



Abbildung 1:
Das Forschungsteam bei der Arbeit.
Figure 1:
The project team at work.

© Lünghammer – TU Graz

Internationalisation

> INFORMATION,
COMMUNICATION &
COMPUTING

Gegen den Verlust der eigenen Stimme

Recovering speech

Der Kehlkopf ist ein komplexes Organ, dessen Entfernung zum Verlust der Stimme führt. Technische Hilfsmittel zur Stimmrehabilitation gibt es – meist sind sie aber veraltet und orientieren sich an der männlichen Stimmlage. Das Resultat ist oft zu leise und klingt unnatürlich. Am Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation an der TU Graz forscht man nach Alternativen.

Die Diagnose ist für die Betroffenen erschütternd: Ein Verlust des Kehlkopfes, etwa durch Krebs, verändert den Alltag eines Menschen grundlegend. Der Kehlkopf enthält nicht nur die Stimmbänder, sondern bildet auch eine Art Weiche zwischen Speiseröhre und Luftröhre, die beim Schlucken die Luftröhre verschließt. Ist diese scheinbar selbstverständliche Funktion nicht mehr gegeben, muss eine künstliche Atemöffnung am Hals geschaffen werden, das sogenannte „Tracheostoma“. Der Rachen ist dann nicht mehr mit der Luftröhre verbunden, sondern führt direkt zur Speiseröhre. Der Verlust der Stimmbänder ist dabei gleichbedeutend mit dem Verlust der Sprache: Von der betroffenen Person gesprochene Worte sind nicht mehr hörbar. Im deutschsprachigen Raum gibt es derzeit etwa 25.000 Menschen ohne Kehlkopf – jährlich werden in Deutschland rund 3.000 entsprechende Operationen durchgeführt.

HumanEVoice

Technische Hilfsmittel können die Fähigkeit zu sprechen wiedergeben. Elektronische Sprechhilfen und die damit erzeugte Sprache sind eines der Forschungsgebiete am Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation der TU Graz. Im Projekt „Huma-

The larynx is a thoroughly complex organ, and removing it involves the loss of speech. While artificial voice generators do already exist, most of them are out-dated. In addition, their voice output is usually modelled on male voices. As a result, they are often too quiet and sound unnatural. The Institute of Signal Processing and Speech Communication at Graz University of Technology is busy researching to develop alternatives.

The diagnosis comes as a deep shock for the person. A loss of the larynx, for instance due to cancer, changes a person's everyday life quite fundamentally. The larynx contains not only all the vocal chords, it also acts as a switch point between the oesophagus and the trachea, or windpipe – every time we swallow, it closes the passage to the trachea. While we normally take this function for granted, it does not work any more if you need a “tracheostoma” – an artificial breathing hole into the trachea through the throat – because in this case the pharynx, instead of being connected to the trachea, goes directly into the oesophagus. This is why the loss of the vocal chords automatically means that you lose your speech. You cannot hear words spoken by the person any more. In the German-speaking area, about 25,000 persons have lost their larynx – approximately 3,000 laryngectomies are performed every year in Germany.

HumanEVoice

Technical devices can enable patients to recover their ability to speak. Electronic speaking aids and the speech they generate are among the research interests of the Institute of Signal Processing and Speech Communication at Graz

nEVoice“, an dem vonseiten der TU Graz Anna Katharina Fuchs und Martin Hagmüller maßgeblich beteiligt sind, wird versucht, den Menschen eine persönlicher gefärbte Stimme zu geben.

„Es gibt drei Methoden, wie Menschen ohne Kehlkopf sprechen können“, erklärt Martin Hagmüller. „Eine Technik ist, Luft zu schlucken und kontrolliert wieder nach oben zu rülpfen.“ Was skurril klingt, ist tatsächlich eine Möglichkeit, die Stimmbänder zu ersetzen, und muss bei der Operation vorbereitet werden. „Das ist jedoch schwierig zu lernen“ so Hagmüller. „Eine andere Variante ist ein Ventil zwischen Luftröhre und Speiseröhre.“ Wird das Tracheostoma mit einem Finger geschlossen, lässt das Ventil Luft in den Mundraum strömen und macht Sprechen möglich. „Das ist derzeit die Standardlösung“, sagt Hagmüller. „Diese Variante ist teuer, das Ventil ist anfällig und muss alle zwei Monate gewechselt werden. Eine dritte Möglichkeit ist, die Funktion der Stimmbänder durch Schwingungen von außen zu imitieren“ – mit einer elektronischen Sprechhilfe.

