

Aus dem Vivantes Klinikum im Friedrichshain,
Akademisches Lehrkrankenhaus der Charité – Universitätsmedizin Berlin,
Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie

DISSERTATION

Evaluation eines russischen Sprachverständlichkeitstests

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor rerum medicinalium (Dr. rer. medic.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von
Britta Frenzel
aus Berlin

Datum der Promotion: 17.09.2021

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Inhaltsverzeichnis | 2 |
| Abkürzungsverzeichnis | 5 |
| Abstract (Deutsch) | 6 |
| Abstract (English) | 8 |
| 1 Einleitung | 10 |
| 1.1 Problemstellung / Hintergrund | 10 |
| 1.2 Zielstellungen und Struktur der Arbeit | 12 |
| 2 Hintergründe zur Konzeption eines russischen Sprachverständlichkeitstests (RSIT) | 15 |
| 2.1 Begriffsklärung „Sprachverstehen“ vs. „Sprachverständlichkeit“ | 15 |
| 2.2 Überblick über die russische Sprache | 15 |
| 2.3 Der russische Matrixtest | 16 |
| 2.4 Anforderungen der DIN ISO 8253 zur Erstellung und Evaluation sprachaudiometrischer Verfahren | 17 |
| 2.5 Konzeption des russischen Sprachverständlichkeitstests (RSIT) nach Sonntag 2014 | 18 |
| 3 Material und Methoden | 20 |
| 3.1 Stichprobe: Teilnehmer der Studie | 20 |
| 3.2 Einhaltung ethischer Richtlinien | 21 |
| 3.3 Sprachmaterial, Präsentationsart und Pegelsteuerung | 21 |
| 3.4 Auswertung und Analyse der Ergebnisse | 22 |
| 3.5 Retest | 24 |
| 4 Ergebnisse der prospektiven Studie zur Evaluation des RSIT | 25 |
| 4.1 Phonemische Ausgewogenheit der RSIT-Testlisten | 27 |
| 4.1.1 Phonemische Ausgewogenheit der RSIT-Zahlenlisten..... | 27 |
| 4.1.2 Phonemische Ausgewogenheit der RSIT-Einsilberlisten | 30 |
| 4.2 Perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Testlisten..... | 32 |
| 4.2.1 Perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Zahlenlisten | 32 |
| 4.2.1.1 Sprachverständlichkeit auf Listenebene | 32 |
| 4.2.1.2 Sprachverständlichkeit auf Einzelwortebene | 34 |
| 4.2.2 Perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Einsilberlisten..... | 40 |
| 4.2.2.1 Sprachverständlichkeit auf Listenebene | 40 |
| 4.2.2.2 Sprachverständlichkeit auf Einzelwortebene | 41 |
| 4.2.2.3 Sprachverständlichkeit auf Phonem-Ebene..... | 46 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.2.4 Bekanntheitsgrad der Einsilber in der russischen Gegenwartssprache | 52 |
| 4.3 Bezugskurven des Sprachverstehens | 53 |
| 4.3.1 Bezugskurve des Sprachverstehens der RSIT-Zahlenlisten..... | 53 |
| 4.3.2 Bezugskurve des Sprachverstehens der RSIT-Einsilberlisten | 55 |
| 4.4 Test-Retest-Reliabilität | 56 |
| 4.4.1 Test-Retest-Reliabilität der RSIT-Zahlenlisten..... | 56 |
| 4.4.2 Test-Retest-Reliabilität der RSIT-Einsilberlisten | 57 |
| 5 Diskussion | 58 |
| 5.1 Methodisches Vorgehen | 58 |
| 5.2 Ergebnisse bezüglich der DIN ISO 8253-Anforderungen..... | 61 |
| 5.3 Phonemische Ausgewogenheit der RSIT-Testlisten | 62 |
| 5.3.1 Phonemische Ausgewogenheit der RSIT-Zahlenlisten..... | 62 |
| 5.3.2 Phonemische Ausgewogenheit der RSIT-Einsilberlisten | 64 |
| 5.4 Perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Testlisten..... | 65 |
| 5.4.1 Perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Zahlenlisten | 66 |
| 5.4.1.1 Sprachverständlichkeit auf Listenebene | 66 |
| 5.4.1.2 Sprachverständlichkeit auf Einzelwortebene | 67 |
| 5.4.1.3 Von den Ergebnissen abzuleitende Änderungen der Listenzusammensetzung für Zahlen | 69 |
| 5.4.2 Perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Einsilberlisten..... | 70 |
| 5.4.2.1 Sprachverständlichkeit auf Listenebene | 70 |
| 5.4.2.2 Sprachverständlichkeit auf Einzelwortebene | 72 |
| 5.4.2.3 Sprachverständlichkeit auf Phonem-Ebene..... | 73 |
| 5.4.2.4 Von den Ergebnissen abzuleitende Änderungen der Listenzusammensetzung für Einsilber..... | 74 |
| 5.5 Bezugskurven des Sprachverstehens | 75 |
| 5.6 Test-Retest-Reliabilität..... | 77 |
| 5.7 Vergleichende Aspekte des RSIT zum Freiburger Einsilbertest | 77 |
| 5.7.1 Aspekte zur phonemischen Äquivalenz der Freiburger und RSIT Einsilberlisten | 79 |
| 5.7.2 Untersuchungen zur perzeptiven Äquivalenz der Freiburger und RSIT Testlisten | 80 |
| 5.7.3 Verwendungshäufigkeit der Testwörter im Freiburger Einsilbertest und im RSIT | 83 |
| 5.7.4 Untersuchungen der Test-Retest-Reliabilität der Freiburger und RSIT Testlisten..... | 84 |
| 6 Schlussfolgerungen..... | 85 |
| Literaturverzeichnis..... | 88 |

| | |
|--|------------|
| Anhang 1: Die Zahlwörter in den RSIT-Zahlenlisten 1-10 | 94 |
| Anhang 2: Die Einsilber des RSIT mit Transkription (nach IPA) und deutscher Übersetzung sowie Sprachverständlichkeit in % im TEST und RETEST | 95 |
| Anhang 3: Vorschlag für eine alternative Anordnung der Zahlwörter auf die RSIT- Zahlenlisten 1-10 | 105 |
| Anhang 4: Vorschlag für eine alternative Anordnung der Einsilber auf die RSIT- Einsilberlisten 1-10 | 105 |
| Anhang 5: Anzahl der Messdaten (n = ...) pro RSIT-Zahlen- und Einsilberliste und Sprachverständlichkeit in % | 106 |
| Anhang 6: Rohdaten – Messungen der Sprachverständlichkeit (%) bei ...Sprachpegel (db SPL) für die RSIT-Listen pro Proband im TEST (T) und RETEST (R)..... | 108 |
| Eidesstattliche Versicherung | 121 |
| Lebenslauf | 122 |
| Komplette Publikationsliste | 124 |
| Danksagung..... | 124 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-----------|--|
| AWMF | Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. |
| CCITT | Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique |
| CI | Cochlea Implantat |
| CIC | Cochlear Implant Centrum |
| DAW | Digital Audio Workstation |
| dB | Dezibel |
| DGA | Deutsche Gesellschaft für Audiologie |
| DIN | Deutsches Institut für Normung |
| EN | Europäische Norm |
| FPTA | Frequency Pure Tone Average |
| HG | Hörgerät |
| HilfsM-RL | Hilfsmittelrichtlinie |
| HL | Hearing Level |
| HV | Hörverlust |
| HVZ | Hörverlust für Zahlen |
| Hz | Hertz |
| IPA | Internationales Phonetisches Alphabet |
| ISO | International Organization for Standardization (Internationale Organisation für Normung) |
| OLSA | Oldenburger Satztest |
| RSIT | Russischer Sprachverständlichkeitstest (engl.: Russian Speech Intelligibility Test) |
| SNR | Signal-Rausch-Verhältnis (engl.: Signal-to-Noise Ratio) |
| SRT | Speech Recognition Threshold |
| SVS | Sprachverständlichkeitsschwelle |

Abstract (Deutsch)

Hintergrund

Zur Diagnostik von Hörstörungen sowie zur Evaluation einer Hörsystem-Versorgung werden ton- und sprachaudiometrische Verfahren angewendet. Insbesondere sprachaudiometrische Verfahren haben einen hohen Stellenwert. Sie sind jedoch bei nicht deutsch muttersprachlichen Patienten in vielen Fällen schwer zu bewerten.

Im Vorfeld dieser Arbeit wurde nach dem Vorbild des Freiburger Sprachverständlichkeitstests und orientiert an der DIN EN ISO 8253-1-3 von 2010 und 2012 ein russischer Sprachverständlichkeitstest (RSIT) entwickelt.

Jeweils zehn RSIT-Testlisten russischer Zahlen (Mehrsilber) und Einsilber wurden in einer prospektiven Studie mit normalhörenden russischsprachigen Erwachsenen evaluiert.

Ziele der Studie waren,

- die RSIT-Testlisten hinsichtlich ihrer phonemischen und perzeptiven Ausgewogenheit zu evaluieren,
- die Sprachverständlichkeitsschwellen in Ruhe (L_{50}) für die russischen Zahlen und Einsilber zu ermitteln,
- die Bezugskurven des Sprachverstehens bei unterschiedlichen Sprachpegeln zu bestimmen,
- die Test-Retest-Reliabilität zu untersuchen und
- diese Ergebnisse mit den Eigenschaften des Freiburger Sprachverständlichkeitstests zu vergleichen.

Material und Methoden

An der Untersuchung nahmen 45 normalhörende russische Muttersprachler im Alter von 15,8 bis 53,1 Jahren teil. Alle RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten wurden ihnen in unterschiedlicher Reihenfolge mit adaptiver Pegelsteuerung im offenen Antwortmodus über Kopfhörer auf dem besseren Ohr dargeboten. Jede Testliste wurde jedem Probanden nur einmal angeboten, um Trainingseffekte auszuschließen. Die Antworten der Probanden wurden protokolliert und in Bezug auf die phonemische und perzeptive Ausgewogenheit der Testlisten wie beispielsweise Laut-Ersetzungen, Einfügungen und Auslassungen, falsch verstandene Einer- oder Zehner-Zahlen, Einfluss der Wort-Position auf die Verständlichkeit analysiert.

In der Studie wurden die phonemische und perzeptive Ausgewogenheit der Testlisten sowie die Test-Retest-Reliabilität untersucht. Es wurden Bezugskurven des Sprachverstehens erstellt sowie Diskriminationsfunktionen angepasst und die Sprachverständlichkeitsschwellen in Ruhe (L_{50}) mit dazugehöriger Steigung bestimmt.

Ergebnisse

Die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten können mit wenigen Ausnahmen als phonemisch und perzeptiv ausgewogen gelten.

Bei den russischen Einsilber-Listen wurden die geringsten perzeptiven Abweichungen für 40 bis 60 % Sprachverständlichkeit gefunden (0,0 bis 1,0 dB).

Die L_{50} -Schwellen für die RSIT-Zahlenlisten (20,0 dB SPL) und die Einsilberlisten (28,5 dB SPL) liegen nah bei den entsprechenden L_{50} des Freiburger Sprachverständlichkeitstests.

Die Steigungen der angepassten Diskriminationsfunktionen liegen bei 7,1 % / dB SPL respektive 5,8 % / dB SPL für die Zahlen- und Einsilberlisten.

Die Ergebnisse zur Test-Retest-Reliabilität des RSIT zeigen im Mittel eine Abweichung von ± 5 dB zwischen Test und Retest.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Evaluation des RSIT legen nahe, dass dieser Test zuverlässig und genauso leicht durchzuführen ist wie der Freiburger Sprachverständlichkeitstest. Er kann als Schwellentest zur Diagnostik von Hörschädigungen und bei der Evaluation einer Hörrehabilitation russischer Muttersprachler helfen.

Abstract (English)

Background

Pure tone and speech audiometry are basic diagnostic means for evaluation of hearing impairment and hearing system benefits. In not German native speakers especially speech audiometry is hardly possible in every case.

According to the Freiburg Speech Intelligibility Test (FSIT) a Russian Speech Intelligibility Test (RSIT) has been generated for native Russian speakers living in Germany with hearing impairment. In a prospective study 10 RSIT lists each with Russian two-digit numbers and monosyllables were tested in adult and normal hearing native Russian speakers.

The objectives of the study were the

- evaluation of the RSIT lists regarding their phonemical and perceptual balance,
- determination of speech recognition thresholds in silence (L_{50}) for Russian numbers and monosyllables,
- analysis of the reference speech recognition curves in silence for different sound pressure levels,
- investigation of the test-retest reliability and
- comparison of these results with the characteristics of the FSIT.

Methods

45 normal hearing native Russian speakers, aged 15.8 to 53.1 years, were enrolled in this study.

Each of the 20 RSIT lists were presented through headphones on the better ear presenting the lists always in different sequences and presentation levels. This presentation was once avoiding training effects. The answers of the subjects were recorded and analyzed to evaluate phonemical and perceptual balance. Difficult-to-understand digits and monosyllables were identified.

The study examined the phonemical and perceptual balance of the RSIT lists as well as the test-retest reliability. The reference speech recognition curves were determined, discrimination functions were adjusted and the speech recognition thresholds in silence (L_{50}) with the associated slope were determined.

Results

The RSIT can be considered to be phonemically and perceptually balanced with only a few exceptions. For Russian monosyllables, the smallest deviations were found for 40-60% speech recognition (0.0 bis 1.0 dB).

The L_{50} for the RSIT numbers (20.0 dB SPL) and monosyllables (28.5 dB SPL) are close to the corresponding L_{50} of the FSIT.

The slopes of the adapted discrimination functions are 7.1% / dB SPL respectively 5.8% / dB SPL for the numbers and monosyllables.

The test-retest reliability of the RSIT shows on average a deviation of ± 5 dB.

Conclusion

The results of our evaluation of the RSIT suggest that this audiometric tool is as easy to perform as the well-known FSIT. Concerning diagnostical hearing threshold evaluation and the beneficial effect of hearing rehabilitation this tool is more than helpful in Russian native speakers.

EVALUATION EINES RUSSISCHEN SPRACHVERSTÄNDLICHKEITSTESTS

1 Einleitung

1.1 Problemstellung / Hintergrund

Zur audiologischen Diagnostik von Hörstörungen, bei der präzisen Indikationsstellung zur Versorgung mit Hörgeräten und bei der präoperativen Diagnostik sowie postoperativen Basis- und Folgetherapie im Rahmen der Cochlea-Implantat (CI)-Versorgung werden sowohl ton- als auch sprachaudiometrische Verfahren angewendet (Lehnhardt 2009; Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. 2012; Hoppe et al. 2014; Deutsche Gesellschaft für Audiologie 2015; Hey et al. 2016; Hoppe 2016; Hoth 2016; Thümmeler et al. 2016; DGHNO 2018; DGA-Fachausschuss "CI-Versorgung" 2018; HilfsM-RL 2020).

Im deutschsprachigen Raum ist der standardisierte Freiburger Sprachverständlichkeitstest nach Hahlbrock 1953 weit verbreitet (DIN 45621-1; DIN 45626-1).

Er besteht aus zehn Gruppen zweistelliger Zahlen sowie aus 20 Gruppen einsilbiger Wörter. Mittels der Einsilber wird die Verständlichkeit in Prozent gemessen, mit Hilfe der mehrsilbigen Zahlen der Hörverlust (HVZ) in Dezibel (dB) (Lehnhardt 2009; DIN EN ISO 8253-3; Winkler et al. 2014; Hoppe 2016; Hoth 2016).

Von besonderer Bedeutung ist dieser Test vor allem bei der sehr häufigen Indikationsprüfung zur Versorgung mit Hörgeräten. Die Hilfsmittel-Richtlinie (HilfsM-RL) legt als Voraussetzung für eine beidohrige Hörgeräteversorgung fest, dass *„der tonaudiometrische Hörverlust (DIN ISO 8253-1) auf dem besseren Ohr mindestens 30 Dezibel (dB) in mindestens einer der Prüffrequenzen zwischen 500 und 4000 Hertz (Hz) und sprachaudiometrisch die Verstehensquote auf dem besseren Ohr mit Kopfhörern (DIN EN ISO 8253-3) bei Verwendung des Freiburger Einsilbertests bei 65 dB nicht mehr als 80 %“* betragen darf (HilfsM-RL 2020). Der Gewinn mit Hörgeräten soll mit dem Freiburger Einsilbertest im freien Schallfeld bei 65 dB SPL (Sound Pressure Level) mindestens 20 Prozentpunkte betragen (DIN ISO 8253; HilfsM-RL 2020). Diese Empfehlung wird im Weißbuch Cochlea-Implantat (CI)-Versorgung (2018) auch für den postoperativen Sprachverständlichkeits-Benefit CI-Tragender gegeben. Aus audiologischer Sicht besteht zudem eine CI-Indikation bereits ab einer Einsilberdiskrimination mit optimaler Hörgeräteversorgung

von 60 % bei 65 dB SPL (Weißbuch Cochlea-Implantat (CI)-Versorgung 2018), d.h. für die Diagnose und Indikationsstellung hat auch die Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe (L_{50}) für Einsilber eine besondere Bedeutung. Die Messung der Sprachverständlichkeit spielt somit eine große Rolle bei der Behandlung Hörgeschädigter.

Eine wichtige Voraussetzung für die Anwendung des Freiburger Sprachverständlichkeitstests ist: Die Probanden müssen zur korrekten Wiedergabe die einsilbigen Wörter und deren Bedeutung kennen. Das ist bei nicht-deutschen Muttersprachlern unsicher, so dass beispielsweise die gemessene Sprachverständlichkeitsschwelle nicht nur durch eine eventuell vorliegende Hörschädigung, sondern auch durch fehlende Kenntnisse der deutschen Sprache bestimmt sein kann: *„Testing in the subject's native language is important to avoid any second-language learning bias, which can cause a shift in the SRT of several dB“* (Warzybok et al. 2015). „SRT“ (Speech Recognition Threshold) wird im Englischen synonym für den Begriff Sprachverständlichkeitsschwelle (SVS) verwendet.

Russische Muttersprachler in Deutschland machen einen relevanten Anteil an der Gesamtbevölkerung aus. Fehlende deutsche Sprachkenntnisse erschweren in vielen Fällen die sprachbezogene Hördiagnostik. Russisch ist eine der zehn häufigsten gesprochenen Sprachen weltweit sowie die zweithäufigste Sprache in der Bundesrepublik. Weltweit wird Russisch von knapp 260 Millionen Menschen gesprochen, darunter von ca. 154 Millionen Muttersprachlern. Mit rund drei Millionen russischen Muttersprachlern lebt in Deutschland die größte Russisch sprechende Bevölkerungsgruppe außerhalb der ehemaligen Sowjetunion (Warzybok et al. 2015; Eberhard et al. 2019; Sprachenlernen24).

Ein wesentliches Ziel einer jeden Hörsystem-Versorgung ist, neben der reinen Hörverbesserung auch das Verstehen von Sprache (wieder) zu ermöglichen. Die Anwendung sprachaudiometrischer Verfahren dient u.a. der Evaluation, ob dieses Ziel erreicht werden konnte. Für russische Muttersprachler (nicht nur in der Bundesrepublik Deutschland) wurde der russische Matrixtest (HörTech gGmbH 2014; Warzybok et al. 2015) entwickelt, ein Satztest in russischer Sprache, der nach dem Vorbild des OLSA (Oldenburger Satztest) erstellt wurde (Wagner et al. 1999; HörTech gGmbH 2011). Die Anwendung dieses Tests setzt voraus, dass ein Verstehen ganzer Sätze möglich ist. In der Hilfsmittelrichtlinie, im Weißbuch Cochlea-Implantat (CI)-Versorgung, in der AWMF-Leit-

linie „Cochlea-Implantat Versorgung und zentral-auditorische Implantate“ sowie in den Empfehlungen der DGA wird jedoch die diagnostische Verwendung des anders konzipierten Freiburger Sprachverständlichkeitstests gefordert (Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. 2012; Deutsche Gesellschaft für Audiologie 2015; DGHNO 2018; DGA-Fachausschuss "CI-Versorgung" 2018; HilfsM-RL 2020). Es ergibt sich somit auch die Notwendigkeit zur Überprüfung russischer Muttersprachler mit einem vergleichbaren Sprachverständlichkeitstest mit Testlisten russischer Zahlen (Mehrsilber) und Einsilber.

Aktuell gibt es leider keinen Zugang zur Sprachaudiometrie in der Russischen Föderation (Koroleva 2012). Zur Optimierung der Hördiagnostik russischer Muttersprachler wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit der Russische Sprachverständlichkeitstest (RSIT) nach dem Vorbild des Freiburger Sprachverständlichkeitstests entwickelt. Orientiert an der DIN EN ISO 8253-1-3 (2010, 2012) (im weiteren Text als DIN ISO 8253 bezeichnet) für die Erstellung eines sprachaudiometrischen Tests entstanden jeweils zehn Testlisten russischer Zahlen und Einsilber (DIN 45621-1; DIN 45626-1; DIN EN ISO 8253-3; Sonntag 2014).

In der DIN ISO 8253 werden Mindestanforderungen an sprachaudiometrische Verfahren festgelegt. Die einzelnen Testlisten müssen phonemisch und perzeptiv ausgewogen sein. Das Testergebnis darf nicht von der gewählten Testliste abhängen. Es muss eine Bezugskurve des Sprachverstehens zur Verfügung stehen. Der Begriff „Bezugskurve des Sprachverstehens“ wird üblicherweise und daher auch in der vorliegenden Arbeit verwendet. Streng genommen handelt es sich jedoch um eine Bezugskurve der Sprachverständlichkeit. Die Bezugskurve des Sprachverstehens stellt *„für ein bestimmtes Sprachmaterial und eine bestimmte Art der Darbietung den Medianwert des Sprachverstehens als Funktion des Sprachpegels dar“* (DIN ISO 8253). Des Weiteren muss die Reproduzierbarkeit der Testergebnisse durch die mittlere Test-Retest-Reliabilität angegeben werden.

1.2 Zielstellungen und Struktur der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit soll der RSIT nach den Vorgaben der DIN ISO 8253 beurteilt und mit den Eigenschaften des Freiburger Sprachverständlichkeitstests verglichen werden.

Orientiert an dieser Norm wurden die Testlisten des RSIT im Rahmen einer prospektiven Studie an 45 normalhörenden russischsprachigen Erwachsenen evaluiert

Folgende Hypothesen leiteten die vorliegende Arbeit:

- Sind die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten prinzipiell phonemisch und perzeptiv ausgewogen? Ist die Phonem-Verteilung in den einzelnen Testlisten äquivalent und wird eine gleichartige Sprachverständlichkeit erzielt?
- Sind die RSIT-Testlisten dem Freiburger Sprachverständlichkeitstest äquivalent in ihrer phonemischen und perzeptiven Ausgewogenheit?
- Entstehen für den RSIT sinnvolle Bezugskurven des Sprachverstehens? Sind die Median-Werte der Sprachverständlichkeit in % / Sprachpegel dB SPL plausibel?
- Stimmen die Bezugskurven des Sprachverstehens des RSIT mit denen des Freiburger Sprachverständlichkeitstests überein, bzw. sind sie äquivalent?
- Liegt die Test-Retest-Reliabilität des RSIT innerhalb der normativen Anforderungen?
- Ist der RSIT dem Freiburger Sprachverständlichkeitstest äquivalent in seiner Reproduzierbarkeit?

Ziele der Studie waren, anhand einer prospektiven Untersuchung

- die RSIT-Listen hinsichtlich ihrer phonemischen Ausgewogenheit zu überprüfen und die Phonem-Verteilung in den einzelnen Testlisten untereinander zu vergleichen,
- die RSIT-Listen in Bezug auf ihre perzeptive Ausgewogenheit auf Listen-, Einzelwort- und Phonem-Ebene zu evaluieren, die Sprachverständlichkeit auf Listen- und Einzelwortebene zu erheben, falsch / nicht verstandene Zahlwörter und Einsilber im Hinblick auf Fehlerquellen und Phonem-Ersetzungen zu analysieren
- die Sprachverständlichkeitsschwellen in Ruhe (L_{50}) als Median aus den Rohdaten für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten zu ermitteln,
- Bezugskurven des Sprachverstehens bei unterschiedlichen Sprachpegeln zu erstellen – d.h. den Median für die Verständlichkeit der Zahlwörter (Mehrsilber) und Einsilber in % bezogen auf den jeweiligen Darbietungspegel anhand einer geeigneten Interpolation zwischen den Messdaten zu bestimmen und mittels einer sigmoiden Diskriminationsfunktion zu beschreiben, welche die Abhängigkeit zwischen Sprachpegel und Sprachverständlichkeit darstellt.
- die mittlere Test-Retest-Reliabilität der RSIT-Listen zu bestimmen,
- die Ergebnisse mit den aktuellen Studienergebnissen für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest zu vergleichen.

In der Evaluation des Freiburger Sprachverständlichkeitstests fehlen bisher Untersuchungen zur perceptiven Äquivalenz der Testlisten auf Einzelwortebene, Ergebnisse zur prozentualen Sprachverständlichkeit von Zahlwörtern und Einsilbern sowie eine Analyse von Phonem-Substitutionen, -Einfügungen und -Auslassungen bei Normalhörenden. Für den RSIT sollen diesbezügliche Ergebnisse über den Vergleich mit dem Freiburger Sprachverständlichkeitstest hinaus in der vorliegenden Arbeit zur Verfügung gestellt werden.

Es wird erwartet, dass der RSIT phonemisch und perceptiv ausgeglichen ist sowie den Anforderungen der DIN ISO 8253 an die Test-Retest-Reliabilität und die Bezugskurven des Sprachverstehens genügt. Dann könnte er in der Folge für die audiologische Diagnostik aller Hörstörungen und darüber hinaus zur Indikationsstellung von Hörsystem-Versorgungen eingesetzt werden.

Weiterhin werden Hintergründe zur Konzeption des RSIT dargelegt. Auf die Klärung der Begriffe „Sprachverstehen“ und „Sprachverständlichkeit“ folgt ein kurzer Überblick über die russische Sprache. Anschließend werden wesentliche Charakteristika des russischen Matrixtestes sowie die Anforderungen der DIN ISO 8253 vorgestellt und die Konzeption des RSIT verdeutlicht.

Das Material und die angewandten Methoden der prospektiven Studie werden vorgestellt und die Stichprobe der normalhörenden Probanden bezüglich des Sprachmaterials und der Präsentationsart analysiert. Die Auswertungsmethoden und statistische Analyse der gewonnenen Daten werden ausführlich beschrieben.

Es folgt die Darlegung der Ergebnisse zur phonemischen und perceptiven Ausgewogenheit der Testlisten, zu den Sprachverständlichkeitsschwellen in Ruhe (L_{50}) für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten, zu den Bezugskurven des Sprachverstehens bei unterschiedlichen Sprachpegeln sowie zur Test-Retest-Reliabilität. Letztere wurde in einem Test-Retest-Verfahren überprüft. Der Fokus liegt auf der phonemischen und perceptiven Listen-Äquivalenz.

In der Diskussion werden anhand der aktuellen Forschungsliteratur die Ergebnisse zum RSIT mit den Eigenschaften des Freiburger Sprachverständlichkeitstests verglichen. Vor dem Hintergrund der gewonnenen Einsichten erfolgt eine Empfehlung zur Optimierung des russischen Sprachmaterials.

Die Arbeit schließt mit Schlussfolgerungen und einem Ausblick auf zukünftige Forschungsvorhaben.

