IEEE T ULTRASON FERR</a>	0885-3010	8847	2.287	2.115	0.637	193	8.6	0.01230	0.583
<input type="checkbox"/>	6	<a href="#">ULTRASONIC IMAGING</a>	0161-7346	967	2.111	1.874	0.500	24	>10.0	0.00075	0.568
<input type="checkbox"/>	7	<a href="#">J SOUND VIB</a>	0022-460X	25312	2.107	2.300	0.351	524	>10.0	0.02296	0.713
<input type="checkbox"/>	8	<a href="#">ULTRASONICS</a>	0041-624X	4982	1.954	2.059	0.667	237	9.3	0.00701	0.568
<input type="checkbox"/>	9	<a href="#">IEEE T AUDIO SPEECH</a>	1558-7916	3264	1.877	2.201		0	5.4	0.01105	0.875
<input type="checkbox"/>	10	<a href="#">J VIB CONTROL</a>	1077-5463	2686	1.643	1.743	0.273	253	5.0	0.00544	0.420
<input type="checkbox"/>	11	<a href="#">J ACOUST SOC AM</a>	0001-4966	37918	1.572	1.738	0.243	801	>10.0	0.03384	0.538
<input type="checkbox"/>	12	<a href="#">J ULTRAS MED</a>	0278-4297	5321	1.544	1.803	0.163	258	7.8	0.00889	0.531
<input type="checkbox"/>	13	<a href="#">APPL ACOUST</a>	0003-682X	3167	1.462	1.549	0.433	224	7.0	0.00564	0.476
<input type="checkbox"/>	14	<a href="#">WAVE MOTION</a>	0165-2125	1650	1.449	1.325	0.343	105	10.0	0.00317	0.563
<input type="checkbox"/>	15	<a href="#">IEEE-ACM T AUDIO SPE</a>	2329-9290	247	1.225	1.225	0.147	197	1.4	0.00097	0.361
<input type="checkbox"/>	16	<a href="#">J VIB ACOUST</a>	1048-9002	2546	1.169	1.430	0.209	129	10.0	0.00389	0.449
<input type="checkbox"/>	17	<a href="#">SPEECH COMMUN</a>	0167-6393	2242	1.038	1.470	0.205	88	>10.0	0.00340	0.558
<input type="checkbox"/>	18	<a href="#">ACTA ACUST UNITED AC</a>	1610-1928	2244	0.897	0.926	0.559	111	>10.0	0.00286	0.367
<input type="checkbox"/>	19	<a href="#">SHOCK VIB</a>	1070-9622	848	0.880	0.850	0.099	313	5.0	0.00163	0.211
<input type="checkbox"/>	20	<a href="#">J CLIN ULTRASOUND</a>	0091-2751	1931	0.862	0.888	0.280	93	>10.0	0.00237	0.274



## 4. Ausgewählte Publikation

ARTICLE IN PRESS



Ultrasound in Med. & Biol., Vol. ■, No. ■, pp. 1–6, 2016  
Copyright © 2016 World Federation for Ultrasound in Medicine & Biology  
Printed in the USA. All rights reserved  
0301-5629/\$ - see front matter

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.12.026>

### ● Original Contribution

#### TIME HARMONIC ELASTOGRAPHY REVEALS SENSITIVITY OF LIVER STIFFNESS TO WATER INGESTION

SELCAN IPEK-UGAY,\* HEIKO TZSCHÄTZSCH,\* CHRISTIAN HUDERT,<sup>†</sup>  
STEPHAN RODRIGO MARTICORENA GARCIA,\* THOMAS FISCHER,\* JÜRGEN BRAUN,<sup>‡</sup>  
CHRISTIAN ALTHOFF,\* and INGOLF SACK\*

\*Department of Radiology, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany; <sup>†</sup>Clinic for Pediatric Endocrinology and Diabetology, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany; and <sup>‡</sup>Institute of Medical Informatics, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany

(Received 16 October 2015; revised 15 December 2015; in final form 21 December 2015)

