

Kommunikationsstörungen - Berichte aus Phoniatrie und  
Pädaudiologie

Band 22

**Björn Hüttner**

**Biomechanical Analysis Methods  
for Substitute Voice Production**

D 29 (Diss. Universität Erlangen-Nürnberg)

Shaker Verlag  
Aachen 2013

**Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek**

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Zugl.: Erlangen-Nürnberg, Univ., Diss., 2013

Copyright Shaker Verlag 2013

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2293-3

ISSN 1436-1175

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen

Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • e-mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

Eine gesunde Stimme entsteht im Kehlkopf durch Schwingungen der Stimmlippen. Im Rahmen der onkologischen Therapie von Kehlkopfkrebs kann es - je nach Lage und Schweregrad des Tumors - zu einer vollständigen Entfernung des Kehlkopfes kommen. Dabei werden auch die beiden Stimmlippen entfernt, was den Verlust der Stimme zur Folge hat. Zur Stimmrehabilitation können die Schwingungen des Narben- und Schleimhautgewebes im Übergang von Rachen und Speiseröhre (PE-Segment) zur Ersatzstimmgebung genutzt werden. Die Qualität der Ersatzstimme hängt von den Schwingungen des Tongenerators ab, welche maßgeblich durch die biomechanischen Eigenschaften des Gewebes bestimmt sind. Um den vollständigen dynamischen Umfang der Ersatzstimmgebung zu untersuchen, werden die Schwingungen im PE-Segment während einer nichtstationären Phonation mittels digitaler Hochgeschwindigkeitsendoskopie in Echtzeit erfasst und die Dynamik extrahiert.

In der vorliegenden Arbeit werden zwei Methoden zur Analyse der biomechanischen Eigenschaften des Gewebes im PE-Segment erarbeitet.

Ein numerisches Mehr-Massen-Modell mit zeitabhängigen Modellparametern wird entwickelt, welches die nichtstationären Schwingungen des PE-Segments simuliert. Die Anpassung des Modells an die PE-Dynamik geschieht blockweise durch eine automatische Optimierungsprozedur. Die ermittelten zeitlichen Verläufe der Modellparameter beschreiben die biomechanischen Abläufe im PE-Segment. Die verwendete Zielfunktion ist nicht-konvex, weshalb auf eine Kombination aus einem globalen und einem lokalen Optimierungsalgorithmus zurückgegriffen wird. Das zeitabhängige Modell und die zugehörige Optimierung werden mit zeitabhängigen synthetischen Datensätzen validiert und anschließend auf klinische Daten angewendet. Darüber hinaus wird ein vorläufiger Ansatz zur modellbasierten Bewertung der Schwingungen im PE-Segment erarbeitet und Zusammenhänge zur Qualität der Ersatzstimme aufgezeigt.

Es wird ein Versuchsaufbau für statische Zugversuche an Stimmlippen entwickelt. Werte für die Gewebesteifigkeit werden ermittelt, welche die Tonerzeugung begünstigen. Mit diesem Wissen kann durch zielgerichtete Veränderung der Gewebeeigenschaften im PE-Segment die Qualität der Ersatzstimme positiv beeinflusst werden. Statische Zugkräfte werden an definierten Punkten entlang der Stimmlippenkante eingeleitet und die lokale Steifigkeitsverteilung wird bestimmt. Der Kraftansatz im Muskel oder der Mukosa erlaubt die Vermessung verschiedener Gewebeschichten. Die Deformationsanalyse basiert auf optischer Stereo-Triangulation von aufgenähten Positionsmarkern. Die Funktionalität wird an Schweinestimmklappen demonstriert.