2 Hintergründe zur Konzeption eines russischen Sprachverständlichkeitstests (RSIT)

2.1 Begriffsklärung „Sprachverstehen“ vs. „Sprachverständlichkeit“

Sprachaudiometrische Verfahren messen die „Sprachverständlichkeit“ in Prozent bei einem bestimmten Schalldruckpegel. Es wird *„die Fähigkeit zur korrekten phonemischen Entschlüsselung des Sprachmaterials geprüft“* (Hoppe 2016). Erhoben wird, *„ob ein Wort oder Satz in seiner phonetisch-phonologischen Struktur für einen Hörer akustisch verständlich ist“* (Zichner et al. 2016).

Mit den Begriffen „Sprachverstehen“ oder „Sprachverständnis“ wird dagegen auf lexikalische und semantische Kenntnisse in einer Sprache verwiesen. Sprachaudiometrie fokussiert nicht auf das eigentliche „Sprachverstehen“ der Probanden, da man nicht weiß, ob sie tatsächlich über das entsprechende mentale Konzept verfügen oder ein Wort nur nachsprechen, ohne es wirklich verstanden zu haben, d.h. ohne seine Bedeutung zu kennen (Zichner 2012; Zichner et al. 2016).

Allerdings sucht man automatisch nach dem Sinn des Gehörten und versucht ihn mit seinen mentalen Konzepten in Einklang zu bringen, wenn man Sprache „verstehen“ will. Daher ist es folgerichtig Sprachverständlichkeitstests zu nutzen, die in der Muttersprache der Untersuchungspersonen vorliegen.

Die DIN ISO 8253 definiert „Sprachverstehen“ jedoch als *„die prozentuale Angabe der richtig erkannten Test-Elemente für eine gegebene Versuchsperson, für ein bestimmtes Sprachmaterial, für eine bestimmte Art der Signaldarbietung und bei einem definierten Sprachpegel“*, ohne auf lexikalische oder semantische Konzepte Bezug zu nehmen. Daher wählt sie auch den Begriff „Bezugskurve des Sprachverstehens“, obwohl es sich streng genommen um eine „Bezugskurve der Sprachverständlichkeit“ handelt.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Sprachverständlichkeit mittels des RSIT untersucht. Der Begriff „Bezugskurve des Sprachverstehens“ wird jedoch beibehalten.

2.2 Überblick über die russische Sprache

Russisch gehört zur indoeuropäischen Sprachenfamilie und ist eine ostslawische Sprache, die weltweit über 150 Millionen Muttersprachler zählt. Man unterscheidet drei Dialektgruppen, die sich in der positionsbedingten Aussprache einzelner Vokal- und Konsonantphoneme unterscheiden: die nord-, süd- und mittlerrussische Dialektgruppe. Die moderne russische Literatursprache gründet sich vor allem auf die mittlerrussische Dialektgruppe und liegt sowohl in mündlicher als auch in

schriftlicher Form vor. Sowohl die literarische als auch die alltägliche mündliche Umgangssprache gehen auf die Normen der schriftlichen Literatursprache zurück.

Gabka und Müller gliedern das Phonemsystem der modernen russischen Literatursprache in fünf Vokale, wobei Müller zusätzlich 20 Allophone in betonter Position nennt, sowie 34 Konsonanten. Die Vokallänge ist in der russischen Sprache kein konstitutives Merkmal für Phoneme.

Russische Vokalphoneme unterscheiden sich im Öffnungsgrad (hohe, mittlere, tiefe Zungenlage) sowie Labialität und Illabialität. Konstitutive Merkmale der russischen Konsonantphoneme sind Geräusch und Sonorität, Stimmhaftigkeit und Stimmlosigkeit, artikulierendes Organ und Artikulationsstelle, Artikulationsmodus, Weichheit / Härte.

Es werden phonologisch starke und schwache Positionen für die Vokal- und Konsonantphoneme unterschieden. In den schwachen (= unbetonten) Positionen der Vokalphoneme kommt es zur quantitativen oder quantitativ-qualitativen Reduktion bzw. zur Neutralisation der Phonemeigenschaften. Vokale passen sich an harte und weiche Konsonanten in der unmittelbaren Wortumgebung an, was als regressive beziehungsweise progressive Akkomodation bezeichnet wird.

Bei den Konsonanten kommt es in phonologisch schwachen Positionen zur Assimilation vorangehender Konsonanten an den / die Folgekonsontanten hinsichtlich der Stimmhaftigkeit, der Weichheit, der Artikulationsstelle und des Artikulationsmodus. Wie in der deutschen Sprache werden im Russischen alle stimmhaften Konsonanten im Auslaut stimmlos gesprochen (Stimmtonverlust im Auslaut) (Gabka 1980; Müller 2003; Eberhard et al. 2019).

2.3 Der russische Matrixtest

Im deutschsprachigen Raum wird der russische Matrixtest verwendet, ein Satztest in russischer Sprache, der nach dem Vorbild des OLSA (Oldenburger Satztest) erstellt wurde.

Mit Hilfe der genannten Satz- bzw. Matrixtests wird die Sprachverständlichkeitsschwelle (SVS) in Ruhe und im Störgeräusch adaptiv bestimmt. Als SVS in Ruhe gilt der Sprachpegel, bei dem die Testperson 50 % der dargebotenen Sprache versteht. Als SVS im Störgeräusch wird der Signal-Rausch-Abstand / Signal-to-Noise Ratio bezeichnet, der zu 50 % Verständlichkeit führt. Das Sprachmaterial des russischen Matrixtestes besteht aus 50 Wörtern, die in zufälliger Abfolge auf je 48 Testlisten à 20 oder 30 Sätze verteilt sind. Jeder Satz besteht syntaktisch aus „Name–Verb–Zahlwort–Adjektiv–Substantiv (in Objekt-Funktion)“. Als Störschall wird ein sprachsimulierendes Rauschen verwendet, welches das gleiche Langzeitspektrum wie das Satzmaterial aufweist.

Eine Voraussetzung zur Durchführung des russischen Matrixtests ist, dass die russischen Muttersprachler über ein ausreichendes Hörvermögen verfügen, um ganze Sätze rein auditiv zu verstehen. Hörgeschädigte Patienten werden gegebenenfalls bei einer Indikation mit Hörgeräten oder sogar Hörimplantaten versorgt. Insbesondere Cochlear Implant Versorgte haben am Anfang der Rehabilitation nicht die Fähigkeit, Sätze zu verstehen. Es werden anfangs meist ausschließlich einzelne Worte oder Zahlen erkannt. Grundsätzlich sollen Satztests über die Sprachverständlichkeit im täglichen Leben des Hörsystem-Tragenden Auskunft geben. Diese wird häufig durch eine Kulisse von Umgebungsgeräuschen mitbestimmt. Daher kann mittels des Matrixtests auch eine Sprachverständlichkeitsschwelle im Störgeräusch gemessen werden. Hinsichtlich der Steigung der Diskriminationsfunktion stimmen jedoch der OLSA mit 17,1 % / dB SPL und der russische Matrixtest mit 14,0 % / dB SPL nicht überein, was insbesondere bei der Diagnostik und Indikationsstellung zur Hörsystem-Versorgung den Einsatz des Matrixtests stark einschränkt (Lehnhardt 2009; Wagner et al. 1999; Warzybok et al. 2015; HörTech gGmbH 2011 und 2014).

2.4 Anforderungen der DIN ISO 8253 zur Erstellung und Evaluation sprachaudiometrischer Verfahren

Die europäische Norm legt Mindestanforderungen an *„die Zusammensetzung, Validierung und Auswertung von Sprachtestmaterialien und an die Realisierung von Sprachverständlichkeitstests fest“*. Alle folgenden Ausführungen dieses Abschnitts beziehen sich auf diese Norm.

Die für die Durchführung der prospektiven Studie wesentlichen Anforderungen werden in den Kapiteln 4 („Anforderungen an die Aufnahme von Sprachmaterial“) und 5 („Validierung von Sprachmaterial-Aufnahmen“) der DIN ISO 8253 - 3 beschrieben.

Hier wird gefordert, dass neue sprachaudiometrische Verfahren hinsichtlich der phonemischen und perzeptiven Ausgewogenheit aller Testlisten untereinander evaluiert werden müssen. Das Ergebnis des Tests darf nicht von der ausgewählten Testliste abhängen.

Die Verteilung der Phoneme des Sprachmaterials soll der Verteilung der Phoneme der Testsprache so weit wie möglich entsprechen. Als Mindestanforderung müssen die Testlisten auf die Phonemklassen bezogen – stimmhafte und stimmlose Plosive und Frikative, Nasallaute, lange und kurze Vokale – phonemisch ausgeglichen sein.

Die DIN ISO 8253 legt explizit fest: *„Die perzeptive Äquivalenz ist durch Angabe der mittleren 95%-Vertrauensbereiche zwischen den Testlisten zu beschreiben“*. Zudem *„muss die Gleichwertigkeit der Testlisten durch mittlere 95%-Vertrauensbereiche zwischen den Testlisten der Werte*

des Sprachverstehens von 50 %, 60 %, 70 %, 80 % und 90 % unter Verwendung verschiedener Testlisten bei derselben Versuchspersonengruppe angegeben werden“. Dabei dürfen die Kurven für die Sprachverständlichkeit der einzelnen Testlisten – hierin eingeschlossen der Schwellenpegel für 50 % Sprachverständlichkeit – das 95 %-Vertrauensintervall von ± 1 dB nicht überschreiten. Gefordert werden monaurale Messungen der Sprachverständlichkeit unter Verwendung vollständiger Testlisten bei verschiedenen Darbietungspegeln an mindestens zehn otologisch normalen Personen, deren Muttersprache die im Test verwendete Sprache ist.

Als Mindestanforderungen an die Reinton-Hörschwellenpegel otologisch normaler Personen werden Hörschwellen bei 10 dB Hearing Level (HL) oder darunter bei 250 Hz, 500 Hz, 750 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz und 8000 Hz, bei höchstens zwei Frequenzen Hörschwellenpegel bei 15 dB HL, empfohlen.

Zur Ermittlung der Bezugskurve des Sprachverstehens in Ruhe müssen nach dieser Norm Messungen für jedes Sprachmaterial und jede Darbietungsart an mindestens 25 otologisch normalen Personen durchgeführt werden. Das Testmaterial muss in deren Muttersprache verfasst worden sein. In einer Tabelle sind die erforderlichen Sprachpegel (Medianwerte) für das Erreichen einer Sprachverständlichkeit von 30, 40, 50, 60, 70, 80 und 90 % anzugeben. Wenn nicht die gesamte Bezugskurve gemessen werden kann, sollte zumindest die Kurve des Sprachverstehens im relevanten Bereich bestimmt werden.

Die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse eines Sprachverständlichkeitstests wird durch die mittlere Test-Retest-Reliabilität derselben Versuchspersonen unter Verwendung verschiedener Testlisten in den Testbedingungen TEST und RETEST angegeben. Die mittlere Test-Retest-Reliabilität muss als mittlerer 95 %-Vertrauensbereich über die Versuchspersonen für die Werte der Sprachverständlichkeit von 50, 60, 70, 80 und 90 % angegeben werden.

2.5 Konzeption des russischen Sprachverständlichkeitstests (RSIT) nach Sonntag 2014

Das Ziel dieser hier zitierten Bachelorarbeit (*Erstellung von Testlisten für einen russischen sprachaudiometrischen Hörtest nach dem Vorbild des Freiburger Sprachverständlichkeitstests*) war die Konzeption eines russischen Sprachverständlichkeitstests für in Deutschland lebende russische Muttersprachler. Dies geschah vor dem Hintergrund, gerade in dieser Patientengruppe der Indikation für die entsprechende Versorgungsoption durch Entwicklung einer dem Freiburger Sprachverständlichkeitstest ähnlichen, phonemisch ausgeglichenen russischen Testwortliste so nahe wie möglich zu kommen.

Es wurden 400 einsilbige Substantive und 100 mehrsilbige Zahlwörter für die Erstellung der Testlisten benötigt. Die Einsilber für die russischen Testlisten wurden aus Wörterbüchern und Lehrmaterialien sowie durch die Übersetzung der „Freiburger Einsilber“ zusammengestellt.

Dieselbe Autorin stellte für die zehn Zahlenlisten des RSIT 100 mehrsilbige Zahlwörter von 11 bis 99 zusammen. Es wurden anschließend alle drei- bis sechssilbigen Zahlwörter ausgewählt. Die zwei- und siebensilbigen Wörter wurden ihrer geringen Anzahl wegen ausgeschlossen, da sie nicht auf alle Testlisten gleichmäßig hätten verteilt werden können. Damit lagen 84 Zahlwörter vor. Zur Erreichung der erforderlichen 100 Zahlwörter mussten 16 hiervon in jeweils zwei Testlisten aufgenommen werden. In jeweils zwei Testlisten vertreten waren die Zahlen 15, 24, 33, 34, 47, 48, 50, 59, 64, 65, 71, 80, 82, 93, 96 und 97. In jeder Testliste sollten die Ziffern von 0 bis 9 mindestens einmal in der Einer-Position und die Ziffern von 1 bis 9 mindestens einmal in der Zehner-Position vertreten sein. Folgende Silbenverteilung pro Liste wurde angestrebt: sechs drei- oder viersilbige, drei fünfsilbige Zahlwörter und ein sechssilbiges Zahlwort. In drei Testlisten wurde die Ziffer 0 nicht in der Einer-Position vergeben.

Die Wortsammlung russischer Einsilber umfasste anfänglich 415 einsilbige Substantive, die aus zwei bis fünf Phonemen bestanden. Die Einsilber wurden nach den in ihnen vorkommenden Vokalen und Konsonanten (Nasale, Liquide (= Vibranten und Laterale), stimmhafte und stimmlose Frikative und Plosive) sortiert. Da die Wörter nicht ausreichten, um 20 Testlisten phonemisch ausgewogen mit jeweils 20 Wörtern zu bestücken, wurden letztlich zehn Testlisten zu 20 Einsilbern für den RSIT erstellt. Es wurden analog zum Freiburger Sprachverständlichkeitstest nur einsilbige Substantive ausgewählt.

Vor dem Aufsprechen der russischen Testlisten wurde sichergestellt, dass der Aufnahmeraum im Medienzentrum der HTWK Leipzig (Sprecherkabine und Audioschnittplatz mit DAW (= Digital Audio Workstation): *Avid Pro Tools HD10* und Interface *digidesign 192 I/O* sowie Mikrofonverstärker *digidesign PRE*, Mikrofon *Schoeps MK4* gepaart mit einem *CMC6 Mikrofonverstärker*) den in der DIN ISO 8253 geforderten Bedingungen für die Linearität des Frequenzgangs und für die Nachhallzeit im Aufnahmeraum entsprach.

Die Zahlenlisten wurden dreimal, die Einsilberlisten des RSIT zweimal von einer russischen Muttersprachlerin aufgesprochen. Hierbei musste stets der gleiche Abstand zum Mikrofon eingehalten sowie auf gleichbleibende Lautstärke geachtet werden. Das Zeitintervall der aufeinanderfolgenden Testitems wurde auf fünf Sekunden festgelegt. Die normalisierten Testlisten wurden in einer Auflösung von 48 kHz und 24 Bit im Wave-Format auf einem Tonträger gespeichert, der

auch das Kalibrier- und Prüfsignal, ein frequenzbewertetes Rauschen nach Empfehlung des Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique (CCITT) enthält. Für jede Testliste liegt ein eigener Track vor.

3 Material und Methoden

3.1 Stichprobe: Teilnehmer der Studie

Gemäß den Vorgaben der DIN ISO 8253 nahmen 37 Frauen und 8 Männer mit einem Durchschnittsalter von 28,3 Jahren teil. Alle waren ausschließlich russische Muttersprachler. Fünfzehn Probanden mit einem mittleren Alter von 21,2 Jahren lagen in der hier geforderten Altersnorm. Die geforderte Altersverteilung musste erweitert werden, da sich trotz intensiver Recherchen zu wenige Probanden in dieser Altersgruppe fanden. Das Überwiegen weiblicher Probandinnen liegt an der spezifischen Rekrutierungs-Situation, der Fokus lag auf „otologisch normalhörenden Personen“.

Die in den ehemaligen Republiken der Russischen Föderation geborenen und aufgewachsenen Probanden waren in der Schule ausschließlich auf Russisch unterrichtet worden. Die in Deutschland geborenen Probanden waren bilingual Deutsch-Russisch aufgewachsen und hatten mit mindestens einem Elternteil durchgängig Russisch gesprochen. Alle Probanden gaben an, die russische Sprache weiterhin in der Alltagskommunikation zu verwenden. Sie hatten alle zumindest eine grundlegende Schulbildung im Heimatland erworben. Es bestanden keinerlei Vorkenntnisse bezüglich des RSIT.

Zur Garantie der Mindestanforderungen für die Reinton-Hörschwellenpegel (DIN ISO 8253) wurde mit allen Probanden zuerst eine Hörschwellenbestimmung durchgeführt (Lehnhardt 2009). Seitengetreunt wurden die Luftleitungsschwellen für die Frequenzen 250 Hz, 500 Hz, 750 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz und 8000 Hz gemessen. Der mittlere Hörverlust auf dem besseren Ohr – 4FPTA („four frequency pure tone average“ = Mittelwert der Luftleitungsschwellen bei 500, 1000, 2000 und 4000 Hz) – betrug im Mittel 1,45 dB SPL (Spanne: 0 bis 5,75 dB SPL).

Alle Messungen erfolgten mit einem AT900-Audiometer des Herstellers Auritec® in dem nach den Vorgaben der DIN ISO 8253 eingerichteten Audiometrie-Raum des Cochlear Implant Centrums (CIC) Berlin-Brandenburg.

3.2 Einhaltung ethischer Richtlinien

Alle in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Untersuchungen an Menschen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethik-Kommission – Ethik-Kommission der Ärztekammer Berlin, Ethikvotum vom 06.10.2015, Eth-44/15 – im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der aktualisierten, überarbeiteten Deklaration von Helsinki von 1975 durchgeführt. Von allen beteiligten Probanden liegt eine schriftliche Einverständniserklärung vor.

3.3 Sprachmaterial, Präsentationsart und Pegelsteuerung

Die Sprachaudiometrie erfolgte mit dem offenen Testmaterial der je zehn RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten, die in Anhang 1 und 2 aufgeführt sind. Alle Messungen wurden über Kopfhörer monaural auf dem jeweils besseren Ohr der Probanden durchgeführt. Wenn sich mittels Tonaudiometrie kein besseres Ohr feststellen ließ, wurde das Ohr genommen, welches die Probanden subjektiv als besser einschätzten oder mit dem sie bevorzugt telefonierten. Wir untersuchten 23 rechte und 22 linke Ohren. Die RSIT-Listen wurden den Probanden mit verschiedenen Sprachpegeln und in unterschiedlicher Reihenfolge dargeboten: Die Probanden 1, 11, 21, 31 und 41 hörten zuerst die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten Nr. 1, danach fortlaufend die jeweiligen Listen 2-10. Die Probanden 2, 12, 22, 32, 42 begannen mit den Listen Nr. 2 und hörten dann fortlaufend die Listen 3-10, 1. Für die Probanden 3, 13, 23, 33 und 43 begann die Darbietung mit den Listen Nr. 3, danach fortlaufend 4-10, 1-2, usw. Beim RETEST wurde die umgekehrte Reihenfolge gewählt, d.h. die Probanden 1, 11, 21, 31 und 41 hörten zuerst die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten Nr. 10 und anschließend die Listen 9-1. Die Probanden 2, 12, 22, 32 und 42 starteten mit den Listen Nr. 9 und bekamen anschließend die Listen 8-1, 10 dargeboten, usw. Es wurde immer mit den RSIT-Zahlenlisten begonnen, darauf folgte die Darbietung der RSIT-Einsilberlisten. Jede Testliste durfte nur einmal dargeboten werden, um einen Trainingseffekt auszuschließen, denn für den Freiburger Einsilbertest sind solche Trainingseffekte bekannt (Schmidt et al. 2016). Die Probanden hatten die Aufgabe, das dargebotene Wort nachzusprechen.

Das Zeitintervall zwischen den einzeln dargebotenen Wörtern war nicht geringer als die in der DIN ISO 8253 geforderten vier Sekunden. Es wurde immer zuerst notiert, ob ein Wort richtig oder falsch verstanden wurde, bevor das nächste Wort dargeboten wurde.

Die Messungen dauerten im Durchschnitt zwei bis zweieinhalb Stunden und wurden in einer Sitzung durchgeführt. Während der Sitzung hatten die Probanden jederzeit die Möglichkeit, eine

Pause einzulegen. Ein Proband musste im Retest aus Zeitgründen früher aufhören, so dass von ihm im Retest nur Ergebnisse für die zehn Zahlenlisten sowie für die Einsilberlisten 1-6 vorliegen.

Die Untersuchungsleiterin und Autorin dieser Arbeit ist mit der russischen Laut- und Schriftsprache vertraut. Sie hat Slawistik studiert und betreut seit vielen Jahren russischsprachige Kinder, deren Familien und Erwachsene mit Hörimplantaten im Cochlear Implant Centrum (CIC) Berlin-Brandenburg.

Das erste Ziel war, möglichst viele Werte für 50 % Sprachverständlichkeit der Probanden zu erhalten. Es begründete sich durch den in Vorarbeiten gefundenen größten Standardfehler dieses für die klinische Bewertung wichtigen Wertes (Balji et al. 2016; Hoth 2016; Hoppe 2016; Kießling et al. 2018). Es sollte somit die Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe (L_{50}) für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten bestimmt werden.

Aufgrund der einerseits geringen Anzahl von Testlisten und der andererseits begrenzten Probandenzahl wurde das folgende adaptive Vorgehen entwickelt:

Die erste Testliste wurde auf einem Sprachpegel dargeboten, bei dem erwartet wurde, dass die Probanden 70 bis 80 % der Wörter pro Liste verstanden, um sie mit dem Sprachmaterial bekannt zu machen. Die Variante, den Test mit ein oder zwei Testlisten „einzuüben“, wurde bewusst nicht gewählt, da keine Testlisten „geopfert“ werden sollten. Es sollten für alle Testlisten möglichst viele auswertbare Ergebnisse vorliegen. Der Eingangs-Sprachpegel wurde in den folgenden Listen sukzessiv in 1 dB-Schritten abgesenkt, bis der Proband nur noch 50 % der dargebotenen Wörter verstand. Lag seine Sprachverständlichkeit unter 50 %, wurde der Sprachpegel bei der folgenden Liste wieder um 1 dB heraufgesetzt. Der Sprachpegel pro Liste wurde konstant gehalten. Diesem Vorgehen zufolge liegen die meisten Testdaten für die Sprachverständlichkeit von 40 bis 60 % der RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten vor.

Die Anzahl der durchgeführten Messungen pro RSIT-Zahlen- und Einsilberliste sowie pro Sprachverständlichkeit in % ist in Anhang 5 aufgeführt.

3.4 Auswertung und Analyse der Ergebnisse

Die Antworten der Probanden wurden dokumentiert, falsch verstandene Wörter notiert und hinsichtlich möglicher Ursachen für die Fehlervarianten analysiert. Hierbei wurden Laut-Ersetzungen, -Einfügungen und -Auslassungen im An-, In- und Auslaut der Einsilber, falsch verstandene Zahlen in Einer- oder Zehner-Position sowie der Einfluss der Wort-Position innerhalb der Testliste

auf die Verständlichkeit der Wörter analysiert. Mit der Anzahl richtig wiederholter Wörter pro Liste und Pegel erfolgte für jeden Probanden die Ermittlung der prozentualen Sprachverständlichkeit.

Zur Überprüfung der phonemischen Ausgewogenheit erfolgte die Transkription der russischen Zahlwörter und Einsilber nach dem Internationalen Phonetischen Alphabet (IPA 2015). Die relative und absolute Häufigkeit der Vokale und Konsonanten sowie der Strukturtypen – Abfolge von Vokalen und Konsonanten in einem Wort (Exter et al. 2016) – in jeder einzelnen RSIT-Liste wurden ermittelt. Die Listen wurden einzeln untereinander und in Ihrer Gesamtheit verglichen. Die Zuordnung von Vokalen und Konsonanten zu den nach der DIN ISO 8253 vorgegebenen Klassen wurde überprüft.

Zur Überprüfung der perzeptiven Ausgewogenheit erfolgte die Bestimmung der Anzahl mindestens zehnmal falsch verstandener Wörter pro Liste und die Analyse der Fehlervarianten. Zusätzlich wurde die Gesamtanzahl der Fehler in jeder einzelnen Liste ermittelt.

Weiterhin wurde überprüft, ob die Position eines Wortes innerhalb einer Liste einen Einfluss auf seine Verständlichkeit hatte. Hierbei wurden am Anfang, in der Mitte und am Ende der Liste stehende Wörter verglichen. Für jedes Wort wurde die prozentuale Sprachverständlichkeit ermittelt.

Die gewonnenen Daten aller RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten wurden bezüglich der prozentualen Sprachverständlichkeit mit dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung überprüft. Die Überprüfung erfolgte mittels des Online Tools von Hemmerich, W. (2018). Statistik Guru: Normalverteilung online prüfen (<https://statistikguru.de/rechner/normalverteilung-rechner.html>).

Die mittleren 95 %-Vertrauensbereiche wurden zwischen den RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten für die Sprachverständlichkeit von 40 bis 60 % ermittelt und untereinander verglichen. Medianwerte und Standardabweichungen wurden berechnet und die Verteilung der Daten mit Histogrammen (Hey et al. 2016) bestimmt. Die Berechnungen der Median- und Mittelwerte, der Varianz, des Standardfehlers, der Konfidenzintervalle sowie die Erstellung der dazugehörigen Histogramme erfolgten mit dem Formel- und Diagramminventar von EXCEL®. Die Sprachverständlichkeit gemäß DIN ISO 8253 wurde sowohl auf Listen- als auch auf Einzelwortebene untersucht.

Zur Prüfung, ob die Sprachverständlichkeit eines Einsilbers auch von seiner Verbreitung in der modernen russischen Sprache abhängt, wurden die Probanden im Anschluss an den RETEST gebeten, in einem nicht standardisierten Fragebogen den Bekanntheitsgrad der im RSIT

verwendeten Einsilber in der russischen Gegenwartssprache einzuschätzen. Sie hatten für ihre Einschätzung die Wahl zwischen „bekannt“, „unbekannt“ und / oder „wenig bekannt“.

Anhand der vorliegenden Daten wurden gemäß DIN ISO 8253 die Sprachverständlichkeitsschwellen in Ruhe (L₅₀) für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten durch Medianwert-Berechnung der Rohdaten unter Einbeziehung der Standardabweichungen und Konfidenzintervalle ermittelt. Die Sprachverständlichkeitsschwellen in Ruhe für den Freiburger Zahlen- und Einsilbertest bilden ebenfalls Medianwerte ab (DIN 45626-1) Zudem wurden mit dem Newton-Raphson-Verfahren (MATLAB®) an die Rohdaten (d.h. Sprachverständlichkeit pro Sprachpegel) sigmoide Diskriminationsfunktionen angepasst. Dafür wurde für die RSIT-Zahlenlisten 0 % Sprachverständlichkeit bei 5 dB SPL und 100 % bei 35 dB SPL sowie für die RSIT-Einsilberlisten 0 % Sprachverständlichkeit bei 10 dB SPL und 100 % bei 50 dB SPL postuliert. Diese Werte wurden nicht gemessen, sondern aus dem vorliegenden Daten-Pool heraus als wahrscheinlich angenommen. Da der „statistische Fehler“ für alle Testlisten der gleiche ist, könnten auf diese Weise weitere Aussagen zum L₅₀ und zu den Bezugskurven des Sprachverstehens getroffen werden.