**Abstract**—The aim of the study was to test the sensitivity of liver stiffness (LS) measured by time harmonic elastography in large tissue windows to water uptake and post-prandial effects. Each subject gave written informed consent to participate in this institutional review board-approved prospective study. LS was measured by time harmonic elastography in 10 healthy volunteers pre- and post-prandially, as well as before, directly after and 2 h after drinking water. The LS–time function during water intake was measured in 14 scans over 3 h in five volunteers. LS increased by 10% ( $p = 0.0015$ ) post-prandially and by 11% ( $p = 0.0024$ ) after pure water ingestion, and decreased to normal values after 2 h. LS was lower after overnight fasting than after 2-h fasting (3%,  $p = 0.04$ ). Over the time course, LS increased to post-water peak values 15 min after drinking 0.25 L water and remained unaffected by further ingestion of water. In conclusion, our study indicates that LS measured by time harmonic elastography represents an effective-medium property sensitive to physiologic changes in vascular load of the liver. (E-mail: [ingolf.sack@charite.de](mailto:ingolf.sack@charite.de)) © 2016 World Federation for Ultrasound in Medicine & Biology.

**Key Words:** Liver stiffness, Time harmonic elastography, Water uptake, Prandial effects, Hepatic vasculature, Blood volume.

#### INTRODUCTION

Liver stiffness measurements by elastography have become a viable method to detect non-invasively structural changes in liver tissue resulting from various pathologic conditions such as hepatitis, steatosis and fibrosis (Bota et al. 2013; Fabrellas et al. 2013; Loomba et al. 2014; Martinez et al. 2012; Myers et al. 2012). In particular, the well-established link between LS and fibrosis motivates the clinical use of elastography based on sonography (such as transient elastography [TE] [Sandrin et al. 2003] or acoustic radiation force imaging [ARFI] [Palmeri et al. 2011]) or magnetic resonance elastography (MRE) (Asbach et al. 2010; Huwart et al. 2007; Venkatesh and Ehman 2015).

Despite the success of elastography in hepatologic examinations, there are still limitations concerning the

assessment of mechanical properties in large tissue windows of the liver, as well as the detection of mild degrees of hepatic fibrosis (Tzschätzsch et al. 2014; 2015; Zhao et al. 2014). Furthermore, it remains to be explored which components of liver tissue contribute to the macroscopic response of LS in different dynamic regimes of TE, ARFI or MRE. Research in this area has revealed the influence of the collagen network, fat content, micro-fluid flow and vasculature on the liver's gross mechanical properties (Hirsch et al. 2014; Mazza et al. 2007; Parker 2015; Reiter et al. 2014).

For example, multi-scalar fluid–solid interactions communicate fluid properties such as volume, pressure and viscosity into the effective medium LS parameter as measured by elastography (Parker 2015). For this reason, LS is reduced by decompression of the liver in patients with an increased hepatic venous pressure gradient after receiving an intrahepatic shunt (Guo et al. 2015). Interestingly, sensitivity of LS to the intrahepatic venous pressure gradient was observed by

Address correspondence to: Ingolf Sack, Department of Radiology, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Charitéplatz 1, 10117 Berlin, Germany. E-mail: [ingolf.sack@charite.de](mailto:ingolf.sack@charite.de)

Die Seiten 9 – 14 umfassen den folgenden Originalartikel:

**Ipek-Ugay Selcan**, Tzschätzsch Heiko, Hudert Christian, Marticorena Garcia SR., Fischer Thomas, Braun Jürgen, Althoff Christian, Sack Ingolf. *Time harmonic elastography reveals sensitivity of liver stiffness to water ingestion*. Ultrasound in Medicine and Biology, Juni 2016; Vol.42 (6): 1289 – 1294.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.12.026>

Die Seiten 9 – 14 umfassen den folgenden Originalartikel:

**Ipek-Ugay Selcan**, Tzschätzsch Heiko, Hudert Christian, Marticorena Garcia SR., Fischer Thomas, Braun Jürgen, Althoff Christian, Sack Ingolf. *Time harmonic elastography reveals sensitivity of liver stiffness to water ingestion*. *Ultrasound in Medicine and Biology*, Juni 2016; Vol.42 (6): 1289 – 1294.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.12.026>