Elektronische Sprechhilfen

Dabei handelt es sich im Prinzip um ein kleines, vibrierendes Gerät, das an den Hals gehalten wird und die Mundbewegungen beim Sprechen hörbar macht. Die Technologie gibt es seit den Sechzigern, sie ist im Wesentlichen seit damals unverändert. International wird derzeit in einer Handvoll Forschungsgruppen an Verbesserungen geforscht, etwa in Japan in der Stadt Nara bei Osaka, wo Anna Katharina Fuchs während ihrer Dissertation einen Gastaufenthalt absolvierte. Ein Problem der derzeit üblichen Geräte ist, dass sie nur eine bestimmte Frequenz erzeugen. Das Sprechen klingt monoton und unnatürlich. In Nara versucht man, mittels veränderlicher Frequenz eine natürliche Sprachmelodie zu erzeugen. „Der Aufenthalt in Japan war sehr fruchtbar“, sagt Fuchs, die in Nara an einem Algorithmus zur automatischen Variation der Stimmfrequenz geforscht hat. „Allerdings wird dort nur an diesem einen Bereich geforscht, es gibt kein Gesamtpaket.“ Das gilt auch für alle anderen internationalen Forschungsbemühungen.

Ein solches Gesamtpaket ist das Ziel von Fuchs und Hagmüller. Sie kombinieren dafür neue Zugänge aus unterschiedlichen Bereichen, von speziellen Wellenformen, die das Halsgewebe >

University of Technology. The “HumanEVoice” project, in which Anna Katharina Fuchs and Martin Hagmüller are involved in a leading role at Graz University of Technology, strives to find ways of producing speech with a more personal touch.



© Lünghammer – TU Graz

“There are three ways how a person without a larynx can recover speech,” explains Martin Hagmüller. “The first is to swallow air and then execute carefully controlled burps.” Although this may sound scurrilous, it truly is one of the possibilities of replacing the vocal chords. However, the relevant preparations must be made already at the time when the surgery is performed. “It is difficult to learn this technique,” says Hagmüller. “Another variant is to introduce a valve between the trachea and the oesophagus.” If you cover the tracheostoma with a finger, the valve lets air flow into the mouth, thus facilitating speech. At present this is the standard solution. But this variant is also expensive: the valve is error-prone and has to be changed every two months. The third possibility is to imitate the function of the vocal chords through external vibrations – using an electronic “voice box”.

Electronic speech aids

Basically this is a small vibrating device that is held against the throat. Its function is to make the movements of the mouth audible when you speak. Although this technology has been around since the 1960s, it has remained largely unchanged since then. A handful of research groups are researching improvements at various international universities, for example in Japan in Nara near Osaka where >

Abbildung 2:
Im Projekt HumanEVoice soll kehlkopflosen Personen eine menschlichere Stimme gegeben werden.

Figure 2:
The HumanEVoice projects aims at providing a more natural voice for people who have lost their vocal cords.



© Lünghammer – TU Graz

Abbildung 3:
Mit dem MYO-Armband kann die elektronische Sprechhilfe gesteuert werden.

Figure 3:
The MYO bracelet allows the electronic speech aid to be controlled.

besser durchdringen, über unterschiedliche Methoden, die Tonhöhe zu modulieren, bis hin zu Miniaturisierung und neuen Trageformen, um ein Gerät zu entwickeln, das alle Vorteile vereint.

Überraschende Kritik

„Das Wichtigste ist der direkte Kontakt zur Nutzerin bzw. zum Nutzer“, sagt Fuchs. Dabei gab es durchaus Überraschungen. „Die häufigste Kritik an bestehenden Systemen war, dass diese zu leise sind. In der Nähe von Störgeräuschen, etwa wenn mehrere Leute sprechen, sind diese fast nicht mehr hörbar.“ Ein weiteres Problem ist, dass die gängigen Geräte in der Hand gehalten werden. „Oft ist es im Alltag aber nötig, beide Hände frei zu haben. Etwa beim Essen oder Autofahren.“ Außerdem sollten die Geräte unauffälliger sein, die Nutzerinnen und Nutzer eines Elektrolarynx fühlen sich oft gebrandmarkt. Die Alternative ist ein auf einem Halsband angebrachtes Gerät, das nach Möglichkeit automatisch aus- und eingeschaltet werden kann.

Natürliche Sprachmelodie

Ein weiteres Problem ist die momentan erzeugbare Stimmlage: „Die meisten Geräte klingen derzeit eher männlich“, so Fuchs, „wenn sie überhaupt menschlich klingen.“ Die Gender-Forschung sei dabei eine ganz neue Welt, so Fuchs. „Gemeinsam mit Corinna Bath wollen wir über Stereotype hinweg die ganze Bandbreite an geschlechterspezifischen Unterschieden berücksichtigen.“ Dieser Diversity-Aspekt sei ein willkommener Blick über den Teller- rand, so die Forschenden. Auf der Suche nach einer geschlechterspezifischen Stimme arbeiten Fuchs und Hagmüller vor allem mit Corinna Bath von der TU Braunschweig zusammen, die eine

Anna Katharina Fuchs stayed as a guest student during her doctoral thesis. One problem of the currently available devices is that they only generate one particular frequency. As a result, the generated speech sounds monotonous and unnatural. In Nara the researchers are now trying to use a variable frequency to produce a more natural intonation. “My stay in Japan was very inspiring,” says Fuchs who investigated an algorithm to automatically vary the melody of speech in Nara. “However, they only conduct research in this one area, there is no overall package.” The same also applies to all other international research projects.