Gemäß DIN ISO 8253 erfolgte die Erstellung von Bezugskurven des Sprachverstehens in Ruhe für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten bei unterschiedlichen Sprachpegeln. In einer Tabelle wurde der Zusammenhang zwischen Sprachpegel und Sprachverständlichkeit aufgezeigt und die erforderlichen Pegel (Medianwerte) zum Erreichen einer Sprachverständlichkeit von 30, 40, 50, 60, 70, 80 und 90% bestimmt.

3.5 Retest

Am RETEST, der in der DIN ISO 8253 gefordert wird, nahmen von den ursprünglich 45 getesteten noch 20 Probanden teil, neun davon in der Altersnorm. Für einen Probanden im RETEST liegen nur Messungen mit den RSIT-Zahlenlisten 1-10 und den Einsilberlisten 1-6 vor, da er aus Zeitgründen früher abbrechen musste. Der RETEST folgte im Mittel fünf Monate auf den Test (Spanne: 2 bis 13 Monate). Das mittlere Alter der Probanden zum Untersuchungszeitpunkt lag hier bei 27,2 Jahren (Altersspanne: 17,4 bis 48,6 Jahre). Die im Vergleich zum TEST geringe Zahl der Teilnehmer am RETEST ist der großen Mobilität der getesteten Population geschuldet.

Die mittlere Test-Retest-Reliabilität wird nach DIN ISO 8253 als mittlerer 95 %-Vertrauensbereich über die Versuchspersonen für die Werte der Sprachverständlichkeit von 50, 60, 70, 80

und 90 % für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten angegeben. Für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest liegen nur Untersuchungen zur Test-Retest-Reliabilität der Einsilber-Testlisten vor (Holube et al. 2020; Winkler et al. 2016).

Analog zum Vorgehen von Holube et al. (2020) wurden listenunabhängig Test-Retest-Paare pro Probanden und Sprachverständlichkeit in % (50 bis 90 %) gebildet. Hierbei wurden aufeinander folgende Wortlisten miteinander kombiniert, welche die gleiche Sprachverständlichkeit bei bestimmten Sprachpegeln aufwiesen. Im Unterschied zur Untersuchung von Holube et al. (2020) haben wir nicht bei festen Präsentationspegeln dB SPL gemessen. Daher mussten wir unser Vorgehen bei der Bildung von „Test-Retest-Paaren“ adaptieren. Für die RSIT-Zahlenlisten wurden auf diese Weise 337 Paare und für die Einsilberlisten 164 Paare zusammengestellt. Die meisten Paare liegen jeweils für 50 und 60 % Sprachverständlichkeit vor. Für jedes Wertepaar wurden die Varianz, der Standardfehler und der 95 %-Vertrauensbereich ermittelt. Auch für diese Berechnungen wurde das Formelinventar von EXCEL® genutzt.

4 Ergebnisse der prospektiven Studie zur Evaluation des RSIT

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Charakteristika der Probanden-Population.

TABELLE 1 Übersicht über die Probanden-Population

| n | Geschlecht | besseres Ohr (Seite) | Alter zum Testzeitpunkt (Jahre) | Alter zum Re-Testzeitpunkt (Jahre) | Mittlerer HV (4FPTA) / besseres Ohr (dB HL) |
|----|------------|----------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|
| 1 | w | Rechts | 23,6 | 24,0 | 0 |
| 2 | w | Links | 25,7 | n.a. | 4,75 |
| 3 | w | Rechts | 20,9 | n.a. | 1,75 |
| 4 | w | Rechts | 24,1 | 24,4 | 0,5 |
| 5 | w | Links | 20,6 | 20,9 | 0 |
| 6 | w | Rechts | 21,4 | 22,5 | 4,25 |
| 7 | w | Links | 21,9 | 22,5 | 5,75 |
| 8 | w | Links | 19,1 | n.a. | 0,75 |
| 9 | w | Rechts | 29,6 | n.a. | 0,5 |
| 10 | w | Rechts | 30,4 | n.a. | 0 |
| 11 | w | Links | 30,5 | n.a. | 0,25 |
| 12 | w | Links | 30,8 | 31,4 | 0,75 |
| 13 | w | Rechts | 47,9 | 48,6 | 4 |
| 14 | w | Rechts | 41,2 | 41,9 | 2,5 |
| 15 | m | Rechts | 34,6 | 35,3 | 0,25 |
| 16 | w | Links | 36,7 | n.a. | 0,5 |

| n | Geschlecht | besseres Ohr (Seite) | Alter zum Testzeitpunkt (Jahre) | Alter zum Re-Testzeitpunkt (Jahre) | Mittlerer HV (4FPTA) / besseres Ohr (dB HL) |
|-------------|------------------|----------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|
| 17 | m | Links | 18,0 | n.a. | 3,25 |
| 18 | m | Rechts | 31,2 | n.a. | 0 |
| 19 | w | Links | 28,6 | n.a. | 4,5 |
| 20 | w | Links | 27,9 | n.a. | 1 |
| 21 | w | Rechts | 22,0 | 22,3 | 0,75 |
| 22 | w | Rechts | 30,7 | 32,0 | 1 |
| 23 | w | Rechts | 30,9 | 31,1 | 4,5 |
| 24 | w | Rechts | 18,5 | n.a. | 0 |
| 25 | m | Links | 15,8 | n.a. | 0 |
| 26 | w | Rechts | 22,4 | n.a. | 1,75 |
| 27 | w | Links | 32,7 | n.a. | 0 |
| 28 | w | Links | 29,1 | n.a. | 0 |
| 29 | w | Rechts | 18,0 | 18,7 | 0 |
| 30 | w | Links | 16,8 | 17,4 | 1 |
| 31 | w | Links | 20,3 | 20,9 | 1,25 |
| 32 | m | Rechts | 31,4 | 32,1 | 0 |
| 33 | w | Links | 31,0 | n.a. | 3,25 |
| 34 | w | Rechts | 40,5 | n.a. | 0 |
| 35 | w | Links | 36,0 | n.a. | 8 |
| 36 | w | Rechts | 31,8 | 32,1 | 0 |
| 37 | w | Links | 29,2 | 29,7 | 2 |
| 38 | m | Rechts | 29,1 | n.a. | 0 |
| 39 | w | Links | 27,9 | n.a. | 1 |
| 40 | m | Rechts | 53,1 | n.a. | 0 |
| 41 | w | Links | 16,3 | 16,8 | 0 |
| 42 | m | Rechts | 30,3 | n.a. | 0,5 |
| 43 | w | Links | 18,6 | 18,8 | 2 |
| 44 | w | Rechts | 36,3 | n.a. | 1,75 |
| 45 | w | Rechts | 40,3 | n.a. | 0,25 |
| 1-45 | 37 w, 8 m | 23 r, 22 l | Ø 28;3 Jahre | Ø 27;2 Jahre | Ø 1,45 dB HL |

Insgesamt liegen je 450 Messergebnisse für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten im TEST und je 200 Messungen im RETEST vor. Für die Einsilberlisten 7 bis 10 liegen nur 199 Messungen vor, da ein Proband den RETEST aus Zeitgründen abbrechen musste. Die russischen Zahlwörter wurden bei einem maximalen Pegel von durchschnittlich 29,5 dB SPL mit einer Spanne von 25 bis 33 dB SPL und einem mittleren minimalen Pegel von 12,5 dB SPL mit einer Spanne von 10 bis 15 dB SPL dargeboten. Russische Einsilber wurden bei einem maximalen Pegel von durchschnittlich 36 dB SPL mit einer Spanne von 35 bis 40 dB SPL und einem mittleren minimalen Pegel von 19,6 dB SPL bei einer Spanne von 16 bis 24 dB SPL geprüft. Sowohl die RSIT-Zahlen-

als auch die Einsilberlisten wurden jedem Probanden bei durchschnittlich fünf verschiedenen Pegeln präsentiert.

Die Anzahl der durchgeführten Messungen pro RSIT-Zahlen- und Einsilberliste sowie pro Sprachverständlichkeit in % ist in Anhang 5 aufgeführt. Anhang 6 enthält die Rohdaten der Messungen für die Sprachverständlichkeit in % pro Probanden und RSIT-Liste im TEST und RETEST. Wie aus Abb. 1 ersichtlich ist, liegen die meisten Ergebnisse für die Sprachverständlichkeit von 40 bis 60 % Sprachverständlichkeit für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten vor.

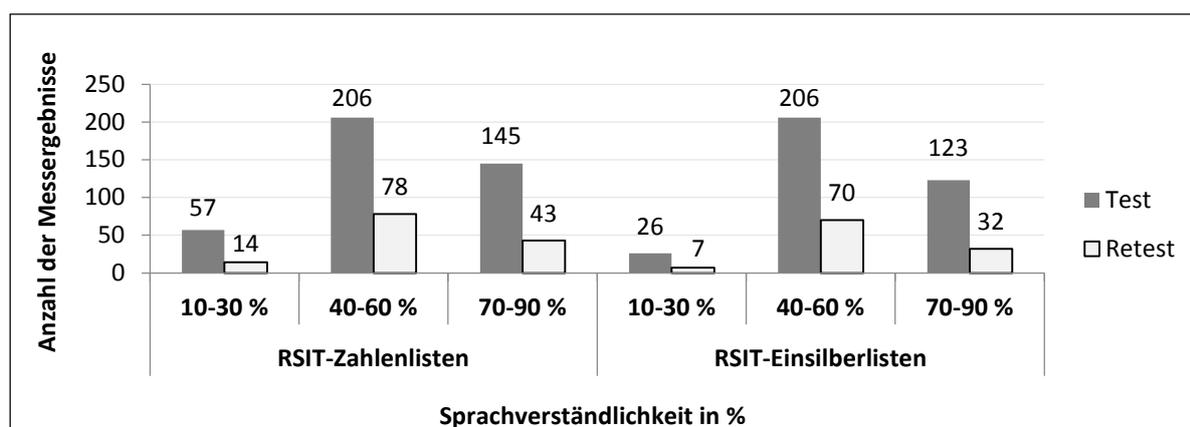


ABBILDUNG 1 Anzahl der Messergebnisse der 45 Probanden für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten 1-10 pro Untergruppe der Sprachverständlichkeit (10-30, 40-60 und 70-90 %) im TEST (450 Messungen) und RETEST (200 Messungen)

4.1 Phonemische Ausgewogenheit der RSIT-Testlisten

4.1.1 Phonemische Ausgewogenheit der RSIT-Zahlenlisten

Bei den RSIT-Zahlenlisten geht es nicht um die Überprüfung der phonemischen Ausgewogenheit im eigentlichen Sinne, da die verwendeten Phoneme durch die Zahlwörter vorgegeben sind. Die Ausgewogenheit über die Listen hinweg bezieht sich auf die gleichmäßige Verteilung der Einer- und Zehner-Zahlen in ihren verschiedenen Kombinationen, das balancierte Verhältnis von Vokalen und Konsonanten sowie der Silbenlänge und der Energiemaxima (= betonte Silben).

Wie unter Kapitel 2.5 beschrieben, besteht jede RSIT-Zahlenliste (zweistellige Zahlen von 11 bis 99) aus der gleichen Anzahl von Zahlwörtern mit je sechs, fünf, drei und vier Silben sowie einer einheitlichen Verteilung der Einer- und Zehnerzahlen (Sonntag 2014). Im Anhang 1 sind alle Zahlwörter des RSIT nach Listen sortiert aufgeführt. Das Verhältnis von 42 bis 43 Vokalen und 64 bis

67 Konsonanten pro Liste sowie die Verteilung von betonten und unbetonten Silben pro Liste sind ebenfalls ausgewogen. Das Kriterium „Übereinstimmung der Wortlänge (= Silbenanzahl)“ ist in allen RSIT-Zahlenlisten erfüllt.

Im Folgenden wird die Verteilung der einzelnen Vokale und Konsonanten, nach Phonemgruppen geordnet, auf die RSIT-Zahlenlisten dargestellt.

Die Vokale [a] und [e] stellen gleichwertig den größten Anteil der Vokal-Phoneme bei der Bildung russischer Zahlen von 10 bis 99, die in den vorliegenden Testlisten verwendet wurden. In unbetonten Silben werden sie zu [ə] und [ɪ] reduziert. Der Vokal [u] wird in der Wortbildung russischer Zahlen von 10 bis 99 nicht verwendet. Der Vokal [o] ist halb so häufig wie jeweils [a] und [e] vertreten und wird in unbetonten Silben zu [] und [] reduziert, der Vokal [i] findet sich halb so oft wie der Vokal [o] (Abb. 2).

Über die RSIT-Zahlenlisten verteilt kommen die Vokale [a] und [e] mit einer Anzahl von jeweils 13 bis 17 in etwa gleich häufig vor. In Liste 1 überwiegt [e], in Liste 8 ist [a] häufiger vertreten.

Der Vokal [i] ist mit einer Anzahl von vier bis fünf ausgewogen über alle Zahlenlisten verteilt. Der Vokal [o] tritt sieben bis neun Mal pro Liste auf. In den Listen 3, 4 und 7 sind die meisten [o]-Vokale vertreten (Abb. 2).

Die Vokallänge ist in der russischen Sprache kein konstitutives Merkmal für Phoneme. Da sie davon abhängt, ob eine Silbe betont oder unbetont ist, und es in unbetonten Silben zu Vokalreduzierungen bis zur Neutralisation der Vokalphonem-Eigenschaften kommen kann (Gabka 1980; Müller 2003), wurde auch das Verhältnis der betonten und unbetonten Silben sowie der betroffenen Vokale in den RSIT- Zahlenlisten untersucht (Abb. 2).

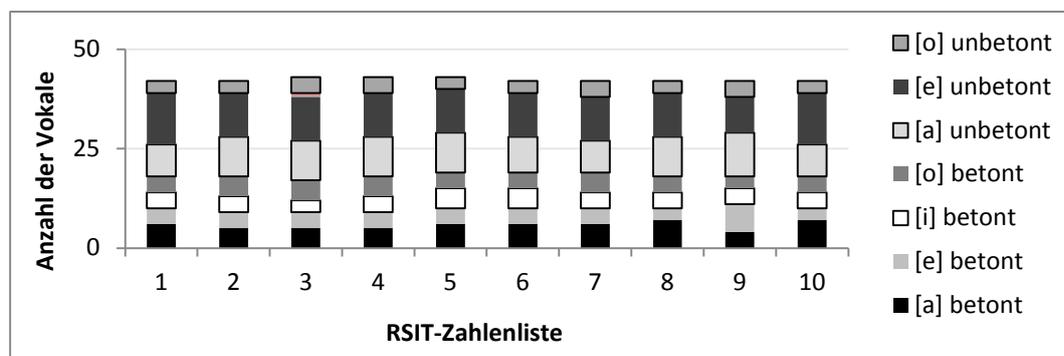


ABBILDUNG 2 Anzahl der betonten und unbetonten Vokal-Phoneme pro RSIT-Zahlenliste

Das Verhältnis von 18 bis 19 betonten und 23 bis 25 unbetonten Silben ist über alle RSIT-Zahlenlisten stabil. Während [i] bis auf eine Ausnahme in Liste 3 immer in betonter Stellung auftritt, findet sich [a] in manchen Listen doppelt so häufig in unbetonter Stellung und wird dann zu [] oder [ɪ] reduziert. Der Vokal [e] tritt dreimal so oft in unbetonten Silben auf, während sich [o] etwas häufiger in betonten Silben findet. Über die Listen verteilt ist das Auftreten der einzelnen Vokale in betonter und unbetonter Stellung recht heterogen. Betontes und unbetontes [e] im Verhältnis von 1:3 ist fast gleichwertig über die Listen verteilt. Ebenso sind in allen Listen betontes und unbetontes [o] mit einem kleinen Überhang der betonten Silben ausgewogen verteilt (Abb. 2).

Die Konsonanten, unterteilt in stimmhafte und stimmlose Plosive sowie Frikative, Liquide und Nasale, sind ebenfalls zum größten Teil ausgewogen über alle RSIT-Zahlenlisten verteilt (Abb. 3). Stimmlose Plosive sind fast doppelt so häufig wie stimmhafte Plosive (letztere treten vorwiegend im Anlaut auf und verlieren im Auslaut ihre Stimmhaftigkeit, wie auch die stimmhaften Frikative) (Gabka 1980; Müller 2003). Stimmhafte und stimmlose Frikative sind in einem Verhältnis von 1:3 über die Listen verteilt. Nasale sind fast doppelt so häufig wie Liquide vertreten, wobei [l] bei der Bildung der Zahlwörter nicht verwendet wird. Dieses Verhältnis ist über die Listen hinweg stabil, nur in den Listen 5 und 7 nähern sich die Werte für Nasale und [r] an. Die meisten stimmlosen Plosive enthalten die Listen 5 und 8. Die wenigsten stimmlosen Frikative enthält Liste 8.

Das Verhältnis von palatalisierten und nicht palatalisierten Konsonanten beträgt insgesamt 56 zu 44 % und variiert zwischen 34 und 39 palatalisierten Konsonanten pro RSIT-Zahlenliste. Die meisten palatalisierten Konsonanten enthält Liste 1, die wenigsten finden sich in Liste 10.

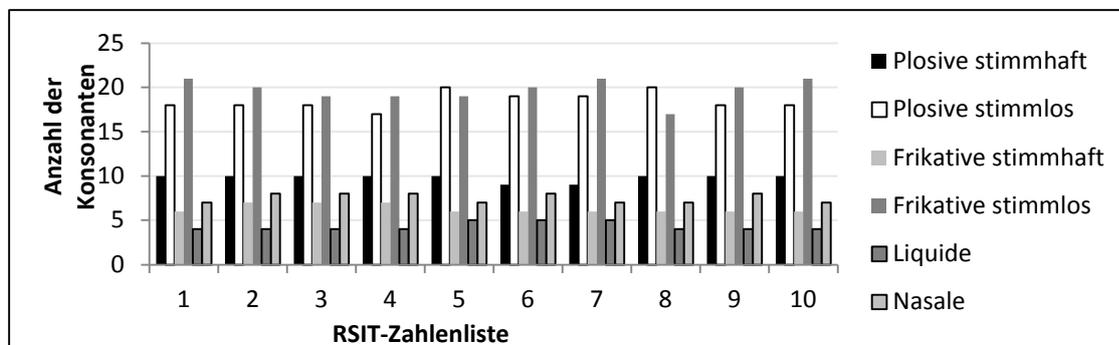


ABBILDUNG 3 Anzahl der Konsonanten-Phoneme pro RSIT-Zahlenliste

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die RSIT-Zahlenlisten phonemisch ausgewogen sind, die Anzahl der Vokal- und Konsonantenphoneme balanciert ist sowie Silbenlänge und Anzahl der Energiemaxima (Silben mit betonten Vokalen) übereinstimmen.

4.1.2 Phonemische Ausgewogenheit der RSIT-Einsilberlisten

Der RSIT-Einsilbertest besteht aus 741 Phonemen: 200 Vokale (27 %) und 541 Konsonanten (73 %). Die Anteile der einzelnen Phonem-Gruppen an den Konsonanten der RSIT-Einsilber zeigen sich wie folgt: 32 % stimmlose Plosive, 9 % stimmhafte Plosive, 22 % stimmlose Frikative, 6 % stimmhafte Frikative, 22 % Liquide und 9 % Nasale.

Wie unter Kapitel 2.5 beschrieben, besteht jede RSIT-Einsilberliste aus der gleichen Anzahl von Wörtern mit je fünf, vier und drei Phonemen (Sonntag 2014). Nur in Liste 10 sind es sieben Wörter mit drei Phonemen und elf Wörter mit vier Phonemen. Im Anhang 2 sind alle Einsilber des RSIT nach Listen sortiert, mit der Transkription nach IPA und der deutschen Übersetzung sowie der jeweiligen Sprachverständlichkeit der Wörter in % im TEST und RETEST aufgeführt. Das Verhältnis zwischen Vokalen und Konsonanten (der verschiedenen Phonem-Gruppen) ist in allen zehn RSIT-Einsilberlisten mit jeweils 20 Vokalen und 54 (Liste 1 bis 9) bzw. 55 (Liste 10) Konsonanten pro Liste ausgeglichen. Der Anteil der palatalisierten Konsonanten liegt im Durchschnitt bei 13 Konsonanten pro Liste (Spannbreite: neun bis 17 Konsonanten pro Liste). Auch die Kombination der einzelnen Vokale mit Konsonanten der verschiedenen Phonem-Gruppen ist in allen RSIT-Einsilberlisten einheitlich.

Im Folgenden wird die Verteilung der einzelnen Vokale und Konsonanten, nach Phonemgruppen geordnet, sowie der Strukturtypen (Aufeinanderfolge von Vokalen und Konsonanten innerhalb einer Silbe) auf die RSIT-Einsilberlisten dargestellt.

Die Vokale [a] und [o] einerseits treten (fast) doppelt so häufig auf wie die Vokale [e], [i] und [u] andererseits (Abb. 4). In der geringeren Anzahl der (hellen) Vokale [e] und [i] ist z.T. auch der geringere Anteil palatalisierter Konsonanten begründet. Bezüglich der Anzahl der Vokale [a] und [o] sind die Listen 1, 2, 3, 4 und 10 ausgeglichen. In den Listen 1, 2, 3, 4 und 10 ist die Verteilung der Phoneme [i], [e] und [u] ausgeglichen.

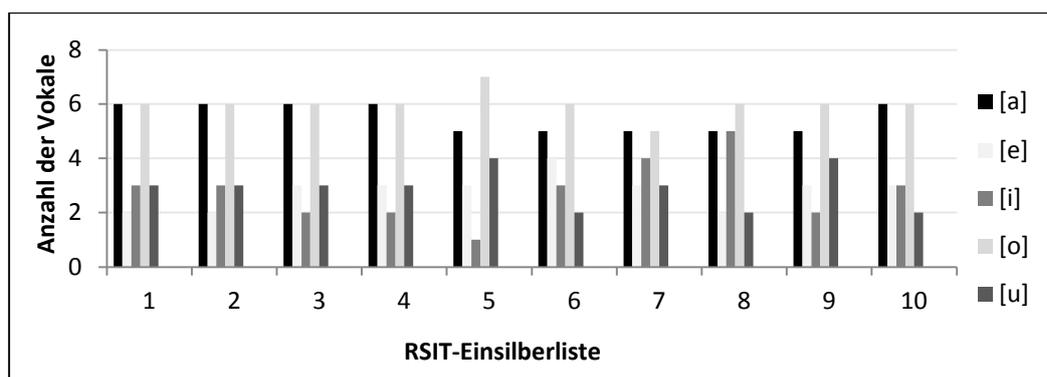


ABBILDUNG 4 Anzahl der Vokal-Phoneme pro RSIT-Einsilberliste

Die Verteilung der Konsonanten ist für die Liquide und Nasale weitestgehend über alle russischen Einsilberlisten ausgeglichen (Abb. 5). Die stimmhaften Plosive machen etwas weniger als ein Drittel der Plosive insgesamt aus, die stimmhaften Frikative nur ein Viertel aller Frikative.

Die stimmhaften Plosive finden sich schwerpunktmäßig im Anlaut. An anderen Positionen werden sie, wie auch die stimmhaften Frikative, aufgrund der Assimilation oder des Stimmtönverlusts oft stimmlos gesprochen (Gabka 1980; Müller 2003).

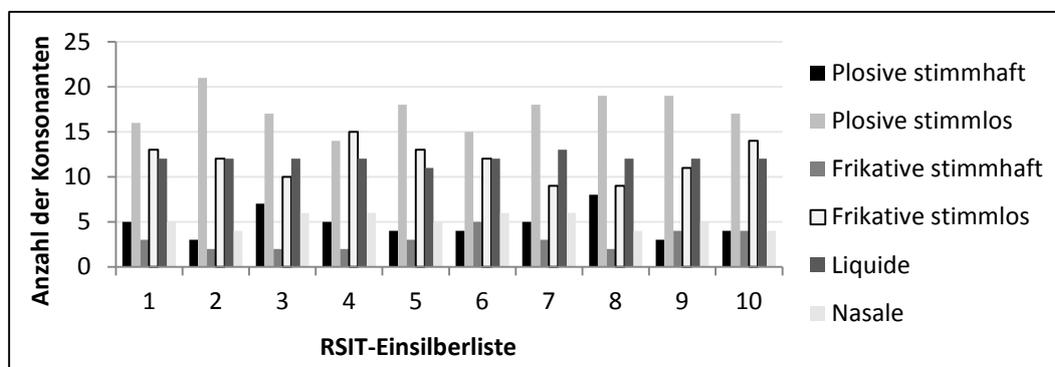


ABBILDUNG 5 Anzahl der Konsonant-Phoneme pro RSIT-Einsilberliste

Wie auch in der deutschen Sprache und bei den Einsilbern des Freiburger Sprachverständlichkeitstests (Exter et al. 2016) ist der Strukturtyp KVK (Konsonant-Vokal-Konsonant) bei den russischen Einsilbern am häufigsten. Er ist über alle Einsilberlisten ausgewogen verteilt, am stärksten in Liste 6 und am schwächsten in Liste 10 vertreten. Der zweithäufigste Strukturtyp KVKV (Konsonant-Konsonant-Vokal-Konsonant) tritt am häufigsten in Liste 2 auf und ist in Liste 1 am wenigsten

vertreten. (Abb. 6). Damit weicht Liste 1 etwas in der Verteilung der Strukturtypen von den anderen Listen ab.

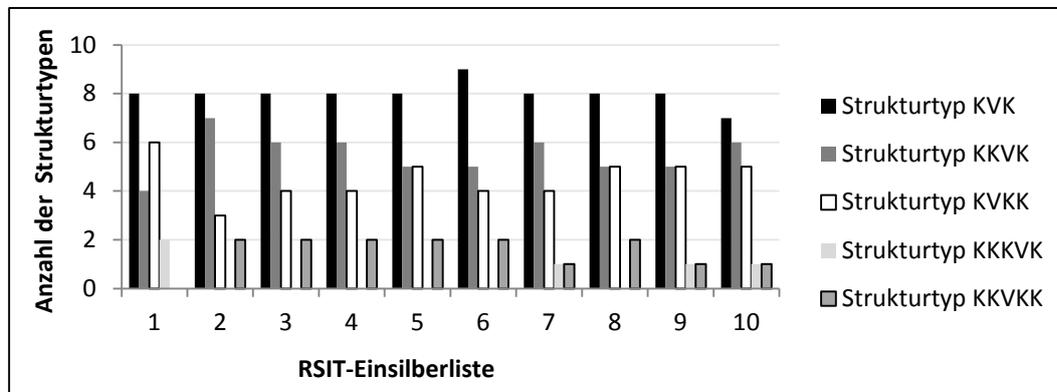


ABBILDUNG 6 Relative Häufigkeit der Strukturtypen (Abfolge von Vokalen (V) und Konsonanten (K) innerhalb einer Silbe) in den RSIT-Einsilberlisten

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die RSIT-Einsilberlisten größtenteils phonemisch ausgewogen sind, die Anzahl der Vokal- und Konsonantenphoneme sowie die Kombination der einzelnen Vokale mit Konsonanten der verschiedenen Phonem-Gruppen balanciert ist. Auch die Verteilung der einzelnen Strukturtypen über die Einsilberlisten ist ausgewogen.