Die Seiten 9 – 14 umfassen den folgenden Originalartikel:

**Ipek-Ugay Selcan**, Tzschätzsch Heiko, Hudert Christian, Marticorena Garcia SR., Fischer Thomas, Braun Jürgen, Althoff Christian, Sack Ingolf. *Time harmonic elastography reveals sensitivity of liver stiffness to water ingestion*. *Ultrasound in Medicine and Biology*, Juni 2016; Vol.42 (6): 1289 – 1294.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.12.026>

Die Seiten 9 – 14 umfassen den folgenden Originalartikel:

**Ipek-Ugay Selcan**, Tzschätzsch Heiko, Hudert Christian, Marticorena Garcia SR., Fischer Thomas, Braun Jürgen, Althoff Christian, Sack Ingolf. *Time harmonic elastography reveals sensitivity of liver stiffness to water ingestion*. *Ultrasound in Medicine and Biology*, Juni 2016; Vol.42 (6): 1289 – 1294.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.12.026>

Die Seiten 9 – 14 umfassen den folgenden Originalartikel:

**Ipek-Ugay Selcan**, Tzschätzsch Heiko, Hudert Christian, Marticorena Garcia SR., Fischer Thomas, Braun Jürgen, Althoff Christian, Sack Ingolf. *Time harmonic elastography reveals sensitivity of liver stiffness to water ingestion*. *Ultrasound in Medicine and Biology*, Juni 2016; Vol.42 (6): 1289 – 1294.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.12.026>

## **5. Lebenslauf**

Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten.

Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten.



Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten.

## 6. Komplette Publikationsliste

Seit Beginn meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der AG Elastographie entstanden folgende Arbeiten unter meiner Erst-und Koautorenschaft:

### 6.1. Publikationsliste

#### 1. Physiological reduction of hepatic venous blood flow by Valsalva maneuver decreases liver stiffness.

Ipek-Ugay S, Tzschätzsch H, Fischer T, Braun J, Sack I. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 2016 (in print)

#### 2. Two-dimensional time-harmonic elastography of the human liver and spleen.

Tzschätzsch H., Trong M., Scheuermann T., Ipek-Ugay S., Fischer T. Schultz M., Braun J., Sack I. *Ultrasound in Medicine and Biology*, November 2016.

PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27567061>

#### 3. Time-harmonic elastography of the liver is sensitive to intrahepatic pressure gradient and liver decompression following transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS) implantation.

Althoff C., Tzschätzsch H., Sack I., Marticorena Garcia SR., Ipek-Ugay, S., Braun J., Hamm B. *Ultrasound in Medicine and Biology*, Oktober 2016.

PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27979668>

#### 4. Time harmonic elastography reveals sensitivity of liver stiffness to water ingestion.

Ipek-Ugay S., Tzschätzsch H., Hudert C., Marticorena Garcia SR., Fischer T., Braun J., Althoff C., Sack I. *Ultrasound in Medicine and Biology*, Juni 2016.

PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26971462>

#### 5. Multifrequency time-harmonic elastography for the measurement of the liver viscoelasticity in large tissue windows.

Tzschätzsch H., Ipek-Ugay S., Trong M., Guo J., Eggers J., Gentz E., Fischer T., Schultz M., Braun J., Sack I. *Ultrasound in Medicine and Biology*, Januar 2015.

PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25638319>

**6. Tabletop magnetic resonance elastography for the measurement of viscoelastic parameters of small tissue samples.**

**Ipek-Ugay S.**, Drießle T., Ledwig M., Guo J., Hirsch S., Sack I., Braun J.

*Journal of Magnetic Resonance*, Dezember 2014.

PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25554945>

**7. In vivo time-harmonic multifrequency elastography of the human liver.**

Tzschätzsch H., **Ipek-Ugay S.**, Guo J., Streitberger J., Gentz E., Fischer T., Klaua R., Schultz M., Braun J., Sack I. *Physics in Medicine and Biology*, April 2014.

PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24614751>

## 6.2. Konferenzbeiträge

### 1. International Tissue Elasticity Conference (ITEC) Verona, September 2015:

On the response of liver stiffness to blood perfusion revealed by time harmonic elastography in healthy volunteers and patients with hepatic hypertension.

(Vortrag)

### 2. Treffpunkt Medizintechnik Berlin, August 2015: THEDview – Eine neue

Modalität zur hochpräzisen Bestimmung der Leberelastizität im Ultraschall.

(Vortrag)

### 3. Wissenschaftssymposium Charité-Universitätsmedizin Berlin, Juli 2015.

B-Mode gestützte multifrequente zeitharmonische Leber-Ultraschallelastographie.

(Vortrag)

### 4. Bildverarbeitung für die Medizin (BVM) Lübeck, März 2015: MR-Elastographie

auf dem Schreibtisch: Untersuchung der Viskoelastizität von Gewebeproben mit einem Niederfeld MR-Tomographen. (Poster)

**Buchbeitrag:** Informatik aktuell: Bildverarbeitung für die Medizin 2015; Seite 125-130; Springer Verlag; ISBN: 978-3-662-46224-2.

### 5. Bildverarbeitung für die Medizin (BVM) Lübeck, März 2015: B-Mode gestützte

zeitharmonische Leber-Elastographie zur Diagnose hepatischer Fibrose bei adipösen Patienten. (Vortrag)

**Buchbeitrag:** Informatik aktuell: Bildverarbeitung für die Medizin 2015; Seite 41-46; Springer Verlag; ISBN: 978-3-662-46224-2.

### 6. 59. Jahrestagung der deutschen Gesellschaft für medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) Göttingen, September 2014.

Entwicklung von vollautomatischen Auswertungsalgorithmen für die zeitharmonische multifrequente Leber-Ultraschallelastographie. (Vortrag)

### 7. Wissenschaftssymposium Charité-Universitätsmedizin Berlin, Juli 2014.

MRE auf dem Schreibtisch: Gewebeproben-Elastographie mittels 0,5T-Permanentmagneten. (Vortrag)

**8. International Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM) Mailand, Mai 2014.** Tabletop magnetic resonance elastography for the measurement of viscoelastic properties in soft tissue micro samples. (Poster)

## 7. Danksagung

Besonders bedanke ich mich für die intensive und hervorragende Betreuung meiner Promotion bei meinem Doktorvater, Herrn PD Dr. rer. nat. Jürgen Braun, Gruppenleiter der AG Elastographie und stellvertretender Direktor des Institutes für medizinische Informatik der Charité – Universitätsmedizin Berlin sowie bei Herrn Prof. Dr. rer. nat. Ingolf Sack, Gruppenleiter der AG Elastographie des Institutes für Radiologie der Charité – Universitätsmedizin Berlin. Herzlichen Dank für das Vertrauen in mich, schon seit dem ich als Masterstudentin in der Arbeitsgruppe forschen durfte.

Bei Herrn Prof. Dr. rer. nat. Thomas Tolxdorff, Direktor des Institutes für medizinische Informatik der Charité – Universitätsmedizin Berlin möchte ich mich herzlich dafür bedanken, dass er mir die Arbeit in der AG Elastographie angeboten und mich seither immer unterstützt hat.

Meinen Arbeitskollegen danke ich für die freundliche und sehr gute Zusammenarbeit. Danke, dass ihr mich nicht nur in unterschiedlichen Phasen dieser Arbeit moralisch unterstützt habt, sondern auch jedes Mal als freiwillige Probanden 'gerne' auf das Essen und Trinken verzichtet habt.

Zudem bedanke ich mich bei meinen Eltern und meinen Geschwistern, welche mich während des Studiums und der Promotion hinweg unterstützt, gefördert und ermutigt haben.

Besonderer Dank gilt meinem Mann *Ilker* und meinem kleinen Engel *Melek* für die unendliche Liebe, welche der größte Ausgleich in den stressigsten Phasen dieser Arbeit waren und mir jedes Mal die Kraft gegeben haben, weiter zu machen.