But Fuchs and Hagmüller intend precisely to create such an overall package. For this purpose, they are combining new approaches from different areas, from special waveforms that are better able to penetrate the throat tissue and various pitch-modulating methods to miniaturisation and new wearing varieties to develop a device that unites all the advantages.

Surprising criticism

“Ultimately the key is to speak to the user directly,” says Fuchs. When she did, she made some surprising discoveries. “Existing systems were most frequently criticised for not being loud enough. If there is any other noise nearby, for example if several people speak at the same time, they can hardly be heard at all.” Another problem is that current devices must be held in the hand although in daily life it is often necessary to have both hands free, for example when you are eating, or driving a car. Furthermore, the devices should be more inconspicuous because the users of an electrolarynx often feel stigmatised. An alternative is a device fitted to a collar that can ideally be switched on and off automatically.

Natural speech melody

The pitch of the artificially produced voice is also a problem. Fuchs explains that “the output of most currently available voice boxes tends to sound male – if they sound human at all. Gender research is entirely new in this field. Together with Corinna Bath we want to look at the entire bandwidth of gender-specific differences, beyond the stereotypes.” According to the researchers, this diversity aspect leads to a welcome widening of the horizon. In their quest to create a natural speech melody, Fuchs and

Gastprofessur als Expertin für die Verflechtung von Genderforschung und Technik an der TU Graz absolviert.

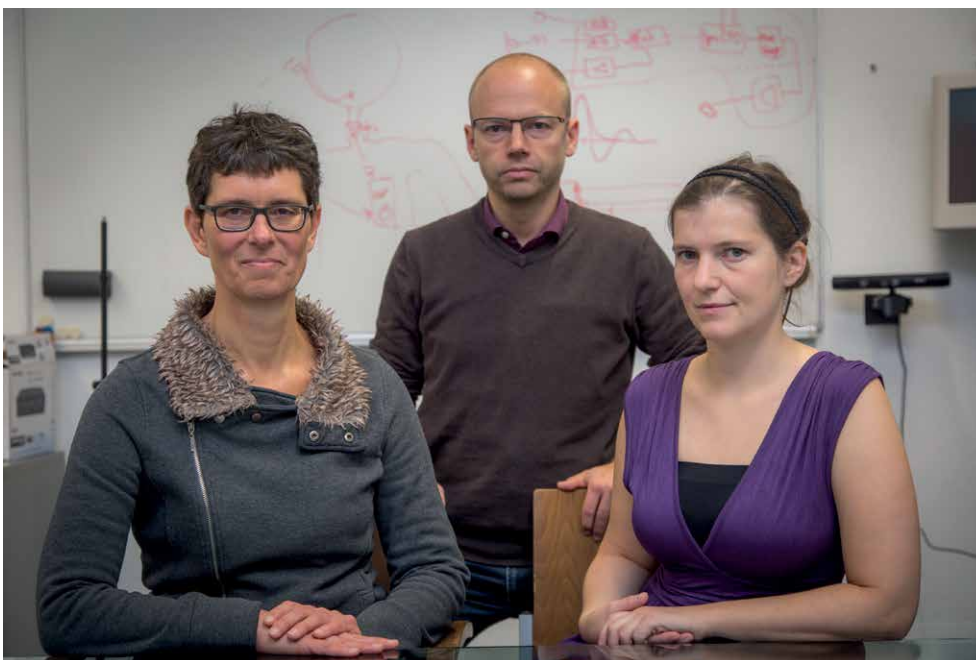
Derzeit nutzen Fuchs und Hagmüller eine Simulationsumgebung, wo sie in Echtzeit Einstellungen untersuchen. Gefördert über das Programm FEMtech der FFG und unterstützt von Partnerin HEIMOMED, einer Firma aus Deutschland, die sich auf die Herstellung von Produkten für Menschen ohne Kehlkopf spezialisiert hat, will man langfristig verschiedene Ansätze kombinieren und die Entwicklung einer neuen elektronischen Sprechhilfe möglich machen.

Text: Reinhard Kleindl ■

Hagmüller are cooperating primarily with Corinna Bath from the Technical University of Braunschweig. She currently holds a visiting professorship as an expert at the interface between gender research and technology at TU Graz.

Fuchs and Hagmüller are currently using a simulation environment in which they can try out various things in real time. With the sponsorship of the FEMtech programme of the Austrian Research Promotion Agency (FFG) and the support of partner HEIMOMED, a German company specialised in the manufacture of products for persons without a larynx, their work attempts to combine different approaches in order to facilitate the development of new electrolarynxes.

Text: Reinhard Kleindl ■



© Lünghammer – TU Graz

Abbildung 4:
Genderexpertin Corinna Bath
und das Kernteam der TU Graz
Martin Hagmüller und
Anna Katharina Fuchs.

Figure 4:
Expert on Gender Corinna Bath
and the team of TU Graz
Martin Hagmüller and Anna
Katharina Fuchs.