Der RSIT ist somit über die Zahlen- und Einsilber-Testlisten phonemisch mehrheitlich ausgeglichen.

4.2 Perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Testlisten

4.2.1 Perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Zahlenlisten

4.2.1.1 Sprachverständlichkeit auf Listenebene

Die Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{50} für die RSIT-Zahlenlisten liegt bei 20,0 dB SPL (Median der L_{50} für die RSIT-Zahlenlisten 1-10) (Abb. 7).

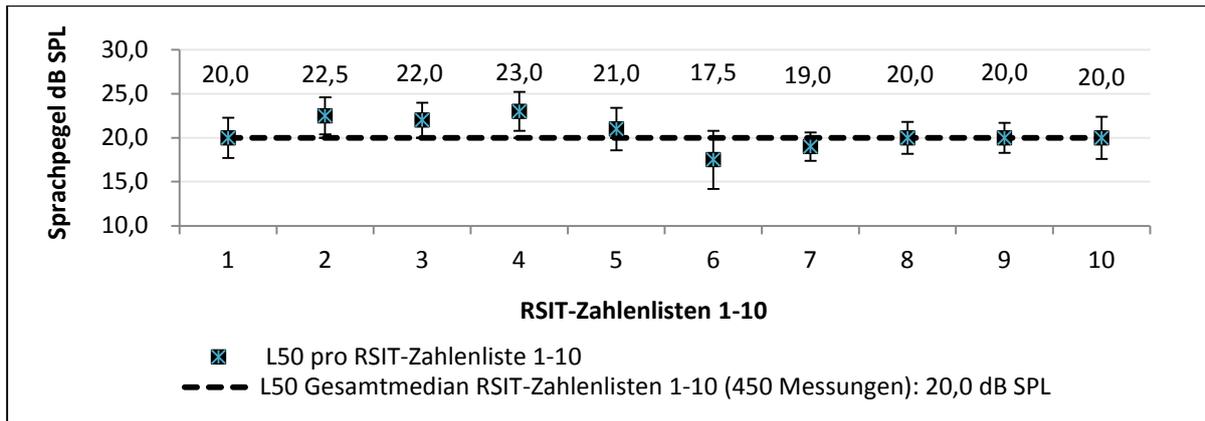


ABBILDUNG 7 Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{50} (dB SPL) für die RSIT-Zahlenlisten 1-10 sowie Gesamtmedian über alle Listen: 20,0 dB SPL

Vier Listen (2, 3, 4 und 6) weichen um mehr als ± 1 dB vom Gesamtmedian ab. Die perzeptive Äquivalenz von Liste 9 kann nicht beurteilt werden, da die Daten für den L_{50} nicht normalverteilt sind. Die Konfidenzintervalle liegen für alle Listen außerhalb der geforderten Norm von ± 1 dB (Spanne: 1,6 dB bis 3,3 dB).

Aufgrund der spezifischen Datenlage – die meisten Ergebnisse liegen für 40 bis 60 % Sprachverständlichkeit vor – werden im Folgenden die mittleren 95 %-Vertrauensbereiche zwischen den RSIT-Listen für die Sprachverständlichkeit von 40 bis 60 % der russischen Zahlen sowie Einsilber dargestellt und untereinander verglichen. Dieses Verfahren bietet sich auch deshalb an, da die Mediane der Sprachpegel für 40, 50 und 60 % Sprachverständlichkeit der RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten relativ nah beieinanderliegen (vgl. [Tab. 2](#) und [3](#)).

Die Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{40-60} für die russischen Zahlen liegt ebenfalls bei 20,0 dB SPL (Median der L_{40-60} für die RSIT-Zahlenlisten 1-10) ([Abb. 8](#)).

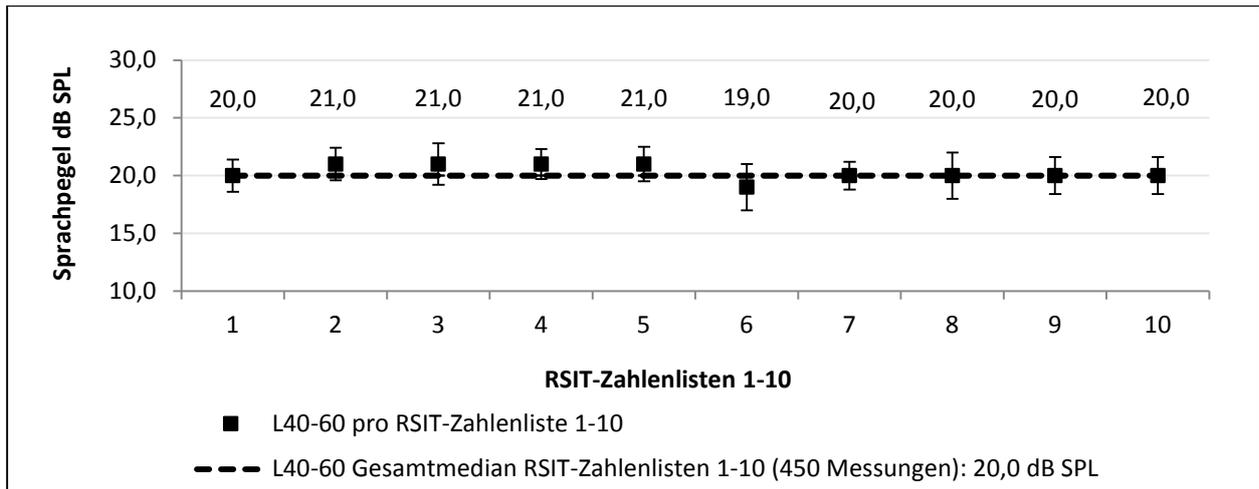


ABBILDUNG 8 Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{40-60} (db SPL) für die RSIT-Zahlenlisten 1-10 sowie Gesamtmedian über alle Listen: 20,0 db SPL

Betrachtet man den Sprachpegel, der für das Erreichen von **40 bis 60 %** Sprachverständlichkeit in der jeweiligen RSIT-Zahlenliste erforderlich ist, können alle Testlisten als perceptiv ausgewogen gelten, mit Abweichungen vom Gesamtmedian von $\pm 0,0$ bis 1,0 dB. Somit können die RSIT-Zahlenlisten auf Listenebene insgesamt als perceptiv ausgewogen gelten.

4.2.1.2 Sprachverständlichkeit auf Einzelwortebene

Insgesamt wurden 6500 Zahlwörter im TEST und RETEST dargeboten (je 100 Zahlwörter für 45 Probanden im TEST und 20 Probanden im RETEST). Allgemein lässt sich feststellen:

Pegelunabhängig wurden 2690 Wörter mindestens einmal falsch verstanden. 59 % der Zahlwörter wurden somit richtig verstanden. 40 % der falsch verstandenen Wörter (= 1075 Wörter) wurden überhaupt nicht verstanden. 113 Zahlwörter (= 2 %) wurden mindestens zehnmal gar nicht verstanden.

In allen zehn Testlisten wurde genau eine Zahl (im TEST und RETEST) immer verstanden: die 41. Im RETEST wurden zusätzlich die Zahlen 24 (Liste 8 und 9), 48 (Liste 5), 64, 65 (Liste 10) und 66 immer richtig verstanden. Im Anhang 1 sind alle Zahlwörter des RSIT aufgeführt.

Je 14 / 13 Zahlen wurden im TEST zu mindestens 80 % bzw. mindestens 90 % verstanden:

- 80 % wurden die Zahlen 15 (Liste 5), 16, 23, 28, 35, 36, 42, 44, 46, 54, 60, 61, 64, 65 (Liste 1) richtig verstanden,

- 90 % wurden die Zahlen 21, 22, 24 (Liste 8 und 9), 25, 26, 32, 45, 48 (Liste 4 und 5), 51, 65 (Liste 10) und 66 richtig verstanden.

Mit nur 9, 16 und 18 % waren die Zahlen 93 (Liste 10), 99 (Liste 9) und 77 (Liste 1) im TEST am schlechtesten verständlich. Maximal 20 % Verständlichkeit im TEST erreichten die Zahlen 79 (Liste 4) und 93 (Liste 2).

Im TEST und RETEST waren die gleichen Zahlwörter gut oder schlecht verständlich.

Zur genaueren Analyse werden die Ergebnisse nach den folgenden Gesichtspunkten strukturiert:

- Gesamtverteilung der richtig verstandenen Zahlwörter in % sowie einzeln für jede RSIT-Zahlenliste,
- Verständlichkeit der Zehner-Zahlen,
- Verständlichkeit der Einer-Zahlen,
- Anzahl der (wie häufig) korrekt oder falsch verstandenen Zahlwörter insgesamt und pro Zahlenliste im TEST,
- Einfluss der Position der Zahlwörter in den Listen 1-10:
 - Mittlere Verständlichkeit der Zahlwörter in Abhängigkeit von ihrer Position innerhalb der Liste,
 - Verständlichkeit der 16 Zahlwörter, die jeweils in zwei Listen (in z.T. unterschiedlichen Positionen) auftraten.

Die Verteilung der (wie oft) richtig verstandenen Zahlwörter in % im TEST, insgesamt für alle RSIT-Zahlenlisten 1-10 sowie für jede Zahlenliste einzeln, zeigen die Histogramme der Verständlichkeit auf Einzelwortebene (analog zu Hey et al. 2016) (Abb. 9 bis 10).

Weder die Histogramme für alle zehn RSIT-Zahlenlisten im TEST (Abb. 9) noch die Histogramme der Sprachverständlichkeit für die einzelnen Listen im TEST (Abb. 10) weisen eine Normalverteilung auf. Die listenbezogene Verteilungsfunktion der Sprachverständlichkeit auf Einzelwortebene zeigt ebenfalls große Unterschiede.

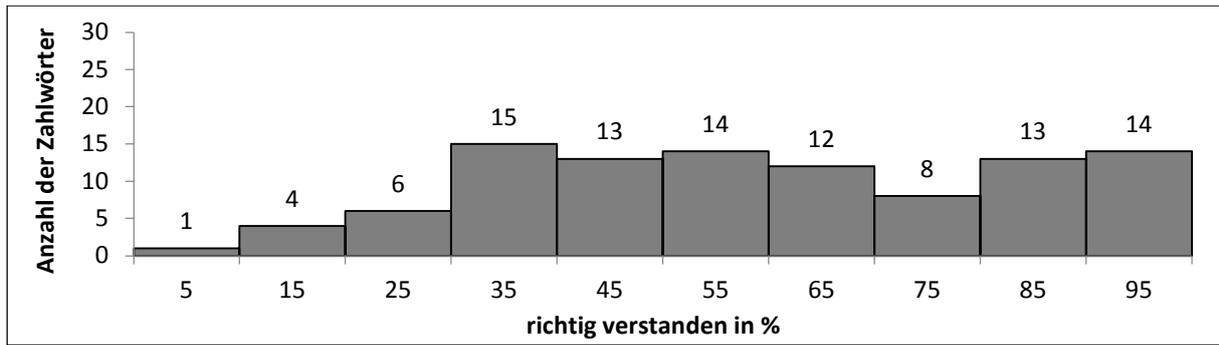


Abbildung 9 Histogramm der Verständlichkeit auf Einzelwortebene für alle 100 Zahlwörter des RSIT (Klassenbreite 10 %) für alle gemessenen Listen (TEST: n = 4500 Wörter)

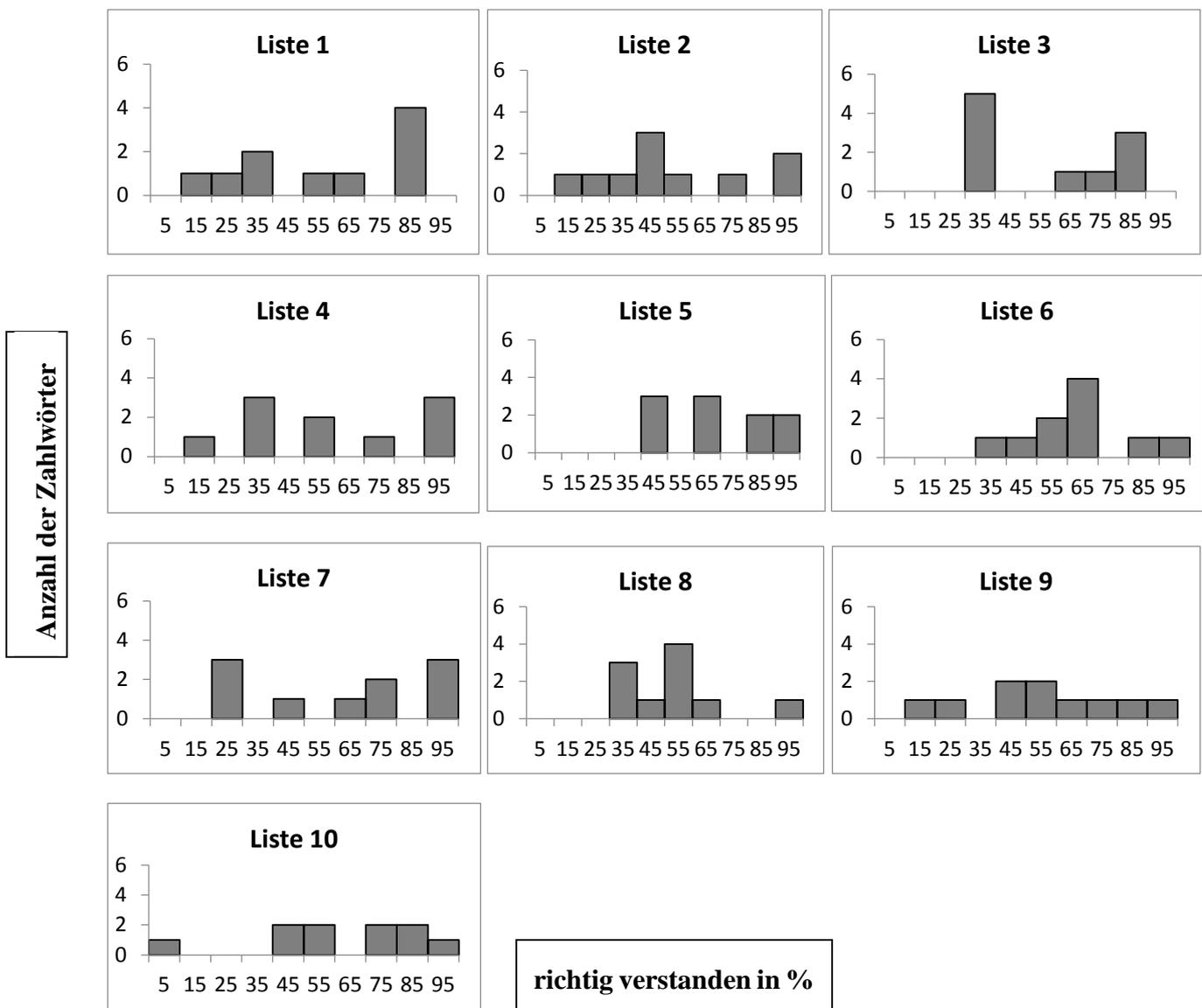


Abbildung 10 Histogramme der Verständlichkeit auf Einzelwortebene der jeweils 10 Zahlwörter der RSIT-Zahlenlisten 1-10 (im TEST)

Insgesamt wurden die Zehner-Zahlen seltener falsch verstanden als die Einer-Zahlen (802:998). Die Zehner 50, 90 und 70 wurden am häufigsten falsch verstanden. 50 wurde am häufigsten durch 60 ersetzt (154-mal) sowie 60 als 50 (51-mal) gehört. 50 ist im vorliegenden Daten-Korpus die am wenigsten verständliche Zehner-Zahl. 20 und 40 wurden fast immer richtig verstanden, gefolgt von 10 und 80 (Abb. 11). Am häufigsten weggelassen wurden 10 und 30, gefolgt von 80 und 90.

Die Einer 1, 2, 4, 5 und 6 wurden meistens richtig verstanden, gefolgt von 0 und 8. Am häufigsten wurden die Einer 3, 7 und 9 falsch verstanden. Die Zahlen 3, 7 und 9 wurden zudem am häufigsten untereinander ersetzt. 7 ist die am schlechtesten verständliche Einer-Zahl im vorliegenden Daten-Korpus (Abb. 12). Einer-Zahlen wurden sehr viel seltener als Zehner-Zahlen weggelassen (62:187), am häufigsten fiel die 0 weg (50-mal).

Die russischen Zahlen 7 und 9 sind somit sowohl in der Einer- als auch in der Zehner-Position schlecht verständlich bzw. werden oft durch andere Zahlen ersetzt.

In den mehr als zehnmals gar nicht verstandenen Zahlwörtern finden sich häufig diese Einer- und Zehner-Zahlen. In den Listen 3, 4 und 9 finden sich die Zehner 70 und 90 insgesamt dreimal. 93 und 97 als Kombination schwer verständlicher Einer und Zehner kommen jeweils zweimal in den Testlisten vor.

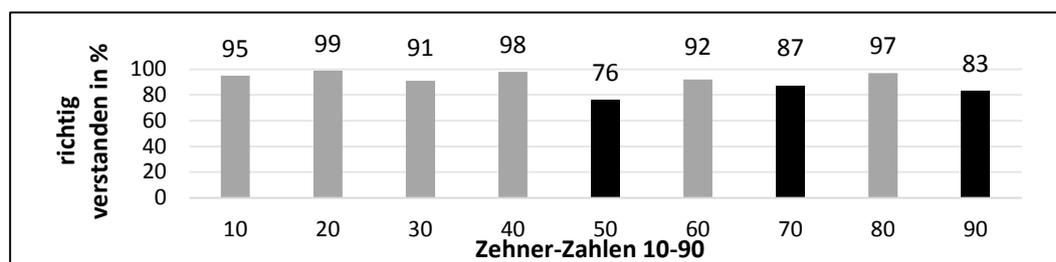


ABBILDUNG 11: RSIT-Zahlenlisten 1-10: Anteil richtig verstandener Zehner-Zahlen in % (TEST und RETEST: $n = 650$ Messungen), schwarze Kolumnen: die am wenigsten verständlichen Zehner-Zahlen

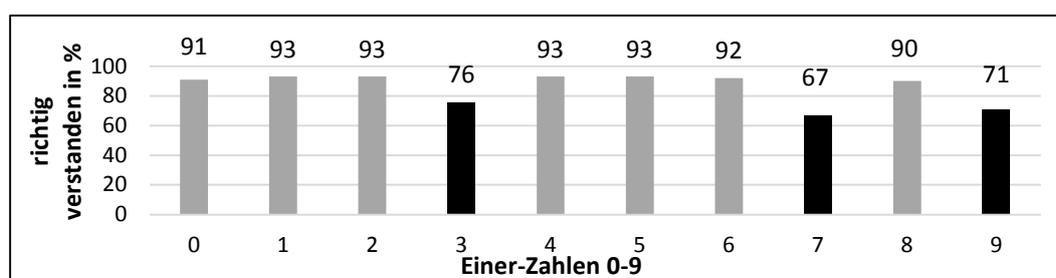


ABBILDUNG 12 RSIT-Zahlenlisten 1-10: Anteil richtig verstandener Einer-Zahlen in % (TEST und RETEST: $n = 650$ Messungen), schwarze Kolumnen: die am wenigsten verständlichen Einer-Zahlen

Liste 8 weist im TEST die meisten falsch verstandenen Zahlwörter auf, gefolgt von den Listen 6 und 9. In Liste 6 überwiegen allerdings die nur 15 bis 19-mal falsch verstandenen Wörter. In Liste 3 finden sich die meisten 25 bis 29-mal falsch verstandenen Zahlen sowie in den Listen 3, 4 und 7 die meisten 35 bis 40-mal falsch verstandenen Zahlen. Einen hohen Anteil von 10 bis 14-mal falsch verstandenen Zahlwörtern weisen die Listen 5, 7 und 10 auf. Insgesamt am meisten richtig verstandene Zahlen finden sich in den Listen 1 und 5 (Abb. 13). Für die richtig verstandenen Zahlwörter gilt dies auch im RETEST. Die meisten falsch verstandenen Zahlwörter im RETEST enthält Liste 2.

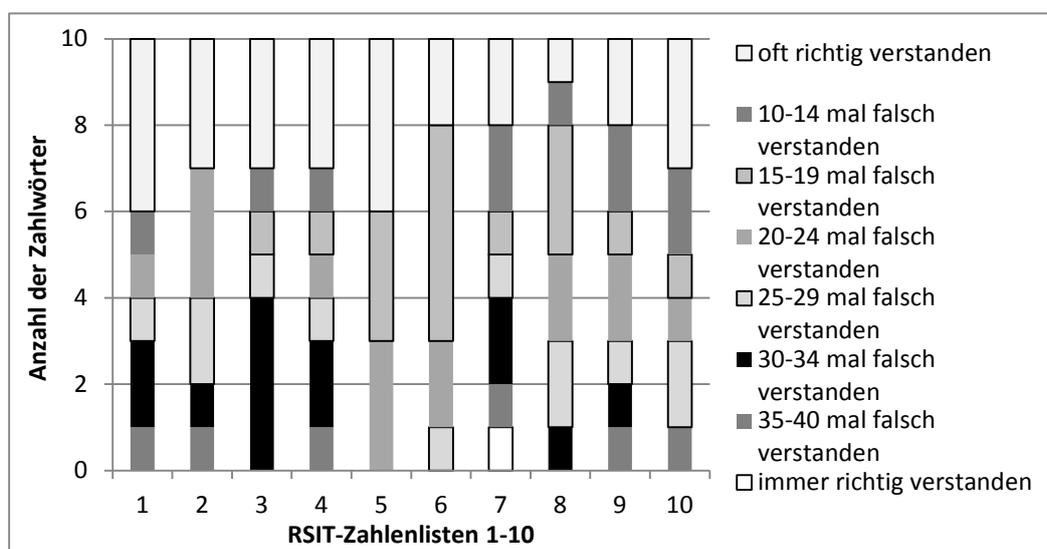


ABBILDUNG 13 Anzahl der (wie häufig) korrekt oder falsch verstandenen Zahlwörter pro RSIT-Zahlenliste im TEST ($n = 450$ Messungen), RSIT-Zahlenlisten 1-10: insgesamt 100 Wörter

Liste 5 enthält die wenigsten Fehlinterpretationen (falsch oder gar nicht verstandene Zahlwörter). Die meisten falsch verstandenen Wörter finden sich in den Listen 2 und 3, die meisten gar nicht verstandenen Wörter in der Liste 2. Die Ergebnisse für TEST und RETEST weisen nur geringfügige Unterschiede auf.

Von den 16 doppelt vergebenen Zahlen (= insgesamt 32 Zahlwörter) erreichten 16 Zahlwörter eine Sprachverständlichkeit von 50 %. In jeweils zwei Testlisten vertreten waren die Zahlen 15, 24, 33, 34, 47, 48, 50, 59, 64, 65, 71, 80, 82, 93, 96 und 97. In sieben Fällen erreichten die Zahlen in

beiden Listen eine Sprachverständlichkeit von 50 %. Drei Zahlenpaare erreichten eine Sprachverständlichkeit von 80 % in beiden Listen. Insgesamt nur ein Zahlenpaar erreichte eine Sprachverständlichkeit von 20 %.

Es wurde untersucht, ob die Position der Zahlwörter innerhalb der jeweiligen RSIT-Zahlenliste einen Einfluss auf ihre Verständlichkeit hatte.

Die in Abb. 14 aufgeführte mittlere Verständlichkeit der Zahlwörter im TEST und RETEST in Abhängigkeit von ihrer Position innerhalb der RSIT-Zahlenlisten 1-10 zeigt (größtenteils geringe) Unterschiede zwischen den einzelnen Positionen. Andererseits stimmt die Verteilung der mittleren Verständlichkeit der Zahlwörter in Abhängigkeit von ihrer Position im TEST und RETEST überein. Die beste Verständlichkeit wird demnach an vierter und zehnter Stelle der Zahlenlisten erreicht. Die Zahlwörter an achter Stelle waren am schlechtesten verständlich, gefolgt von der ersten Position.

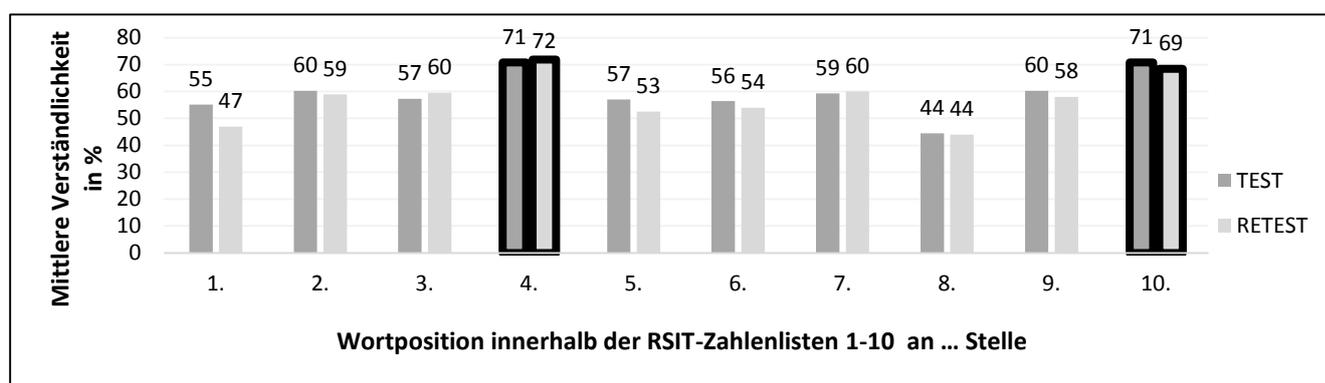


ABBILDUNG 14 Mittlere Verständlichkeit der Zahlwörter in % in Abhängigkeit von ihrer Position innerhalb der RSIT-Zahlenlisten 1-10 (im TEST und RETEST: $n = 650$ Messungen, schwarze Kontur: größte mittlere Verständlichkeit)

Diese Ergebnisse zur Sprachverständlichkeit ließen sich auch für die 16 Zahlen bestätigen, die jeweils in zwei Testlisten auftraten. Von den insgesamt 32 Zahlen befanden sich drei Zahlen am Ende einer Liste und eine Zahl am Anfang. Die übrigen 28 Zahlen lagen jeweils in der Mitte, d.h. sie hatten einen Vorgänger und einen Nachfolger innerhalb der Liste.

Auch hier wurden die Zahlen in der Anfangs-Position bzw. an achter Stelle innerhalb einer Testliste am schlechtesten sowie an vierter oder zehnter Position am besten verstanden.

4.2.2 Perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Einsilberlisten

4.2.2.1 Sprachverständlichkeit auf Listenebene

Die Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{50} für die russischen Einsilber liegt bei 28,5 dB SPL (Median der L_{50} für die russischen Einsilberlisten 1-10) (Abb. 15)

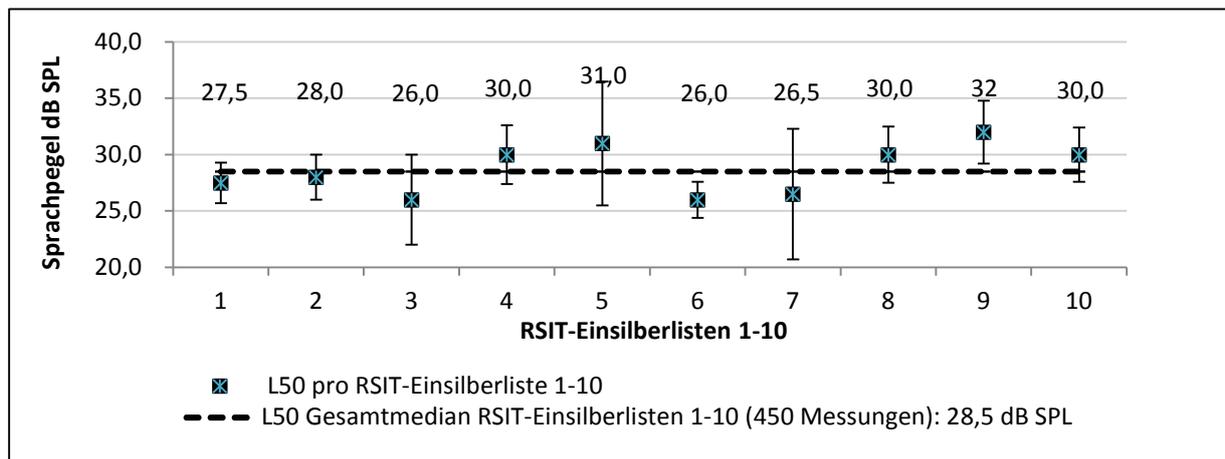


ABBILDUNG 15 Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{50} (dB SPL) für die RSIT-Einsilberlisten 1-10 sowie Gesamtmedian über alle Listen: 28,5 dB SPL

Nur zwei Listen (1 und 2) weichen um maximal ± 1 dB vom Gesamtmedian ab. Drei Listen (4, 8, 10) weichen um 1,5 dB sowie eine weitere Liste (7) um 2 dB vom Gesamtmedian ab. Für die Listen 3, 5, 9 und 10 lässt sich die perzeptive Äquivalenz zudem nicht beurteilen, da die Daten für den L_{50} nicht normalverteilt sind. Die Konfidenzintervalle liegen für alle Listen außerhalb der geforderten Norm von ± 1 dB (Spanne: 1,6 bis 5,8 dB).

Die Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{40-60} für die russischen Einsilber liegt bei 30,0 dB SPL (Abb. 16). Für die Listen 9 und 10 kann die perzeptive Äquivalenz nicht beurteilt werden, da die Daten für den L_{40-60} nicht normalverteilt sind.

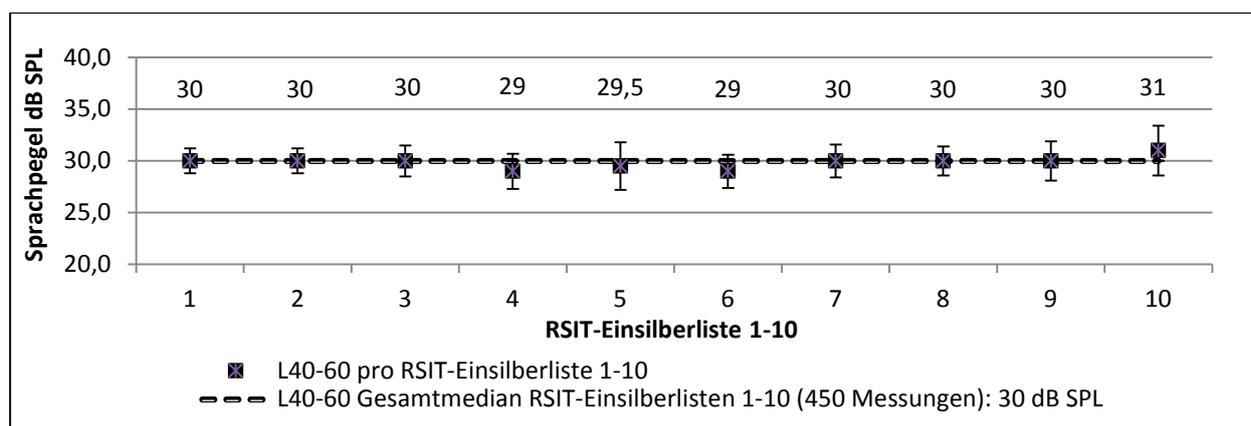


ABBILDUNG 16 Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{40-60} (dB SPL) für die RSIT-Einsilberlisten 1-10 sowie Gesamtmedian über alle Listen: 30 dB SPL

Betrachtet man den Sprachpegel dB SPL, der für das Erreichen von 40 bis 60 % Sprachverständlichkeit in den einzelnen Testlisten russischer Einsilber erforderlich ist, können alle Testlisten als perceptiv ausgewogen gelten, mit Abweichungen vom Gesamtmedian von $\pm 0,0$ bis 1,0 dB.

Da für diese Prozentgruppe der Sprachverständlichkeit die meisten Werte vorliegen und bei einer Sprachverständlichkeit von 50 % die größte Streuung erwartet wird bzw. die Diskriminationsfunktion die größte Steigung aufweist (Balji et al. 2016; Hoth 2016; Hoppe 2016), können die RSIT-Einsilberlisten als perceptiv ausgeglichen gelten.

4.2.2.2 Sprachverständlichkeit auf Einzelwortebene

Insgesamt wurden 12920 Einsilber im TEST und RETEST dargeboten (je 200 Einsilber für 45 Probanden im TEST und 19 bis 20 Probanden im RETEST). Davon wurden 5422 Wörter pegelunabhängig mindestens einmal falsch verstanden. Im Anhang 2 sind alle Einsilber des RSIT (mit der Transkription nach IPA und der deutschen Übersetzung) sortiert nach ihrer Sprachverständlichkeit in % im TEST und RETEST aufgeführt. 58 % der dargebotenen Einsilber wurden somit richtig verstanden. 18 % der falsch verstandenen Einsilber (= 996 Wörter) wurden gar nicht verstanden. Neunzehn Einsilber wurden mindestens zehnmal gar nicht verstanden.

Genau zwei der insgesamt 200 Wörter wurden im TEST immer richtig verstanden: „ [klʲju ʲ] (= Schlüssel)¹ und „ [ʲaj] (= Tee). Beide Wörter weisen einen stimmlosen Frikativ und den Vokal [a] oder [u] auf. Sie bestehen aus drei oder vier Phonemen und sind im Alltagswortschatz sehr gebräuchlich. Im RETEST wurden zusätzlich die vier Wörter „ [ʲan] (= Bottich), „ [dar] (= Geschenk), „ [grusʲtʲ] (= Traurigkeit) und „ [ʲprʲits] (= Spritze) immer richtig verstanden. Drei Viertel der Einsilber wurden mehr als zehnmal falsch verstanden, vier Wörter wurden fast immer falsch verstanden (Abb. 17).

Im TEST war der Einsilber „ [plast] (= Schicht) mit nur 2 % am schlechtesten verständlich. Mit nur 11 % Verständlichkeit folgten die Einsilber „ [vʲetʲ] (= Zweig), „ [vʲint] (= Schraube), „ [kulʲt] (= Kult) und „ [stolp] (= Säule). Im RETEST waren die gleichen Einsilber schlecht verständlich. Im RETEST wurde „ [vʲetʲ] (= Zweig) überhaupt nicht verstanden. Nur im RETEST erreichten „ [stok] (= Schober), „ [xor] (= Chor), „ [rʲif] (= Riff), „ [vol] (= Ochse), „ [rant] (= Kante), „ [xot] (= Gang) und „ [pulʲs] (= Puls) eine maximale Verständlichkeit von 15 %.

Bis auf sechs Ausnahmen wurden die Einsilber mit fünf Phonemen, unabhängig davon, welchem Strukturtyp sie angehören, oft falsch verstanden.

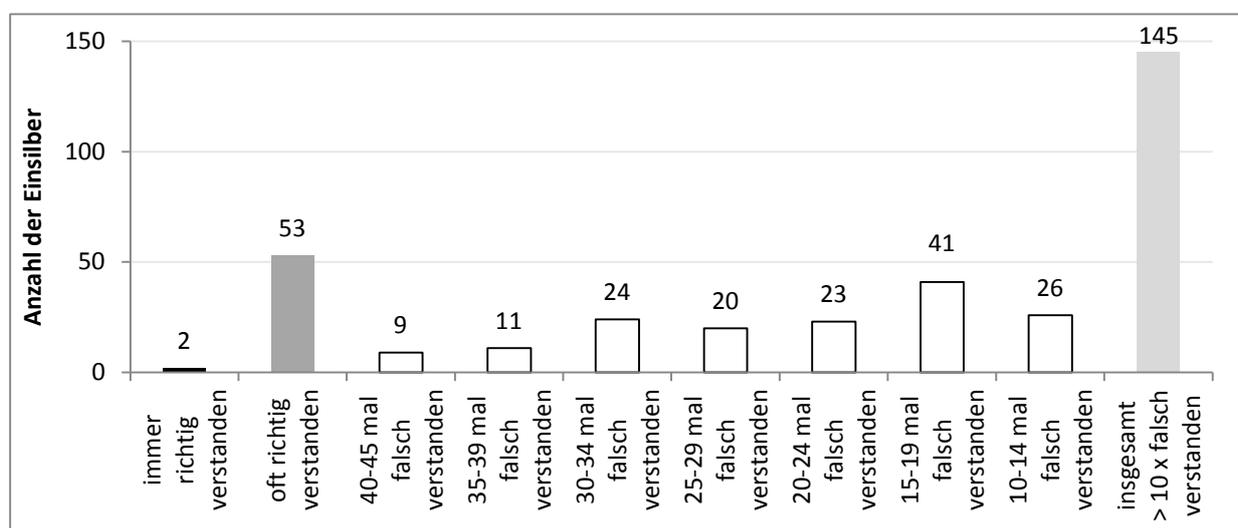


ABBILDUNG 17 Anzahl der (wie häufig) korrekt oder falsch verstandenen Einsilber im TEST, RSIT-Einsilberlisten 1-10: insgesamt 200 Wörter

¹ Die Übersetzungen entstammen für alle Einsilber bis auf „ [plast] und „ [stolp]: Daum E, Schenk W. Schulwörterbuch Russisch. Berlin: Langenscheidt 2001. Die Übersetzungen für „ [klʲju ʲ] und „ [ʲaj] entstammen <https://de.pons.com/uebersetzung/russisch-deutsch/> und <http://www.etranslator.ro/de/russisch-deutsch-online-uebersetzer.php>.

Zur genaueren Analyse werden die Ergebnisse nach den folgenden Gesichtspunkten strukturiert:

- Gesamtverteilung der richtig verstandenen Einsilber in % sowie einzeln für jede RSIT-Einsilberliste,
- Verteilung der richtig verstandenen Einsilber in % für die RSIT-Einsilberlisten 1-10 insgesamt sowie für jede Liste einzeln,
- Einfluss der Position der Einsilber in den RSIT-Einsilberlisten 1-10:
 - Mittlere Verständlichkeit der Einsilber in Abhängigkeit von ihrer Position innerhalb der RSIT-Einsilberlisten.

Es zeigte sich, dass im TEST und RETEST die gleichen Wörter häufig falsch verstanden wurden. Die Liste 1, gefolgt von den Listen 2, 4, 6 und 7 enthält die meisten falsch verstandenen Einsilber im TEST. Insgesamt 17 Einsilber wurden mindestens zehnmal, zwei Wörter mindestens 20-mal gar nicht verstanden. Wörter, die fast immer falsch verstanden wurden (über 40-mal) finden sich in den Listen 2, 4 und 6. Die meisten häufig richtig verstandenen Wörter enthält Liste 10, gefolgt von den Listen 3 und 9 (Abb. 18).

Im RETEST enthalten die Listen 1 und 6 die meisten falsch verstandenen Einsilber. Das Wort, das immer falsch verstanden wurde (20-mal), findet sich in Liste 1. Die meisten häufig richtig verstandenen Einsilber finden sich in Liste 5, gefolgt von den Listen 3 und 10.

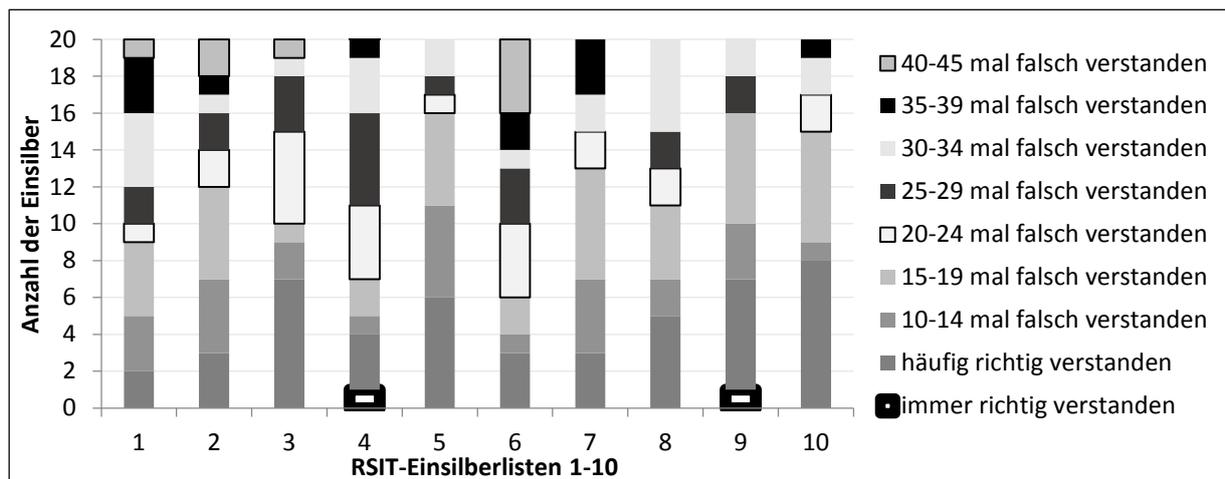


ABBILDUNG 18 Anzahl der (wie häufig) korrekt oder falsch verstandenen Einsilber pro RSIT-Einsilberliste im TEST, RSIT-Einsilberlisten 1-10 ($n = 450$ Messungen): insgesamt 200 Wörter

Liste 6 enthält sowohl die meisten falsch als auch gar nicht verstandenen Einsilber im vorliegenden Datenkorpus. Für die Anzahl falsch verstandener Varianten folgen die Listen 1, 4 und 2; für die Anzahl gar nicht verstandener Einsilber folgt die Liste 7.

Die Verteilung der im TEST (wie oft) richtig verstandenen Einsilber in %, insgesamt für alle RSIT-Einsilberlisten 1-10 sowie für jede Einsilberliste einzeln, zeigen die Histogramme des Verstehens auf Einzelwortebene (analog zu Hey et al. 2016) (Abb. 19 bis 20).

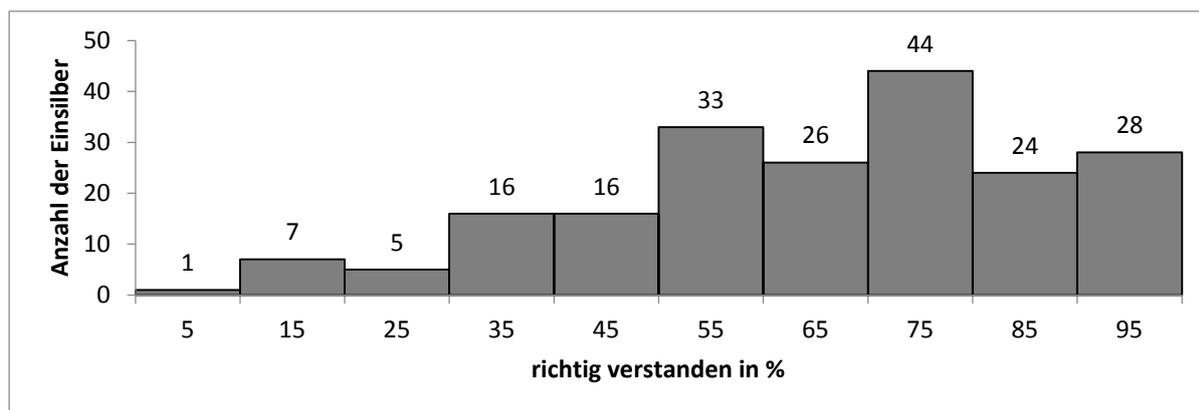
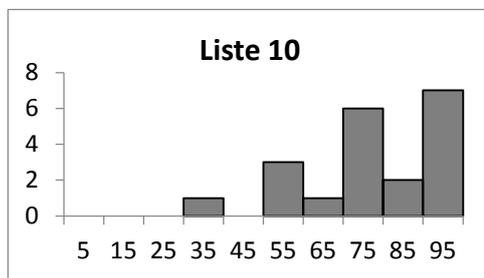
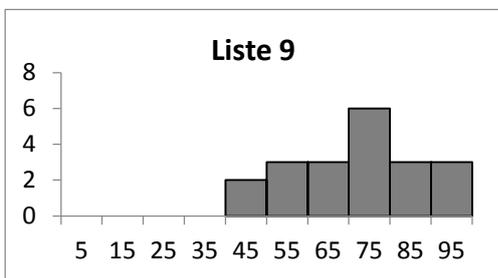
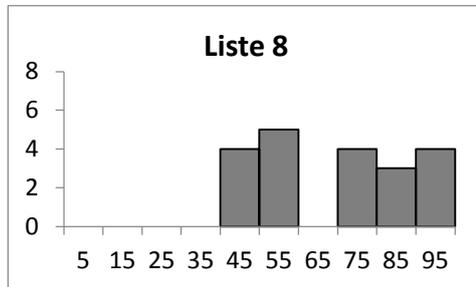
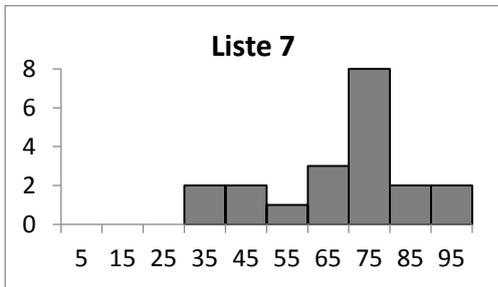
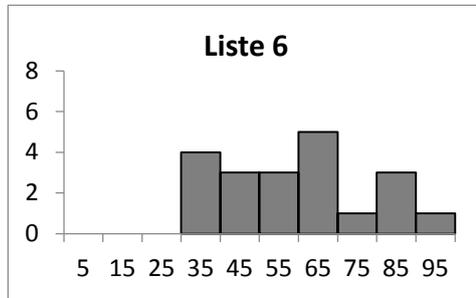
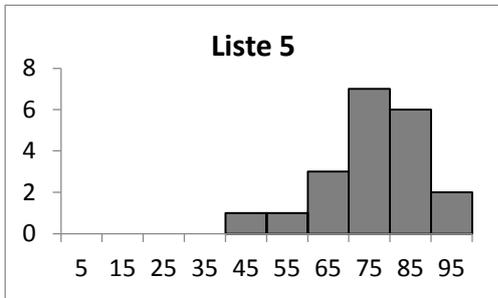
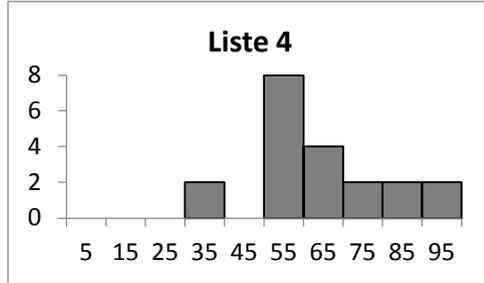
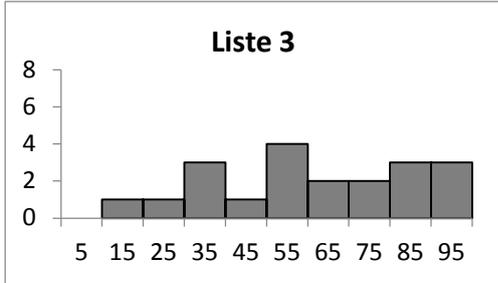
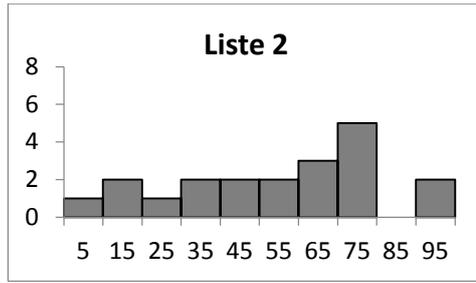
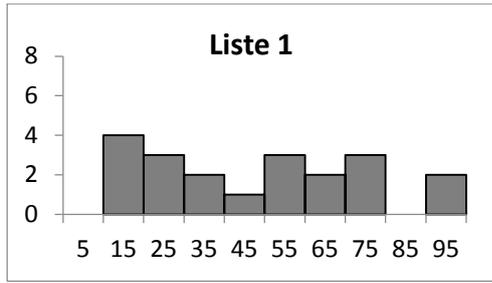


ABBILDUNG 19 Histogramm der Verständlichkeit auf Einzelwortebene für alle 200 Einsilber des RSIT und alle gemessenen Listen ($n = 9000$ Wörter im TEST)

Anzahl der Einsilber



richtig verstanden in %

ABBILDUNG 20 Histogramme der Verständlichkeit auf Einzelwortebene der jeweils 20 Einsilber der RSIT-Einsilberlisten 1-10 (im TEST)

Weder die Histogramme für alle zehn RSIT-Einsilberlisten im TEST ([Abb. 19](#)) noch die Histogramme der Sprachverständlichkeit für die einzelnen Listen im TEST ([Abb. 20](#)) zeigen graphisch eine Normalverteilung. Die listenspezifische Verteilungsfunktion der Sprachverständlichkeit auf Einzelwortebene weist große Unterschiede auf, so dass der RSIT-Einsilbertest auf Einzelwortebene nicht perzeptiv ausgewogen ist.

Es wurde untersucht, ob die Position der Einsilber innerhalb der jeweiligen RSIT-Einsilberliste einen Einfluss auf ihre Verständlichkeit hatte.

Schaut man sich die Ergebnisse aus TEST und RETEST darauf an, welche Position innerhalb der RSIT-Einsilberlisten 1-10 im Durchschnitt die am besten verständlichen Wörter enthält, kommt man zu dem übereinstimmenden Resultat, dass die Positionen 6 und 13 die beste mittlere Verständlichkeit hervorbringen ([Abb. 21](#)).

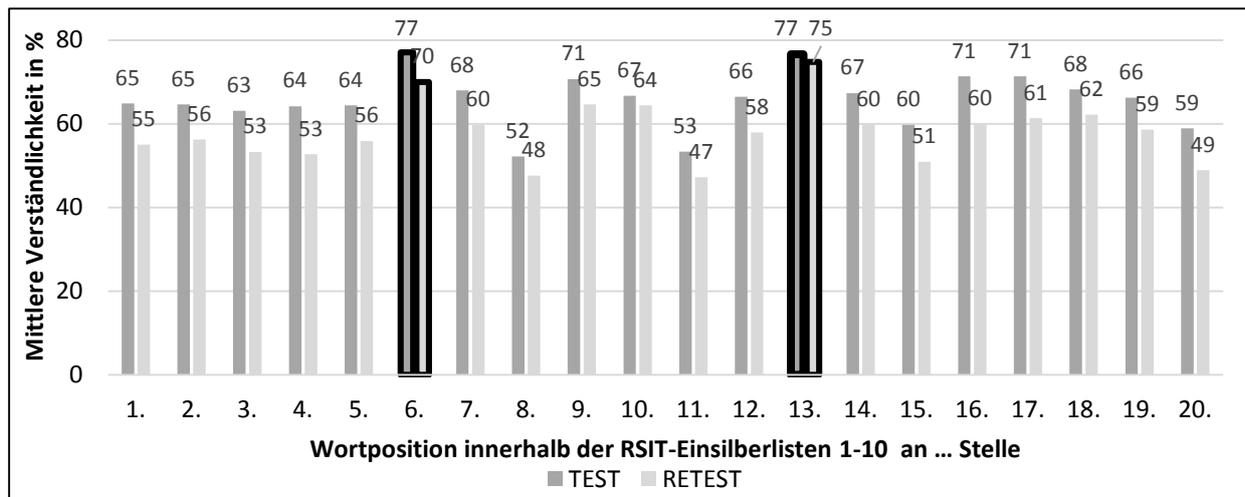


ABBILDUNG 21 Mittlere Verständlichkeit der Einsilber in % in Abhängigkeit von ihrer Position innerhalb der RSIT-Einsilberlisten 1-10 (TEST und RETEST: $n=650$ Messungen, schwarze Kontur: größte mittlere Verständlichkeit)

4.2.2.3 Sprachverständlichkeit auf Phonem-Ebene

Im TEST und RETEST wurden 47868 Phoneme dargeboten. 87 % der Phoneme wurden korrekt verstanden, 9 % wurden durch andere Phoneme ersetzt und 4 % wurden weggelassen. Die Phonem-Auslassungen wurden durch 2 % neu eingefügter Phoneme zur Hälfte kompensiert.

Die Lauteinfügungen sowie die Lautersetzungen betrafen zu 95 % Konsonanten und zu 5 % Vokale. Für die Lautauslassungen galt, dass nur zu 0,2 % Vokale betroffen waren.

Die meisten **Lautsubstitutionen** finden sich im An- und Auslaut der Einsilber, je 45 % (Abb. 22). Über die Hälfte der Lautersetzungen an Konsonanten betreffen Plosive (52 %), knapp ein Drittel Frikative (29 %). Damit sind Plosive im Vergleich zu ihrem Auftreten in den Einsilbern (41 %) stärker betroffen, Liquide werden im Vergleich zu ihrem Auftreten (22 %) sehr viel seltener ersetzt.

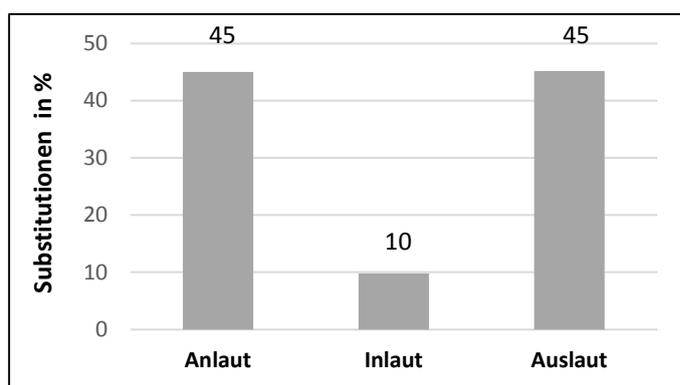


ABBILDUNG 22 Phonem-Substitutionen im An-, In- und Auslaut der RSIT-Einsilber (200 Wörter, $n = 650$ Messungen im TEST und RETEST) in %

Für die weitere Auswertung werden die Phonem-Substitutionen, die mehr als 20-mal stattgefunden haben, herangezogen: davon betroffen sind 70 % der Ersetzungen an Plosiven, 54 % der Frikativ-Ersetzungen, 37 % der Substitutionen an Affrikaten, 57 % der Liquid-Ersetzungen, 51 % der Substitutionen an Nasalen und 57 % der Vokal-Ersetzungen.

Die Plosive haben den höchsten Anteil an der Phonem-Ersetzung hinsichtlich der Stimmhaftigkeit (Abb. 23). Alle Ersetzungen fanden innerhalb der gleichen Phonem-Gruppe statt, d.h. stimmlose Plosive wurden durch stimmhafte Plosive ersetzt und umgekehrt. Gleiches galt für Frikative. Da Konsonanten in der russischen Sprache im Auslaut grundsätzlich stimmlos gesprochen werden (Gabka 1980; Müller 2003), fanden die beschriebenen Ersetzungen ausschließlich im Anlaut statt. Insgesamt machten diese Ersetzungen 24 % der mindestens 20-mal stattgefundenen Konsonanten-Substitutionen aus.

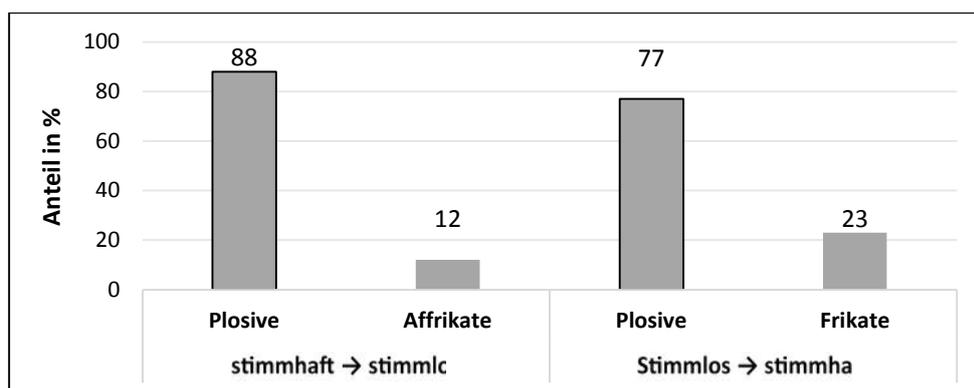


ABBILDUNG 23 Anteil der Phonem-Gruppen an der Lautsubstitution stimmloser (durch stimmhafte) Konsonanten (der gleichen Phonem-Gruppe) und umgekehrt im Anlaut der RSIT-Einsilber (200 Wörter, $n = 650$ Messungen im TEST und RETEST) in %

Während für die Plosive, Affrikate, Liquide und Nasale die meisten Ersetzungen innerhalb der gleichen Phonem-Gruppe stattfanden, wurden die Frikative vornehmlich durch Plosive ersetzt (Abb. 24). Die häufigsten Phonem-Ersetzungen im Anlaut betreffen die Konsonanten [b], [p], [g], [k] und [v], im Auslaut [t] und [s] sowie im Inlaut [l']² (Abb. 25 bis 27).

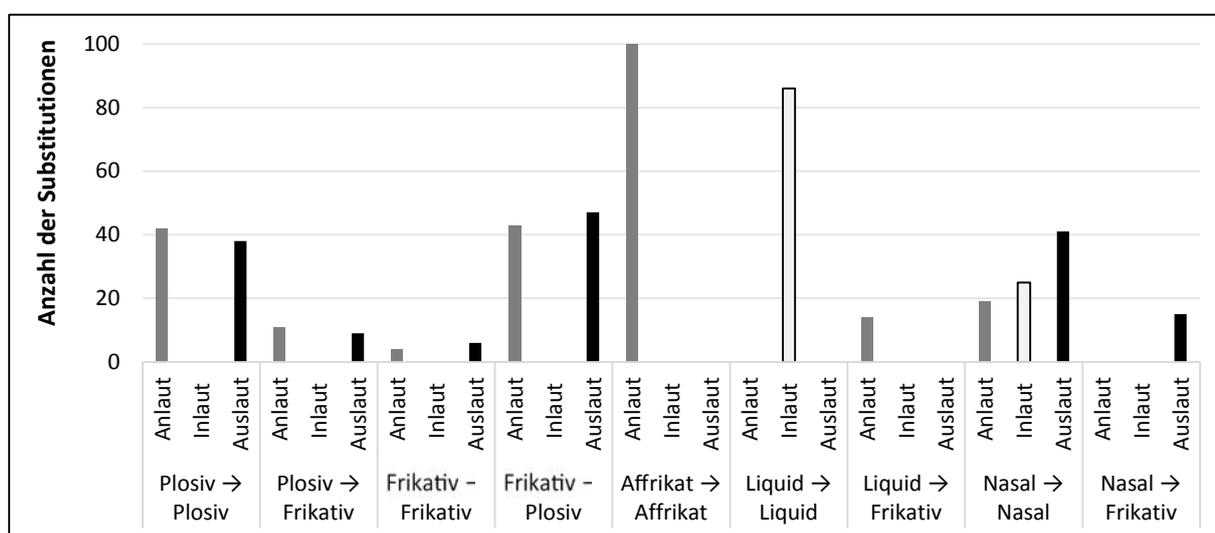


ABBILDUNG 24 Phonem-Substitutionen innerhalb der Phonem-Gruppen im An-, In- und Auslaut der RSIT-Einsilber in % (Anlaut: dunkelgraue Säulen, Inlaut: hellgraue Säulen mit schwarzer Kontur und Auslaut: schwarze Säulen)

² Aus Gründen der besseren Lesbarkeit werden die palatalisierten Einzel-Konsonanten mit dem nach- und hochgestellten diakritischen Zeichen ['] und nicht mit dem in der IPA verwendeten [j] transkribiert.

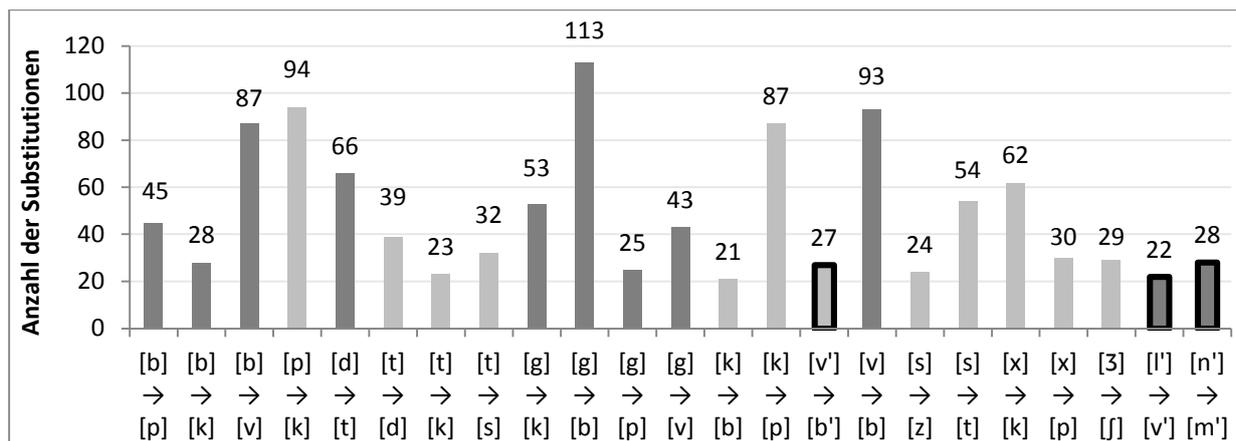


ABBILDUNG 25 Die häufigsten Lautsubstitutionen im Anlaut der RSIT-Einsilber (hellgraue Säulen: stimmlose Konsonanten; dunkelgraue Säulen: stimmhafte Konsonanten; mit Kontur: palatalisierte Konsonanten)

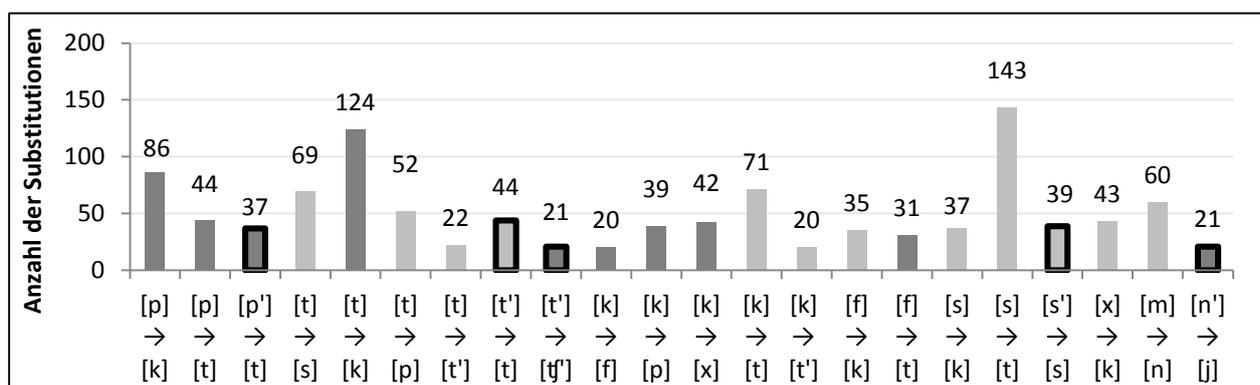


ABBILDUNG 26 Die häufigsten Lautsubstitutionen im Auslaut der RSIT-Einsilber (hellgraue Säulen: Phonem-Ersetzung innerhalb dergleichen Phonem-Gruppe; dunkelgraue Säulen: Phonem-Ersetzung in einer anderen Phonem-Gruppe; mit Kontur: palatalisierte Konsonanten)

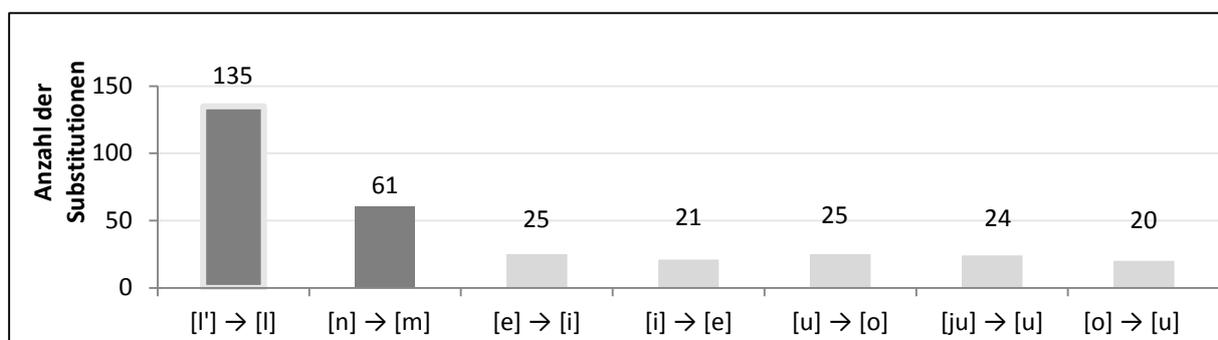


ABBILDUNG 27 Die häufigsten Lautsubstitutionen im Inlaut der RSIT-Einsilber (dunkelgraue Säulen: Konsonanten – palatalisierter Liquid [mit Kontur] und Nasal -, hellgraue Säulen: Vokale)

Während im Anlaut hauptsächlich die Plosive [b], [p], [d], [t], [g] und [k] sowie die Frikative [v], [vʰ], [s], [ʃ], und [x], die Affrikate [tʃ], der Liquid [lʰ] sowie der Nasal [nʰ] von den Phonem-Ersetzungen betroffen sind, werden im Auslaut vorrangig die stimmlosen Plosive [p], [t], [tʰ], und [k], die stimmlosen Frikative [f], [s], [sʰ] und [x] sowie die Nasale [m] und [nʰ] ersetzt. Im Inlaut werden vor allem der Liquid [lʰ] sowie der Nasal [n] und die Vokale [e], [i], [u], [ju] und [o] ersetzt. Die Vokale [i] und [e] einerseits, [u] und [o] andererseits werden dabei zumeist gegenseitig ersetzt. Der Vokal [a] wird fast immer richtig verstanden. Von den palatalisierten Konsonanten sind [tʰ], [vʰ], [sʰ], [lʰ] und [nʰ] betroffen (Abb. 25 bis 27).

Die meisten **Lauteinfügungen** entstammen den Phonem-Gruppen der Plosive (50 %) und Frikative (28 %). Die häufigsten Lauteinfügungen im Anlaut sind Plosive, gefolgt von Frikativen. Im Inlaut werden zumeist Liquide, gefolgt von Frikativen eingefügt. Im Auslaut werden wieder vornehmlich Plosive eingefügt. Zahlenmäßig die häufigsten Lauteinfügungen bilden Plosive im Auslaut (Abb. 28). Im Anlaut werden [k] und [s], im Inlaut [s] und [r] sowie im Auslaut [t] am häufigsten eingefügt. Bis auf [tʰ] werden schwerpunktmäßig nicht palatalisierte Konsonanten eingefügt (Abb. 29).

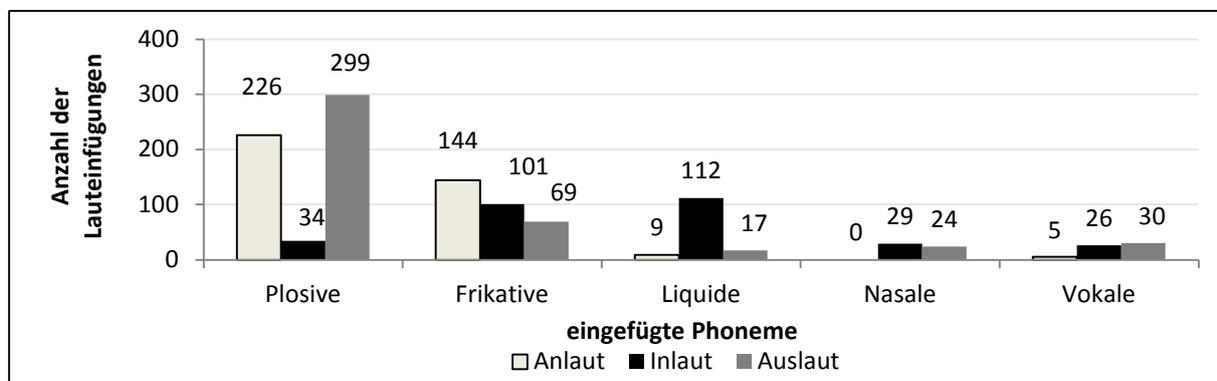


ABBILDUNG 28 Anzahl der Lauteinfügungen im An-, In- und Auslaut der RSIT-Einsilber nach Phonemgruppen sortiert

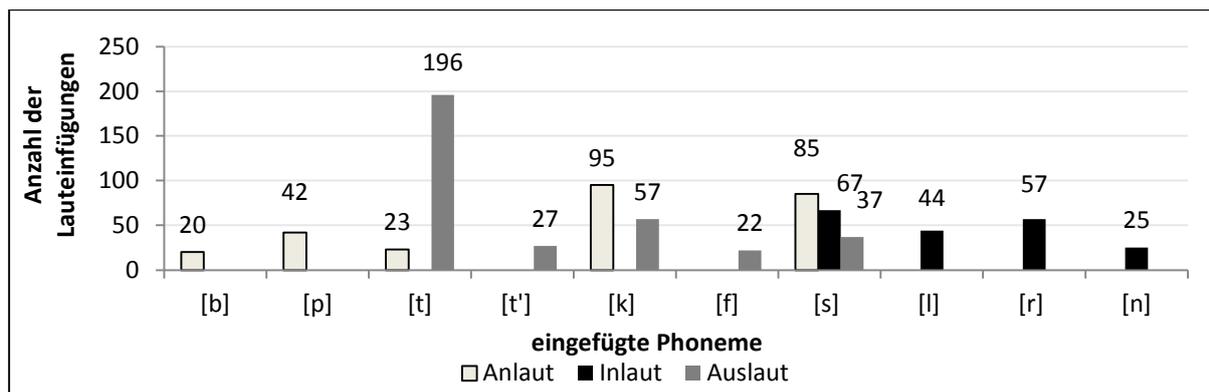


ABBILDUNG 29 Die häufigsten Lauteinfügungen im An-, In- und Auslaut der RSIT-Einsilber

Die meisten **Lautauslassungen** entstammen wiederum den Phonem-Gruppen der Plosive (46 %) und Frikative (41 %), wobei die Frikative stärker als bei den Lauteinfügungen vertreten sind. Vokale werden nicht ausgelassen.

Die häufigsten Lautauslassungen im Anlaut betreffen Frikative, gefolgt von Plosiven. Im Inlaut werden zumeist Frikative ausgelassen. Im Auslaut werden vornehmlich Plosive ausgelassen. Zahlenmäßig die häufigsten Lautauslassungen (wie auch Lauteinfügungen) bilden Plosive im Auslaut (Abb. 30). Im Anlaut wird [s], im Inlaut [s'] sowie im Auslaut [t] am häufigsten ausgelassen (Abb. 31).

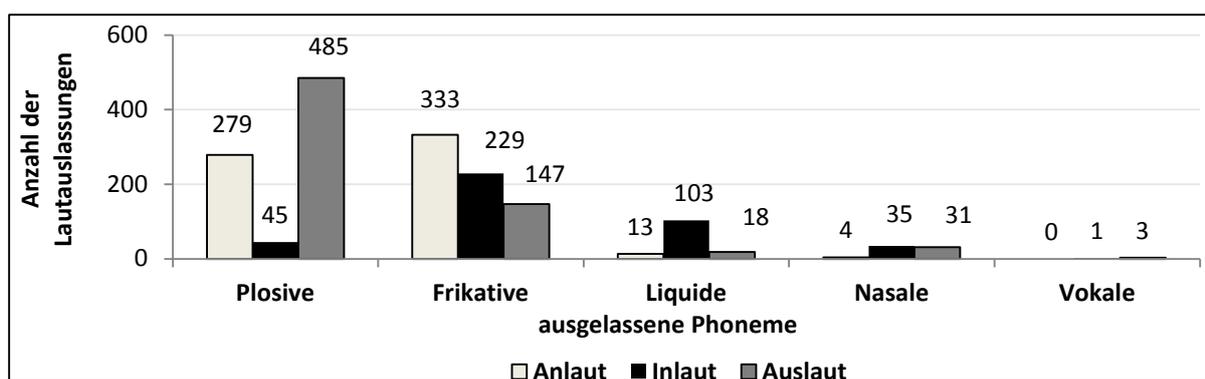


ABBILDUNG 30 Anzahl der Lautauslassungen im An-, In- und Auslaut der RSIT-Einsilber nach Phonem-Gruppen sortiert

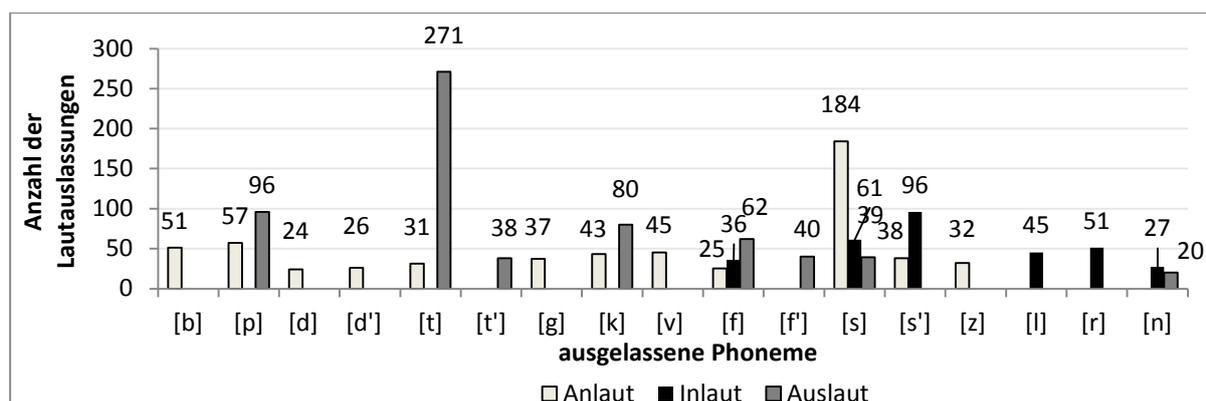


ABBILDUNG 31 Die häufigsten Lautauslassungen im An-, In- und Auslaut der RSIT-Einsilber

4.2.2.4 Bekanntheitsgrad der Einsilber in der russischen Gegenwartssprache

Im Anschluss an den Retest wurden die Probanden gebeten, in einem nicht-standardisierten Fragebogen den Bekanntheitsgrad der russischen Einsilber in der modernen russischen Gegenwartssprache einzuschätzen (sie hatten die Wahl zwischen „bekannt“, „unbekannt“ und / oder „wenig bekannt“) (Abb. 32). Diese Einschätzung erfolgte rein subjektiv.

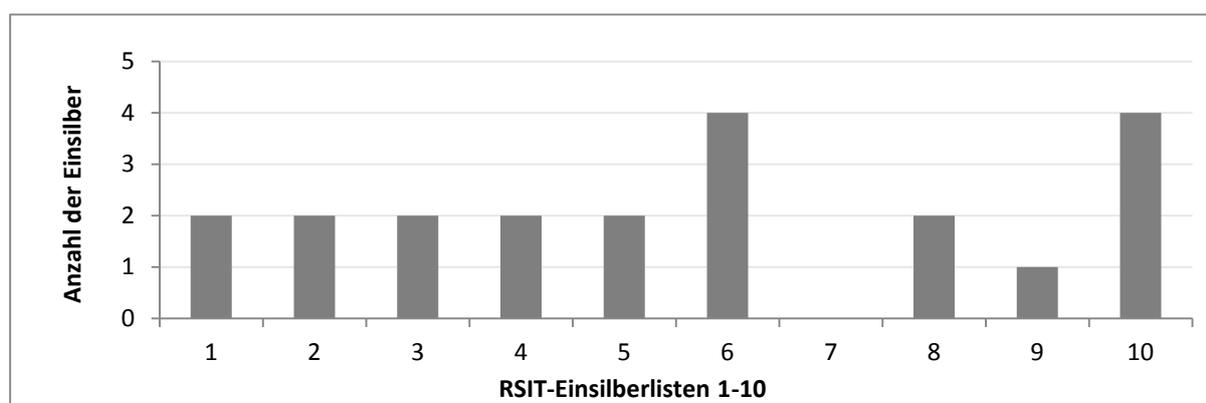


Abbildung 32 Bekanntheitsgrad der RSIT-Einsilber in der modernen russischen Gegenwartssprache: Anzahl der mindestens 5 Probanden unbekanntem Wörter pro RSIT-Einsilberliste.

Im Gegensatz zu den Einsilbern des Freiburger Sprachverständlichkeitstests (Steffens 2016) können die russischen Einsilber des RSIT als größtenteils bekannt in der russischen Gegenwartssprache angesehen werden: nur 21 der 200 Substantive wurden von mindestens fünf Probanden als unbekannt eingeschätzt.

Bis auf zwei Wörter – „ [ʲan] (= Bottich) und „ [kʲi ʲ] (= Ausruf, *hoher Stil*), die das markante Frikativ [ʲ] im An- oder Auslaut enthalten –, gehören alle als „unbekannt“ eingestuftens Einsilber zu den mindestens 16 bis 43-mal falsch verstandenen Wörtern. Neben „ [plast] (= Schicht) mit einer Verständlichkeit von nur 2 % erreichten sechs weitere Wörter eine maximale Verständlichkeit von 40 %. Sieben Einsilber erreichten eine maximale Verständlichkeit von 60 %, fünf Wörter eine maximale Verständlichkeit von 69 %. Die Einsilber „ [ʲan] (= Bottich) und „ [kʲi ʲ] (= Ausruf, *hoher Stil*) wurden zu 96 und 84 % verstanden.

Die Listen 6 und 10 enthalten die meisten mindestens fünf Probanden unbekanntens Wörter, Liste 7 enthält nur bekannte Wörter.

4.3 Bezugskurven des Sprachverstehens

Gemäß DIN ISO 8253 wurden Bezugskurven des Sprachverstehens in Ruhe für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten bei unterschiedlichen Sprachpegeln erstellt: In einer Tabelle wird der Zusammenhang zwischen Sprachpegel und Sprachverständlichkeit angegeben. Die erforderlichen Sprachpegel (Medianwerte) zum Erreichen einer Sprachverständlichkeit von 30, 40, 50, 60, 70, 80 und 90 % wurden mit Hilfe des Probandenkollektivs bestimmt. Aufgrund der Inhomogenität der Daten müssen diese Bezugskurven mit Vorsicht interpretiert werden.

4.3.1 Bezugskurve des Sprachverstehens der RSIT-Zahlenlisten

Die erforderlichen Sprachpegel für die Bezugskurve des Sprachverstehens in Ruhe (DIN ISO 8253) für die RSIT-Zahlenlisten sind in Tabelle 2 angegeben. Für 80 % Sprachverständlichkeit lässt sich die Bezugskurve nicht beurteilen, da die Daten nicht normalverteilt sind. Diese Bezugskurve muss aufgrund der heterogenen Anzahl von Messungen pro Sprachverständlichkeitsniveau mit Vorsicht betrachtet werden: Die meisten Messungen liegen für 40 bis 70 % Sprachverständlichkeit vor.

Tabelle 2 Zusammenhang zwischen Sprachpegel in dB SPL und Sprachverständlichkeit in % der RSIT-Zahlenlisten 1-10 (Median über alle Messungen). Erforderliche Sprachpegel dB SPL für eine Sprachverständlichkeit von 30, 40, 50, 60, 70, 80 und 90 %

| Sprachverständlichkeit | Sprachpegel in dB SPL | Anzahl der Messungen | Normalverteilte Daten? |
|------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| 30 % | 19 | 39 | Ja |
| 40 % | 20 | 60 | Ja |
| 50 % | 20 | 84 | Ja |
| 60 % | 23 | 67 | Ja |
| 70 % | 25 | 63 | Ja |
| 80 % | 20 | 43 | Nein |
| 90 % | 19 | 42 | ja |

Die gefittete Diskriminationskurve für die RSIT-Zahlenlisten (Newton-Raphson-Verfahren, siehe Kapitel 3.4) ergab einen mittleren L_{50} bei 19,5 dB SPL mit postulierter Sprachverständlichkeit von 0 % bei 5 dB SPL und 100 % bei 35 dB SPL ([Abb. 33](#)). Dem entspricht eine Steigung der Diskriminationsfunktion S_{50} von 7,1 % pro dB SPL. Für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest beträgt die Steigung 8 % pro dB SPL für die Zahlenlisten (Kießling et al. 2018). Für die Freiburger Zahlen gilt, dass 50 % Sprachverständlichkeit bei 18,4 dB SPL (Median) und 100 % Sprachverständlichkeit bei 28,3 (Median) bzw. 30 dB SPL erwartet werden (Lehnhardt 2009; DIN 45626-1 1995).

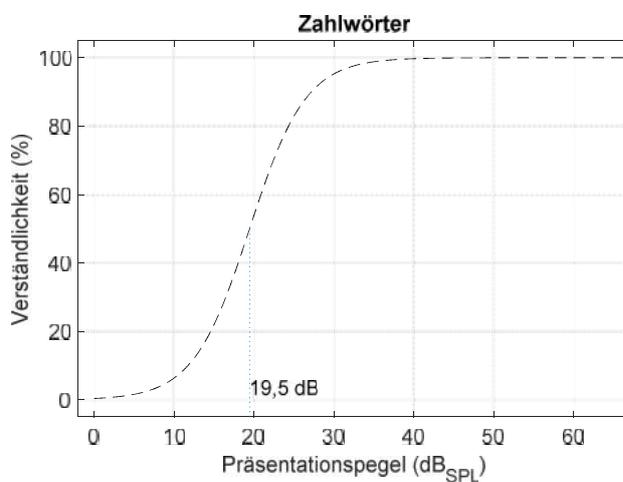


ABBILDUNG 33 Regression der Diskriminationskurve für die RSIT-Zahlenlisten 1-10

4.3.2 Bezugskurve des Sprachverstehens der RSIT-Einsilberlisten

Die erforderlichen Sprachpegel für die Bezugskurve des Sprachverstehens in Ruhe für die RSIT-Einsilberlisten sind in Tabelle 3 angegeben. Für 40 und 60 % Sprachverständlichkeit lässt sich die Bezugskurve nicht beurteilen, da die jeweiligen Daten nicht normalverteilt sind. Diese Bezugskurve muss aufgrund der heterogenen Anzahl von Messungen pro Sprachverständlichkeitsniveau ebenfalls mit Vorsicht betrachtet werden: Die meisten Messungen liegen für 50 bis 70 % Sprachverständlichkeit vor.

Tabelle 3 Zusammenhang zwischen Sprachpegel in dB SPL und Sprachverständlichkeit in % der RSIT-Einsilberlisten 1-10 (Median über alle Messungen). Erforderliche Sprachpegel (dB SPL) für eine Sprachverständlichkeit von 30, 40, 50, 60, 70, 80 und 90 %

| Sprachverständlichkeit | Sprachpegel in dB SPL | Anzahl der Messungen | Normalverteilte Daten? |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 30 % | 29,0 | 10 | Ja |
| 40 % | 30,0 | 29 | nein |
| 50 % | 28,5 | 48 | Ja |
| 60 % | 30,0 | 50 | nein |
| 70 % | 30,0 | 38 | Ja |
| 80 % | 30,0 | 28 | ja |
| 90 % | 30,0 | 7 | ja |

Die gefittete Diskriminationskurve für die RSIT-Einsilberlisten (Newton-Raphson-Verfahren, siehe Kapitel 3.4) ergab einen mittleren L_{50} bei 28,3 dB SPL mit postulierter Sprachverständlichkeit von 0 % bei 10 dB SPL und 100 % bei 50 dB SPL (Abb. 34). Dem entspricht eine Steigung der Diskriminationsfunktion S_{50} von 5,8 % pro dB SPL. Für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest beträgt die Steigung 5 % pro dB SPL für die Einsilberlisten (Kießling et al. 2018). Für die Freiburger Einsilber gilt, dass 50 % Sprachverständlichkeit bei 29,3 dB SPL (Median) und 100 % Sprachverständlichkeit bei 47,3 dB SPL (Median) erwartet werden (Lehnhardt 2009; DIN 45626-1 1995).

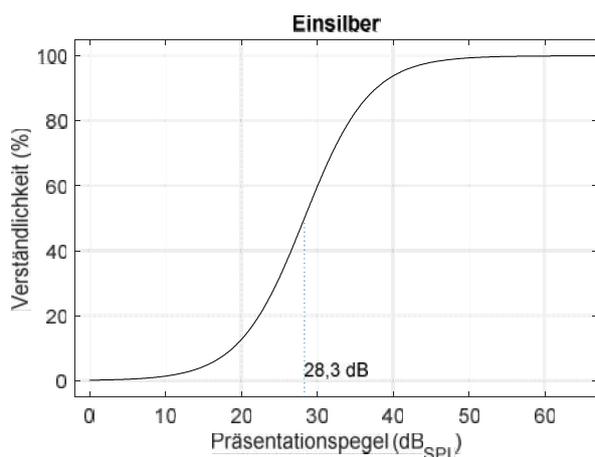


ABBILDUNG 34 Regression der Diskriminationskurve für die RSIT-Einsilberlisten 1-10

4.4 Test-Retest-Reliabilität

Die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten wird durch die mittlere Test-Retest-Reliabilität derselben 20 Versuchspersonen unserer Studie unter Verwendung verschiedener Testlisten beim TEST und beim RETEST angegeben. Die mittlere Test-Retest-Reliabilität wird als mittlerer 95 %-Vertrauensbereich über die Versuchspersonen für die Werte der Sprachverständlichkeit von 50, 60, 70, 80 und 90 % angegeben. Auch hier gilt, dass die Kurven für die Sprachverständlichkeit der einzelnen Testlisten das 95 %-Vertrauensintervall von ± 1 dB nicht überschreiten dürfen (DIN ISO 8253). Mögliche Lerneffekte, wie sie Schmidt et al. (2016) für den Freiburger Einsilbertest gefunden haben, wurden nicht berücksichtigt.

4.4.1 Test-Retest-Reliabilität der RSIT-Zahlenlisten

In Tabelle 4 sind die Varianzen, Standardfehler und 95 %-Vertrauensbereiche für 50 bis 90 % Sprachverständlichkeit der RSIT-Zahlenlisten sowie die Anzahl der jeweiligen Wertepaare aufgeführt. Da für 80 und 90 % Sprachverständlichkeit nur wenige Wertepaare vorlagen, sind die dementsprechenden Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren.

Für 50 und 60 % Sprachverständlichkeit ergibt sich somit ein 95 %-Vertrauensbereich von ca. ± 5 dB zwischen der ersten und einer nachfolgenden Messung beim gleichen Probanden, um die gleiche Sprachverständlichkeit in % zu erhalten. Diese mögliche Abweichung muss bei Wiederholungs-Messungen, z.B. im Rahmen der Hörgeräteversorgung oder der Evaluation nach CI-Versorgung, berücksichtigt werden.

Tabelle 4 *Test-Retest-Reliabilität der RSIT-Zahlenlisten*

| Sprachverständlichkeit | 50 % | 60 % | 70 % | 80 % | 90 % |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Varianz | 5,39 | 6,63 | 3,79 | 8,08 | 21,95 |
| Standardfehler | 2,32 | 2,58 | 1,95 | 2,84 | 4,69 |
| 95% Vertrauensbereich | 4,64 | 5,15 | 3,90 | 5,68 | 9,37 |
| Anzahl der Wertepaare | 124 | 103 | 63 | 26 | 21 |

4.4.2 Test-Retest-Reliabilität der RSIT-Einsilberlisten

In Tabelle 5 sind die Varianzen, Standardfehler und 95 %-Vertrauensbereiche für 50 bis 90 % Sprachverständlichkeit der RSIT-Einsilberlisten sowie die Anzahl der jeweiligen Wertepaare aufgeführt. Da für 70 bis 90 % Sprachverständlichkeit nur wenige Wertepaare vorlagen, sind die dementsprechenden Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren.

Für 50 und 60 % Sprachverständlichkeit ergibt sich somit ein 95 %-Vertrauensbereich von ca. ± 5 dB zwischen der ersten und einer nachfolgenden Messung beim gleichen Probanden, um die gleiche Sprachverständlichkeit in % zu erhalten. Diese mögliche Abweichung muss bei Wiederholungs-Messungen, z.B. im Rahmen der Hörgeräteversorgung oder der Evaluation nach CI-Versorgung, berücksichtigt werden.

Tabelle 5 *Test-Retest-Reliabilität der RSIT-Einsilberlisten*

| Sprachverständlichkeit | 50 % | 60 % | 70 % | 80 % | 90 % |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Varianz | 3,59 | 6,09 | 10,86 | 23,61 | 2,00 |
| Standardfehler | 1,89 | 2,47 | 3,30 | 4,86 | 1,41 |
| 95% Vertrauensbereich | 3,79 | 4,94 | 6,59 | 9,72 | 2,83 |
| Anzahl der Wertepaare | 68 | 54 | 22 | 18 | 2 |

5 Diskussion

Die Evaluation eines dem deutschen Freiburger Sprachverständlichkeitstest entsprechenden russischen Prüfverfahrens stellt eine Herausforderung in mehrerlei Hinsicht dar. Entscheidende Voraussetzungen zur Bewertung der Ergebnisse dieser Arbeit sind die Diskussion:

- methodischer Gesichtspunkte
- der Ergebnisse bezüglich der DIN ISO 8253
- der Beurteilung der phonemischen und perzeptiven Ausgewogenheit der Testlisten
- der Test-Retest-Reliabilität
- vergleichender Aspekte zum Freiburger Einsilbertest.

5.1 Methodisches Vorgehen

Zur Bewertung von Testergebnissen bei Sprachverständlichkeitstests ist die Bestimmung der 50 % Verständlichkeit (L_{50}) unter stetiger Absenkung des Schallpegels (SPL = Sound Pressure Level) erforderlich. In der Praxis wird dies auch genauso durchgeführt.

Balji et al. (2016) wählten für ihr normalhörendes Probandenkollektiv und den Freiburger Einsilbertest feste Darbietungspegel: 29 dB SPL für eine Probandengruppe, um den L_{50} zu überprüfen; 21,5 / 27,5 / 33,5 und 39,5 dB SPL für eine zweite Gruppe, um Daten für die Sprachverständlichkeit von 50, 60, 70, 80 und 90 % zu erhalten und listenspezifische Diskriminationsfunktionen anzupassen. Erste Messungen ergaben, dass nur einer dieser Darbietungspegel zu einer Sprachverständlichkeit von weniger als 50 % führte. Es wurden die Pegel um jeweils 4 dB abgesenkt: 17,5 / 23,5 / 29,5 und 35,5 dB SPL. Alle Probanden hörten randomisiert jeweils fünf Listen pro Pegel. Für den Freiburger Einsilbertest wird erwartet, dass 50 % der Einsilber bei 29,3 dB SPL verstanden werden (DIN 45626-1 1995; Lehnhardt 2009). Doch zeigte sich bei dieser Test-Durchführung, dass das Probandenkollektiv im Durchschnitt nur 43,2 % der Einsilber bei 29 dB SPL verstand (Balji et al. 2016).

Analog hierzu hätten in der vorliegenden Arbeit auch grundsätzlich verschiedene SPL festgelegt werden können. Bei diesen verschiedenen Pegeln hätten dann alle Testlisten randomisiert dargeboten werden müssen. Die Erwartung wäre gewesen, für mehrere verschiedene SPL-Bereiche umfängliche Daten zur Bestimmung einer Bezugskurve zu erhalten. Dieses Vorgehen wurde zu

Beginn auch erwogen, jedoch dann als nicht durchführbar verworfen. Es stellte sich als schwierig heraus, genügend Probanden zu rekrutieren. Weiterhin stand mit nur je zehn RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten wenig Testmaterial zur Verfügung, da jedem Probanden die Listen im TEST nur jeweils einmal dargeboten werden durften. Mögliche Lern- und Trainingseffekte sollten ausgeschlossen werden. Vor dem Hintergrund, dass sich die Probanden zuvor sowohl an die Test-Situation als auch an das Sprachmaterial gewöhnen und „einhören“ sollten (Schmidt et al. 2016), war diese Voraussetzung mit dem verwendbaren Material nicht zu erreichen.

Im Falle des RSIT war vor Beginn der Studie zudem nicht klar, bei welchem SPL die Ergebnisse für die Sprachverständlichkeitsschwelle L_{50} liegen würden. Es erfolgte zwar eine Orientierung an den Werten des Freiburger Sprachverständlichkeitstests. Man konnte aber nicht davon ausgehen, dass sie tatsächlich mit denen des RSIT übereinstimmen würden.

In der Tat musste mit einer großen Streuung umgegangen werden. Der L_{50} für die RSIT-Zahlenlisten lag zwischen 17,5 und 23 dB SPL, der L_{50} für die RSIT-Einsilberlisten lag zwischen 26 und 32 dB SPL, was genau dies widerspiegelte. Wie auch in den Studien zur perzeptiven Äquivalenz der Einsilberlisten des Freiburger Sprachverständlichkeitstests variierten die individuellen Sprachverständlichkeitsergebnisse der Probanden beim RSIT erheblich, obwohl ihr tonaudiometrisches Hörvermögen der geforderten Norm entsprach. In der Literatur wurden beträchtliche interindividuelle Unterschiede bei einem „streng definierten normalhörenden Probandenkollektiv“ beschrieben. Nur ein Viertel aller Probanden erreichte im Median eine höhere Sprachverständlichkeit als 50 %. Deutlich mehr Probanden wiesen eine wesentlich schlechtere Sprachverständlichkeit auf, als zu erwarten gewesen wäre (Winkler et al. 2014; Balji et al. 2016; Hey et al. 2016; Winkler et al. 2016).

Aus audiologischer Theorie und Praxis ist bekannt, dass neben dem eigentlichen Hörvermögen verschiedene persönlichkeitsbezogene Faktoren der Probanden das Testergebnis beeinflussen können. Hierzu zählen viele individuelle kognitive Fähigkeiten, wie beispielsweise die Aufmerksamkeit, Konzentration, auditive Merkspanne, das Arbeitsgedächtnis, relevantes Weltwissen (metakommunikative Fähigkeiten), Assoziationspotenzial, die allgemeine Intelligenz und zuletzt auch Gesichtspunkte der Sprachproduktion. Weiterhin spielen Faktoren, wie ‚Aufwärmefekte‘, Testerfahrung, Wortlänge und sprachlicher Hintergrund, d.h. der ‚aktualisierbare Wortschatz‘ eine entscheidende Rolle (Hoth 2016; Bangert 1983). Insbesondere das Einschlusskriterium der vorliegenden Arbeit war ‚Russisch als Muttersprache‘. Es gab jedoch nicht die Möglichkeit, das

Sprach- und allgemeine Bildungsniveau der Probanden zu überprüfen. Während der Test-Durchführung zeigten sich in der Tat unterschiedliche Sprachniveaus, die vermutlich auf einen heterogenen Bildungsstand sowie möglicherweise auch auf im Herkunftsland regional mehr oder weniger bekannte Wörter zurückzuführen waren.

Hinzu kommen eigene emotionale Faktoren der Probanden, wie Aufregung oder „selbst gemachter“ Leistungsdruck. Einige waren trotz beruhigender Führung während der Testung so aufgeregt, dass sie viele Wörter auch bei höherem Sprachpegel nicht verstanden. Andere erlebten ihre Leistung als Versagen, wenn sie die Wörter bei niedrigem SPL nicht mehr verstanden. Es existierte somit eine Reihe von Faktoren, die die Streubreite der Ergebnisse beeinflussen mussten.

Der L_{50} -Wert wurde – in Anlehnung an den Freiburger Sprachverständlichkeitstest – für Zahlen bei 19 dB SPL und für Wörter bei 29 dB SPL erwartet. Daher fanden die Messungen mit den ersten Probanden auch bei diesen SPL statt. Hierbei fiel zunächst auf, dass es Probanden mit sehr guter Sprachverständlichkeit gab, die nach mehreren Listen angestrengt waren und einen „Leistungseinbruch“ zeigten. Bei anderen bewirkte der Faktor „Gewöhnung an das Testverfahren“ eine 50 % Wahrnehmung bei niedrigerem SPL. Dies wurde als „Einhören“ interpretiert und führte zu einer stetigen Verbesserung der Ergebnisse im Testverlauf. Es wäre in diesen Fällen sogar zu vermuten, dass bei einer noch höheren Anzahl von Testlisten auch der L_{50} -Wert immer weiter abgefallen wäre.

Das zentrale Ziel der vorliegenden Arbeit war, möglichst viele Messwerte für 50 % Sprachverständlichkeit zu erhalten, da hier auch die größte Streuung der Testergebnisse erwartet wurde (Balji et al. 2016; Hoth 2016; Hoppe 2016). Damit sollten statistisch „belastbare“ Aussagen zur perceptiven Ausgewogenheit der Testlisten ermöglicht werden.

Die ersten Probanden zeigten bei 20 dB SPL für die RSIT-Zahlenlisten sowie bei 30 dB SPL für die RSIT-Einsilberlisten meist eine Sprachverständlichkeit von mehr als 50 %, so dass mit der Festlegung dieser Pegel zu wenig L_{50} -Werte zu erwarten gewesen wären. Bei 18 bis 19 dB SPL für Zahlen oder 28 bis 29 dB SPL für Einsilber lagen die Ergebnisse weiterer Probanden dagegen oft deutlich unter 50 %. Das Testprotokoll musste daher an diese Situation angepasst verändert werden:

Zur Einarbeitung wurde die erste Testliste bei einem SPL mit zu erwartender Verständlichkeit von 70 bis 80 % dargeboten. Für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest wird in der Praxis ein „Einüben“ mit ein oder zwei Listen empfohlen. (Balji et al. 2016; Schmidt et al. 2016; Hoppe

2016; Winkler et al. 2016). Aufgrund der wesentlich geringeren Anzahl zur Verfügung stehender Testlisten war dies nicht möglich.

Im weiteren Testverlauf wurde je nach Sprachverständlichkeit der vorhergehenden Liste der Eingangsschallpegel in den folgenden Listen sukzessiv in 1 dB-Schritten abgesenkt, bis der Proband nur noch 40 oder 50 % der dargebotenen Wörter verstand. Lag seine Sprachverständlichkeit unter 50 %, erfolgte die Erhöhung bei der folgenden Liste wieder um 1 dB. Innerhalb der gemessenen Liste wurde der Pegel stets konstant gehalten. Aus diesem Vorgehen resultierten dann Daten für die Sprachverständlichkeit zwischen 40 bis 60 % der RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten. Dies wurde als L_{40-60} -Schwelle bezeichnet. Das Vorgehen generierte Daten, die eine spätere Analyse der phonemischen und perzeptiven Ausgewogenheit der RSIT-Testlisten sowie die Ermittlung der L_{50} - und L_{40-60} -Schwellen ermöglichten. Da die meisten Daten für die Sprachverständlichkeit von 40 bis 60 % vorlagen, wurden diese zu einem Bereich zusammengefasst und die mittleren 95 %-Vertrauensbereiche zwischen den RSIT-Listen für die Sprachverständlichkeit von 40 bis 60 % dargestellt und untereinander verglichen. Dieses Verfahren bot sich auch deshalb an, da die Medianwerte der Präsentationspegel dB SPL für 40, 50 und 60 % Sprachverständlichkeit der RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten nah beieinanderlagen. Die Konfidenzintervalle der L_{50} -Schwellen wichen z.T. mehr als die in der Norm geforderten ± 1 dB vom Gesamtmedian ab.

5.2 Ergebnisse bezüglich der DIN ISO 8253-Anforderungen

Die vorliegende Arbeit orientierte sich an den Mindestanforderungen dieser Norm für die Erstellung und Evaluation sprachaudiometrischer Verfahren.

Hier werden 10 bis 25 normalhörende und otologisch gesunde Probanden gefordert. Diese Bedingung wurde mit einer verwendeten Probandenzahl von 45 russischen Muttersprachlern übererfüllt. Dennoch reichten die erhaltenen Daten zur perzeptiven Ausgewogenheit der Ergebnisse nicht aus, eine Bezugskurve des Sprachverstehens für den RSIT zu generieren. Das lag einerseits sicherlich auch an den unter 5.1 diskutierten methodischen Besonderheiten. Eine große Streuung der Testergebnisse wurde auch in den Studien zur perzeptiven Ausgewogenheit der Einsilberlisten des Freiburger Sprachverständlichkeitstests (Winkler et al. 2014; Balji et al. 2016; Hey et al. 2016; Winkler et al. 2016) beobachtet. Es scheint auch für die Überprüfung der perzeptiven Ausgewogenheit eine höhere Probandenzahl als die in der Norm geforderte notwendig zu sein, um eindeutige Ergebnisse zu erhalten.

Der in der Norm für Probanden geforderte Altersbereich von 18 bis 25 Jahren schränkte in der vorliegenden Arbeit die Probandenrekrutierung erheblich ein. Sinnvoller erschien hier, sich eher auf das Hörvermögen zu fokussieren. Dies bedeutete einen Reinton-Hörschwellenpegel bei 10 dB HL (Hearing Level) oder weniger und bei höchstens zwei Frequenzen einen höheren Hörschwellenpegel von 15 dB HL. In der vorliegenden Studie wurde dies auch von den „älteren“ Probanden erreicht, weshalb der Einschluss auch älterer Patienten als unproblematisch angesehen wurde.

Der Bildungsstand und die muttersprachliche Kompetenz konnten selbstverständlich einen entscheidenden Einfluss auf die Testergebnisse haben. Dies jedoch im Vorfeld systematisch definiert zu erfassen erschien nicht ausreichend sicher möglich.

Das in der Norm geforderte 95 %-Vertrauensintervall von ± 1 dB Überschreitung der Sprachverständlichkeitskurven wird in Übereinstimmung mit Balji (2016) als „überzogen“ empfunden. Es ist somit in Übereinstimmung mit anderen Autoren anzuzweifeln, ob mit der in der DIN geforderten Anzahl von Probanden tatsächlich repräsentative Ergebnisse zu erreichen sind. In der vorliegenden Studie fand sich eigentlich erwartungsgemäß eine größere Anzahl von Konfidenzintervallen von ± 1 bis 2 dB, die aber insgesamt als nicht problematisch angesehen werden.

5.3 Phonemische Ausgewogenheit der RSIT-Testlisten

5.3.1 Phonemische Ausgewogenheit der RSIT-Zahlenlisten

Wie bereits unter 4.1.1 erläutert, geht es bei den RSIT-Zahlenlisten nicht um die Überprüfung der phonemischen Ausgewogenheit im eigentlichen Sinne, da die verwendeten Phoneme durch die Zahlwörter vorgegeben sind. Der Vokal [u] und der Liquid [l] kommen in der Wortbildung russischer Zahlen von 10 bis 99 gar nicht vor. Für die RSIT-Zahlenlisten lässt sich bestätigen, dass sie prinzipiell phonemisch ausgewogen sind. Da die phonemische Ausgewogenheit der Zahlenlisten des Freiburger Sprachverständlichkeitstests bisher nicht wissenschaftlich untersucht wurde, können hierzu keine Vergleiche angestellt werden.

Das Verhältnis von 42 bis 43 Vokalen und 64 bis 67 Konsonanten pro RSIT-Zahlenliste sowie die jeweiligen Silbenlängen sind grundsätzlich ausgewogen. Das gilt auch für das Verhältnis von betonten und unbetonten Silben pro RSIT-Zahlenliste, auf die sich die Vokale gleichmäßig verteilen. Die Konsonanten, unterteilt in stimmhafte und stimmlose Plosive sowie Frikative, Liquide und Nasale, sind ebenfalls zum größten Teil ausgewogen über alle Zahlenlisten verteilt. Ebenso stimmt das Verhältnis von palatalisierten und nicht palatalisierten Konsonanten in den Testlisten überein.

Kleinere Ungleichmäßigkeiten in der Vokal- und Konsonanten-Verteilung waren, wie in Abschnitt 4.1.1 aufgezeigt wurde, zu verzeichnen. Auf die Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{40-60} der RSIT-Zahlenlisten haben die festgestellten kleinen Unterschiede kaum Auswirkungen: Die L_{40-60} Schwelle in Ruhe lag für die RSIT-Zahlenlisten mit ± 1 dB nah am Gesamtmedian. Der Wert betrug hier: 20,0 dB SPL.

Für die L_{50} -Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe ergab sich für die Listen 2, 3, 4 und 6 eine Mehrabweichung vom Gesamtmedian von mehr als 1 dB. Streng genommen entspricht dies Ergebnis nicht der geforderten Bedingung der DIN ISO 8253. Die übrigen RSIT-Zahlenlisten konnten diesbezüglich jedoch als ausgewogen dargestellt werden.

Was die Auswahl der in jeweils zwei RSIT-Zahlenlisten auftretenden Zahlwörter anbelangte, so waren auch hier alle Einer- und Zehnerzahlen mindestens einmal (0, 3, 4, 5, 7 je zweimal; 30, 40, 50, 60, 80 je zweimal, 90 dreimal) vertreten. Dass einige Zahlen zwei- oder dreimal berücksichtigt wurden, hing sicher mit der Silbenzahl zusammen, die in der betreffenden Liste noch gebraucht wurde. Je 16 dieser Zahlwörter erreichten eine Sprachverständlichkeit zwischen 0 und 49 % bzw. zwischen 50 und 100 %. Während neun Zahlwörter zu mindestens 80 % verstanden wurden, lagen nur zwei Zahlwörter unter einer Sprachverständlichkeit von 20 %.

Liste 10 enthält sechs und damit die meisten dieser doppelt vergebenen Zahlwörter, von denen fünf eine Sprachverständlichkeit zwischen 50 und 100 % erreichen. In Liste 6 finden sich dagegen nur drei der doppelt vergebenen Zahlwörter, von denen nur ein Wort eine höhere Sprachverständlichkeit als 50 % zeigt. Dennoch ist diese Testliste, im Rahmen der Toleranzgrenzen, etwas leichter verständlich. Schaut man sich die Sprachverständlichkeit der Zahlwörter aus Liste 6 an, so zeigen nur zwei Wörter eine Sprachverständlichkeit unter 50 %, d.h. insgesamt sind die Wörter dieser Liste leichter verständlich.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die RSIT-Zahlenlisten phonemisch ausgewogen sind, die Anzahl der Vokal- und Konsonantenphoneme balanciert ist sowie Silbenzahl und Anzahl der Silben mit betonten und unbetonten Vokalen übereinstimmen.

5.3.2 Phonemische Ausgewogenheit der RSIT-Einsilberlisten

Das Verhältnis zwischen Vokalen und Konsonanten ist in allen zehn RSIT-Einsilberlisten mit jeweils 20 Vokalen und 54 (Liste 1 bis 9) bzw. 55 (Liste 10) Konsonanten pro Liste ausgeglichen. Der Anteil der palatalisierten Konsonanten liegt im Durchschnitt bei elf Konsonanten pro Liste (Spannbreite: acht bis vierzehn Konsonanten pro Liste). Das Verhältnis 1:4 zwischen palatalisierten und nicht-palatalisierten Konsonanten ist z.T. im geringeren Vorkommen der Vokale [e] und [i] in den russischen Einsilbern des RSIT begründet. Die Kombination der einzelnen Vokale mit Konsonanten der verschiedenen Phonem-Gruppen ist in allen Einsilber-Listen ausgewogen.

Bis auf Liste 10 besteht jede russische Einsilber-Liste aus der gleichen Anzahl von Wörtern mit jeweils fünf, drei und vier Phonemen.

Die Vokale [a] und [o] einerseits treten (fast) doppelt so häufig auf wie die Vokale [e], [i] und [u] andererseits. Ob das nur für die Wortauswahl im RSIT typisch ist oder generell für die russische Sprache gilt, ließ sich nicht feststellen.

Aufgrund der Begrenzung auf einsilbige Substantive wird eventuell die Phonemverteilung in der russischen Sprache im RSIT nicht deckungsgleich abgebildet. Da bereits bei der Zusammenstellung der Testlisten durch Sonntag (2014) Schwierigkeiten auftraten, genügend geeignete Einsilber für die Testlisten zu finden, könnte die Vokalverteilung für die russische Sprache generell typisch sein.

Kleinere Ungleichmäßigkeiten in der Vokal-, Konsonanten- und Strukturtypen-Verteilung waren, wie in Abschnitt 4.1.2 aufgezeigt wurde, zu verzeichnen. Da die Vokallänge jedoch für die russischen Vokal-Phoneme nicht als konstitutives Merkmal angesehen wird, wurde sie bei der Auswertung nicht eingeschlossen (Müller 2003). Im Übrigen hat auch der Autor des Freiburger Sprachverständlichkeitstests (Hahlbrock 1953) die Vokallänge bei der Erstellung seiner Testlisten nicht berücksichtigt (Exter et al. 2016).

Auf die Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{40-60} der RSIT-Einsilberlisten haben die festgestellten kleinen Unterschiede keine direkte Auswirkung: die Testlisten 1-10 weichen um nur $\pm 0,0$ bis 1,0 dB vom Gesamtmedian 30,0 dB SPL ab.

Für die Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{50} der RSIT-Einsilberlisten gilt, dass die Listen 3 bis 10 um mehr als ± 1 dB vom Gesamtmedian abweichen und die Schwelle damit strenggenommen nicht der Norm entspricht. Die übrigen Listen können aber auch hier als ausgewogen gelten.

Für die RSIT-Einsilberlisten gilt ebenso wie für den Freiburger Einsilbertest, dass kleinere Unterschiede in der Vokal- oder Konsonantenverteilung nicht zur Beeinträchtigung der perzeptiven Ausgewogenheit der Testlisten führen (Exter et al. 2016).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die RSIT-Einsilberlisten phonemisch ausgewogen sind, die Anzahl der Vokal- und Konsonantenphoneme sowie der Strukturtypen balanciert ist sowie die Kombination der einzelnen Vokale mit Konsonanten der verschiedenen Phonem-Gruppen in allen Einsilber-Listen übereinstimmt. Die Äquivalenz zum Freiburger Sprachverständlichkeitstest ließ sich bestätigen.

5.4 Perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Testlisten

In der Evaluation des Freiburger Sprachverständlichkeitstests fehlen bisher Untersuchungen zur perzeptiven Äquivalenz der Testlisten auf Einzelwortebene, Ergebnisse zur Sprachverständlichkeit der Zahlwörter und Einsilber in % sowie die Analyse von Phonem-Substitutionen, -Einfügungen und -Auslassungen bei Normalhörenden. Für den RSIT werden diesbezügliche Ergebnisse über den Vergleich mit dem Freiburger Sprachverständlichkeitstest hinaus in der vorliegenden Arbeit zur Verfügung gestellt.

Als perzeptiv ausgewogen werden Wörter oder Wörterlisten bezeichnet, die bei dem gleichen Sprachpegel gleich gut verständlich sind. Eine wichtige Anforderung an sprachaudiometrische Verfahren ist, dass ihr Ergebnis nicht von der ausgewählten Testliste abhängen darf (DIN ISO 8253). Daher muss bei der Evaluation eines Sprachverständlichkeitstests die Sprachverständlichkeit der einzelnen Wörter sowie der Testlisten untersucht werden. Hinweise aus der Test-Durchführung, welche Wörter von den Probanden (wie) falsch verstanden wurden, geben einerseits Aufschluss über mehr oder weniger gut verständliche Einzelwörter und Testlisten, und können andererseits diagnostisch bei der Abklärung einer Hörschädigung genutzt werden.

5.4.1 Perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Zahlenlisten

Für die RSIT-Zahlenlisten ließ sich bestätigen, dass sie auf Listenebene grundsätzlich perzeptiv ausgewogen sind. Im Ergebnisteil (Kap. 4.2.1) wurde angeführt, dass einzelne Listen für bestimmte Sprachverständlichkeitsniveaus nicht normalverteilt waren und daher ihre perzeptive Äquivalenz nicht beurteilt werden konnte. Die Äquivalenz zu den Zahlenlisten im Freiburger Sprachverständlichkeitstest ließ sich nicht beurteilen, da solche Untersuchungen bisher fehlen.

Auf Einzelwort-Ebene ist der RSIT-Zahlentest nicht ausgewogen, wie die hohe Bandbreite an unterschiedlicher Sprachverständlichkeit in % der einzelnen Zahlwörter zeigt.

5.4.1.1 Sprachverständlichkeit auf Listenebene

Die DIN-Norm fordert, dass die Kurven für die Sprachverständlichkeit der einzelnen Testlisten das 95 %-Vertrauensintervall maximal um ± 1 dB überschreiten dürfen. Die in der vorliegenden Arbeit ermittelte Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{50} von 20,0 dB SPL für die RSIT-Zahlenlisten erfüllt die Bedingungen nicht. Vier Listen (2, 3, 4 und 6) wichen um mehr als ± 1 dB vom Gesamtmedian ab. Die perzeptive Äquivalenz von Liste 9 konnte nicht beurteilt werden, da die Daten für den L_{50} nicht normalverteilt waren.

Allerdings lag die Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{40-60} ebenfalls bei 20,0 dB SPL, so dass der gefundene L_{50} -Wert als passend angesehen wurde. Weitere Untersuchungen könnten dies zeigen. Die Sprachverständlichkeitsschwelle L_{50} für die RSIT-Zahlenlisten lag damit um nur 1,6 dB höher als für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest (18,4 dB SPL) (DIN 45626-1 1995; Lehnhardt 2009), was eine sehr geringe Abweichung darstellt. Die gefittete Diskriminationskurve für die RSIT-Zahlenlisten ergab einen mittleren L_{50} bei 19,5 dB SPL mit postulierter Sprachverständlichkeit von 0 % bei 5 dB SPL und 100 % bei 35 dB SPL. Dieser Wert lag noch näher am L_{50} der Zahlenlisten des Freiburger Sprachverständlichkeitstests, so dass man von einer Äquivalenz der gefundenen Werte mit dem Freiburger Sprachverständlichkeitstest ausgehen kann.

Der Fokus lag im Folgenden auf 40 bis 60 % Sprachverständlichkeit der RSIT-Zahlenlisten, da die meisten Messergebnisse für diese Prozentgruppe vorlagen.

Von der Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{40-60} für die RSIT-Zahlenlisten wich keine Liste um mehr als ± 1 dB ab. Die Testlisten konnten somit als perzeptiv ausgewogen gelten bei einer Abweichung vom Gesamtmedian von $\pm 0,0$ bis 1,0 dB.

Als mögliche Ursachen für die, innerhalb der Toleranzgrenzen äußerst geringfügigen, Unterschiede in der Verständlichkeit der Testlisten sollten verschiedene Punkte diskutiert werden.

Nach der Fehlervarianten-Analyse enthielten die Listen 5, 6 und 10 die wenigsten und seltensten falsch verstandenen Zahlwörter. Das könnte der Grund dafür gewesen sein, dass Liste 6 etwas leichter verstanden wurde. Laut der Fehlervarianten-Analyse müsste allerdings Liste 5 am leichtesten zu verstehen sein, da sie die meisten und häufigsten richtig verstandenen Zahlwörter enthält. Darauf folgt die durchschnittliche Anzahl der falsch verstandenen Zahlwörter in den Listen 6 und 10. Die Anzahl falsch verstandener Wörter pro Liste ist also für sich genommen nicht immer ausschlaggebend für die perzeptive Ausgewogenheit.

Dafür, dass die Listen 2, 3, 4 und 5 etwas schwerer verstanden wurden, fanden sich in der phonemischen Analyse keine Korrelationen. Allerdings enthält Liste 4 ein Zahlwort mit einer Verständlichkeit von 5 % (die 79) sowie drei weitere Zahlwörter mit einer maximalen Verständlichkeit von 20 % (die 11, 90 und 97). Liste 5 enthält je zweimal die schwer verständlichen Zahlen 50 als Zehner sowie 3 als Einer.

In Liste 3 finden sich die meisten 25 bis 29-mal falsch verstandenen Zahlen sowie in den Listen 3, 4 und 7 die meisten 35 bis 40-mal falsch verstandenen Zahlwörter.

In den Listen 3, 4 und 9 finden sich die Zehner 70 und 90 insgesamt dreimal. 93 und 97 als Kombination schwer verständlicher Einer und Zehner kommen jeweils zweimal in den Testlisten vor. Das könnte die Ursache sein, warum die Liste 4 etwas schwerer verstanden wurde.

Die geringfügig bessere L_{40-60} -Verständlichkeit von Liste 6 wäre demnach darauf zurückzuführen, dass in dieser Liste mehr Wörter seltener falsch verstanden werden und keine Häufung von schwer verständlichen Zehner- und Einer-Zahlen vorlag.

Da die RSIT-Zahlenlisten für 40 bis 60 % Sprachverständlichkeit um maximal ± 1 dB vom Gesamtmedian abweichen, können sie auf Listenebene grundsätzlich als perzeptiv ausgewogen bezeichnet und somit zur Diagnostik von Hörschädigungen verwendet werden.

5.4.1.2 Sprachverständlichkeit auf Einzelwortebene

Insgesamt 59 % der im TEST und RETEST dargebotenen Zahlwörter wurden richtig verstanden. Mehr als ein Drittel der falsch verstandenen Wörter wurde überhaupt nicht verstanden. Insgesamt 2 % der dargebotenen Wörter wurden sogar mehr als zehnmal falsch verstanden.

Die Ergebnisdarstellung unter 4.2.2.2 zeigte, dass insbesondere Zahlwörter mit den Zehnerzahlen 50, 70 und 90 am häufigsten falsch verstanden wurden. Für die Einer-Zahlen gilt: Am häufigsten wurden die Einer 3, 7 und 9 falsch verstanden und untereinander ersetzt. Die russischen Zahlen 7 und 9 sind somit sowohl in der Einer- als auch in der Zehner-Position schlecht verständlich bzw. werden oft durch andere Zahlen ersetzt, d.h. von den Probanden falsch verstanden. In den mehr als zehnmals gar nicht verstandenen Zahlen finden sich häufig diese Einer und Zehner.

Eine genauere Betrachtung der Sprachverständlichkeit in % für jedes Zahlwort ergab, dass im TEST und RETEST jeweils dieselben Wörter gleich gut oder schlecht verstanden wurden. 100 % Verständlichkeit im TEST erzielte die Zahl 41. Jeweils 13 respektive 14 Zahlwörter erreichten eine Sprachverständlichkeit von mindestens 90 bzw. 80 % im TEST. Mit nur 9, 16 und 18 % waren die Zahlen 93 (Liste 10), 99 (Liste 9) und 77 (Liste 1) am schlechtesten verständlich. Maximal 20 % Verständlichkeit erreichten die Zahlen 79 (Liste 4) und 93 (Liste 2).

Bei der Erstellung der Testlisten durch Sonntag (2014) ist anfänglich auf die Anzahl schwer verständlicher Zahlen geachtet worden. Im weiteren Entwicklungsverlauf wurde dies jedoch nicht genügend berücksichtigt. Es wurden Zahlwörter doppelt in die Testlisten eingepflegt. Das hatte zur Folge, dass die Listen 3 und 4 zweimal die Zehner-Zahl 90 enthalten, die Listen 5 und 8 zweimal die Zehner-Zahl 50, Liste 9 zweimal die Zehner-Zahl 70. Liste 5 enthält zweimal die Einer-Zahl 3 und Liste 6 zweimal die 7. Zudem kamen 93 und 97 als Kombination schwer verständlicher Einer und Zehner jeweils zweimal in den Testlisten vor. Liste 10 enthält sechs dieser doppelt vergebenen Zahlwörter. Für eine mögliche Optimierung der RSIT-Zahlenlisten ergibt sich unter Betrachtung der vorliegenden Ergebnisse, dass auf die gleichmäßige Verteilung bestimmter Einer- und Zehner-Zahlen in den Listen stärker geachtet werden sollte.

Auch die Position der Zahlwörter innerhalb der jeweiligen RSIT-Liste beeinflusste ihre jeweilige Verständlichkeit. Die mittlere Verständlichkeit der Zahlwörter in % in Abhängigkeit von ihrer Position innerhalb der RSIT-Zahlenlisten 1-10 in TEST und RETEST lag am höchsten für Zahlwörter an vierter und zehnter Stelle. Man könnte vermuten, dass die Probanden sich bis zum vierten Wort eingehört hatten und beim letzten Wort noch einmal richtig konzentriert waren. Diese Hypothese müsste jedoch durch weitere Untersuchungen bestätigt werden. Die Zahlwörter an achter Stelle waren am schlechtesten verständlich, gefolgt von der ersten Position.

5.4.1.3 Von den Ergebnissen abzuleitende Änderungen der Listenzusammensetzung für Zahlen

Trotz der für die RSIT-Zahlenlisten bestehenden phonemischen und perceptiven Ausgewogenheit soll zur Optimierung dieses Verfahrens ein Vorschlag für die alternative Anordnung der einzelnen Zahlwörter diskutiert werden.

Orientiert an der Verständlichkeit der Zahlwörter in % aus der vorliegenden Studie sollten zuerst die am schlechtesten verständlichen Zahlwörter auf die Positionen 4 (9 bis 27 % Verständlichkeit) und 10 (31 bis 36 % Verständlichkeit) der einzelnen RSIT-Zahlenlisten verteilt werden. Die am besten verständlichen Zahlwörter aus der Studie wurden auf die Positionen 8 und 1 gelegt. Im Anhang 3 ist der Vorschlag für die alternative Verteilung der Zahlwörter auf die RSIT-Zahlenlisten 1-10 dargestellt. Dieses Vorgehen nimmt die Verständlichkeit der einzelnen Zahlwörter in Abhängigkeit von ihrer Position als feste Größe an und hat den Schwachpunkt, dass die Abhängigkeit der Sprachverständlichkeit von anderen Variablen vernachlässigt wird.

Zudem sollte eine gleichmäßige Silbenverteilung in den Zahlwörtern der RSIT-Testlisten berücksichtigt werden. Analog zur Ursprungsversion sollte jede Liste ein sechssilbiges Zahlwort, drei fünfsilbige und sechs drei- oder viersilbige Zahlwörter enthalten. Bis auf die neue Liste 10, die kein sechssilbiges, dafür aber vier fünfsilbige Zahlwörter enthält, ist dies bei den modifizierten Listen auch gelungen.

Die Häufung der schlecht verständlichen Zehner-Zahlen 70 und 90 sowie die Kombination schwer verständlicher Zehner- und Einer-Zahlen sollten vermieden werden. Aufgrund der jeweils erforderlichen Silbenzahl mussten dennoch folgende Zahlen doppelt vergeben werden: 93, 92, 71, 60, 59, 57, 51, 50, 47, 46, 33 (dreimal), 24, 18, 15. In den neu zusammengestellten Zahlenlisten 4 und 10 kommen der Zehner 50, in Liste 6 die Zehner-Zahl 90 sowie in Liste 3 der Einer 3 und in Liste 8 die Einer-Zahl 7 jeweils zweimal vor.

Zur Beurteilung der mittleren prozentualen Verständlichkeit einer modifizierten Liste wurde die prozentuale Verständlichkeit aller einzelnen Zahlen gemittelt. Annähernd alle modifizierten Listen hatten danach eine mittlere Verständlichkeit von 59,5 % mit einer Standardabweichung von $\pm 0,9$ %. (Für die Ursprungslisten galt, dass die mittlere Verständlichkeit einer Liste zwischen 54 und 69 % schwankte.) Ausschließlich die modifizierte Liste 9 ergab eine deutlich bessere mittlere Verständlichkeit von 63,8 %. Bei gemeinsamer Betrachtung der mittleren Verständlichkeit aller Listen ergab sich ein Wert von 59,9% bei einer Standardabweichung von $\pm 1,6$ %. Aufgrund der

besten Ergebnisse der neuen Liste 9, sollte diese zum Einüben des RSIT-Zahlentests verwendet werden. Eine größere Stichprobe könnte diese empfohlenen Veränderungen weiter untermauern.

5.4.2 Perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Einsilberlisten

Wie auch für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest ließ sich für die RSIT-Einsilberlisten bestätigen, dass sie auf Listenebene grundsätzlich als perzeptiv ausgewogen angesehen werden konnten. Im Ergebnisteil (Kap. 4.2.2) wurde angeführt, dass einzelne Listen für bestimmte Sprachverständlichkeitsniveaus nicht normalverteilt waren und daher ihre perzeptive Äquivalenz nicht beurteilt werden konnte.

Auf Einzelwort-Ebene waren sowohl der RSIT-Einsilbertest als auch der Freiburger Sprachverständlichkeitstest (Hey et al. 2016) nicht ausgewogen. Dies konnte anhand der hohen Bandbreite unterschiedlicher Sprachverständlichkeit in % der einzelnen Einsilber gezeigt werden.

5.4.2.1 Sprachverständlichkeit auf Listenebene

Die in der vorliegenden Studie ermittelte Sprachverständlichkeitsschwelle L_{50} in Ruhe betrug 28,5 dB SPL für die RSIT-Einsilberlisten. Dies erfüllte wiederum nicht die in der DIN ISO 8253 geforderten Bedingungen. Auch hier sollte das Konfidenzintervall der Sprachverständlichkeitskurven einzelner Testlisten um maximal 1 dB über- oder unterschritten werden. Acht Listen (3 bis 10) jedoch wichen um mehr als ± 1 dB vom Gesamtmedian ab. Für die Listen 3, 5, 9 und 10 ließ sich die perzeptive Äquivalenz nicht beurteilen, da die Daten für den L_{50} nicht normalverteilt waren. Zudem lagen die Konfidenzintervalle mit 1,6 bis 5,8 dB für alle Listen außerhalb der geforderten Norm.

Demgegenüber lag jedoch die Sprachverständlichkeitsschwelle L_{40-60} in Ruhe bei 30 dB SPL, so dass der gefundene L_{50} doch als passend anzusehen sein sollte.

Die gefittete Diskriminationskurve für die RSIT-Einsilberlisten ergab einen mittleren L_{50} bei 28,3 dB SPL mit postulierter Sprachverständlichkeit von 0 % bei 10 dB SPL und 100 % bei 50 dB SPL. Dieser Wert liegt 1,0 dB niedriger als der des Freiburger Sprachverständlichkeitstests, was als sehr geringe Abweichung angesehen werden sollte.

Die Sprachverständlichkeitsschwelle für die RSIT-Einsilberlisten lag somit in der Nähe des Wertes des Freiburger Sprachverständlichkeitstests (29,3 dB SPL) (DIN 45626-1 1995; Lehnhardt 2009). Balji (2016) beschrieb allerdings eine mittlere Sprachverständlichkeit der Freiburger

Einsilber von nur 43,2 % bei einem Darbietungspegel von 29 dB SPL, was bedeutet, dass 7 % weniger Einsilber bei gleichem Pegel als für den L_{50} erwartet verstanden wurden.

Betrachtet man den erforderlichen SPL für den L_{40-60} , konnten bei einer Gesamtabweichung vom Median von +/- 0,0 bis 1,0 % alle RSIT-Einsilberlisten als perzeptiv ausgewogen angesehen werden.

Als mögliche Ursachen für die geringfügigen Unterschiede der Sprachverständlichkeitsschwelle und L_{40-60} Sprachverständlichkeit sollten weitere Gesichtspunkte diskutiert werden. Laut Fehlervarianten-Analyse müsste Liste 10 am leichtesten zu verstehen sein, da sie die wenigsten und am seltensten falsch verstandenen Einsilber enthält. Die Ergebnisse zur perzeptiven Äquivalenz der Testlisten spiegeln diesen Sachverhalt jedoch nicht wider, was bedeuten könnte, dass die bessere oder schlechtere Verständlichkeit der Testlisten nicht allein auf die Anzahl falsch verstandener Wörter zurückzuführen ist. Dieser Befund gilt im Übrigen auch für den Freiburger Einsilbertest (Balji et al. 2016; Exter et al. 2016; Hey 2016).

Liste 10 enthielt die meisten mindestens fünf Probanden unbekanntem Wörter, gefolgt von den Listen 1, 4, 6 und 8. Liste 7 beinhaltete nur bekannte Wörter. Dieses Ergebnis hatte allerdings wiederum keine Auswirkungen auf die perzeptive Äquivalenz der Testlisten. Das könnte auch daran liegen, dass insgesamt nur 21 der 200 Wörter mindestens fünf Probanden unbekannt waren, und somit eine große „Grund-Bekanntheit“ der russischen Einsilber bei den Probanden vorlag. In unserer Studie hatte somit der Bekanntheitsgrad der Wörter letztlich keine Auswirkungen auf das Testergebnis.

Der Median der 40 bis 60 % Sprachverständlichkeit der RSIT-Einsilberlisten wich mit 0,0 bis 1,0 dB nur die von der DIN ISO 8253 erlaubten ± 1 dB vom Gesamtmedian ab. Für diese Gruppe der Sprachverständlichkeit lagen die meisten Werte vor und zeigten insbesondere bei einer Sprachverständlichkeit von 50 % die größte Streuung und somit auch die größte Steigung innerhalb der Diskriminationskurve (Balji et al. 2016; Hoth 2016; Hoppe 2016). Daher konnten abschließend die RSIT-Einsilberlisten grundsätzlich als perzeptiv ausgeglichen angesehen werden, eingedenk der Tatsache, dass für manche Listen aufgrund fehlender Normalverteilung keine tragfähigen Aussagen gemacht werden können.

5.4.2.2 Sprachverständlichkeit auf Einzelwortebene

Insgesamt wurden 58 % der im TEST und RETEST dargebotenen Einsilber richtig verstanden. 8 % der Wörter wurden überhaupt nicht verstanden, 10 % der Einsilber wurden mehr als zehnmal falsch verstanden.

Eine genaue Betrachtung der Sprachverständlichkeit in % für jeden einzelnen Einsilber ergab, dass im TEST und RETEST jeweils dieselben Wörter gleich gut oder schlecht verstanden wurden. Bis auf sechs Ausnahmen wurden die Einsilber mit fünf Phonemen, unabhängig davon, welchem Strukturtyp sie angehören, oft falsch verstanden.

Die Position der Einsilber innerhalb der jeweiligen RSIT-Einsilberliste beeinflusste in der vorliegenden Studie durchaus ihre jeweilige Verständlichkeit. Die mittlere Verständlichkeit der Einsilber in % in Abhängigkeit von ihrer Position innerhalb der RSIT-Einsilberlisten 1-10 im TEST und RETEST lag am höchsten für Einsilber in den Positionen 6 und 13. Die Einsilber in der letzten Position waren am schlechtesten verständlich. Diese Beobachtungen sollten für die Optimierung der Verteilung der Einsilber auf die Listen 1-10 genutzt werden.

Eine wichtige Beobachtung war, dass Probanden vermutlich aus ihrer Mehrsprachigkeit heraus manchmal ähnliche Wörter falsch verstanden wie beispielsweise anstatt „ [krʲjuk] (= Haken) das Wort [glʲjuk] (= Glück) oder anstatt „ [tselʲ] (= Ziel) das Wort [tselt] (= Zelt). Dieser Effekt beruht eventuell auf der Tatsache, dass Deutsch entweder die zweite Muttersprache oder eine geläufige Fremd- und Umgebungssprache war.

Im Gegensatz zu den Einsilbern des Freiburger Sprachverständlichkeitstests (Steffens 2016) konnten die russischen Einsilber des RSIT als größtenteils bekannt in der russischen Gegenwortsprache angesehen werden: nur 21 der 200 Substantive wurden von mindestens fünf Probanden in einem nicht-standardisierten Fragebogen als unbekannt eingeschätzt.

Bis auf zwei Wörter – „ [ʲan] (= Bottich) und „ [klʲi ʲ] (= Ausruf), die das markante Frikativ [ʲ] im An- oder Auslaut enthielten –, gehörten alle als „unbekannt“ eingestuft Wörter zu den mindestens 16 bis 43-mal falsch verstandenen Wörtern. Sieben der als „unbekannt“ bewerteten Einsilber erreichten eine maximale Sprachverständlichkeit von 40 %.

Die Listen 6 und 10 enthielten die meisten mindestens fünf Probanden unbekannt Wörter, Liste 7 enthält nur bekannte Wörter. Diese Befunde hatten jedoch kaum Auswirkungen auf die perzeptive Balance der RSIT-Einsilberlisten insgesamt. Für den Freiburger Einsilbertest stellte Steffens

(2016) dar, dass der Bekanntheitsgrad der Einsilber nur z.T. die perzeptive Ausgewogenheit der Testlisten beeinflusste. In unserem Fall waren vielleicht einfach zu wenige Einsilber mindestens fünf Probanden unbekannt, so dass sich der Bekanntheitsgrad der Einsilber in der russischen Gegenwartssprache nicht auf die perzeptive Ausgewogenheit der RSIT-Listen auswirkte.

5.4.2.3 Sprachverständlichkeit auf Phonem-Ebene

Die Analyse auf Phonem-Ebene ergab, dass im TEST und RETEST 87 % der Phoneme korrekt verstanden, 9 % durch andere ersetzt und 4 % Phoneme einfach weggelassen wurden. Die Phonem-Auslassungen wurden durch 2 % neu eingefügter Phoneme zur Hälfte kompensiert.

Die Lauteinfügungen sowie die Lautersetzungen betrafen im TEST und RETEST zu 95 % Konsonanten und zu 5 % Vokale. Für die Lautauslassungen galt, dass nur zu 0,2 % Vokale betroffen waren.

Die Probanden ersetzten vornehmlich Phoneme im An- und Auslaut der Einsilber. Den höchsten Anteil hatten Lautersetzungen an Plosiven. Die Lautersetzungen fanden bis auf wenige Ausnahmen in der gleichen Phonem-Gruppe statt. Auch die Lauteinfügungen und -auslassungen betrafen zum größten Teil Plosive.

Die häufigsten Phonem-Ersetzungen im Anlaut betrafen im TEST und RETEST die Konsonanten [b], [p], [g], [k] und [v], im Auslaut [t] und [s] sowie im Inlaut [l']. Betrachtet man unter diesem Aspekt die am schlechtesten verständlichen Einsilber des RSIT, so fällt auf, dass „ [plast] (= Schicht) und „ [vʲint] (= Schraube) mit den häufig ersetzten Phonemen [p] und [v'] beginnen sowie mit dem ebenfalls häufig ersetzten [t] enden. Das Wort „ [vʲetʲ] (= Zweig) beginnt mit [v'], „ [kulʲt] (= Kult) endet mit [t] und enthält [l'] im Inlaut. Unter den häufig richtig verstandenen Einsilbern fanden sich diese An- und Auslaut-Phoneme selten bis gar nicht.

Zur Optimierung der RSIT-Einsilberlisten sollten genau diese Ergebnisse herangezogen werden, um weitere Einsilber mit besonders gut verständlichen Phonemen im An-, In- und Auslaut zu suchen und einzufügen.

5.4.2.4 Von den Ergebnissen abzuleitende Änderungen der Listenzusammensetzung für Einsilber

Orientiert an der Verständlichkeit der Einsilber in % aus der vorliegenden Studie wurden zuerst die am schlechtesten verständlichen Einsilber auf die Positionen 13 (2-24 %) und 6 (38-27 %) sowie 9 (38-42 %) der einzelnen RSIT-Einsilberlisten verteilt. Die am besten verständlichen Einsilber aus der Studie wurden auf die Endposition (96-100 %) sowie auf die Positionen 8 (93-96 %) und 11 (89-93 %) gelegt. Im Anhang 4 wurde der Vorschlag für eine alternative Verteilung der Einsilber auf die RSIT-Einsilberlisten 1-10 dargestellt. Dieses Vorgehen nahm die Verständlichkeit der einzelnen Einsilber aus der vorliegenden Studie als feste Größe an und hatte den Schwachpunkt, dass die Abhängigkeit der Sprachverständlichkeit von anderen Variablen, wie z.B. von besonders gut verständlichen Phonemen im An-, In- und Auslaut oder dem Bekanntheitsgrad der Einsilber in der russischen Gegenwartssprache, vernachlässigt werden könnte.

Es wäre auch denkbar gewesen, weitere Einsilber mit gut verständlichen Phonemen im An-, In- und Auslaut einzubeziehen. Allerdings hätten dann keine Daten zur möglichen Verständlichkeit in % des jeweiligen Wortes aus der vorliegenden Studie zur Verfügung gestanden. Sonntag (2014) hatte bereits Schwierigkeiten, genügend Einsilber zur Erstellung der Testlisten zu finden, so dass im Rahmen dieser Arbeit davon Abstand genommen wurde, neue Wörter einzufügen.

Im nächsten Schritt wurde die gleichmäßige Phonem-Anzahl in den Einsilbern der modifizierten RSIT-Testlisten berücksichtigt. Analog zur Ursprungsversion sollte jede Liste acht Einsilber mit drei Phonemen, zehn Wörter mit vier Phonemen und zwei Wörter mit fünf Phonemen enthalten. Bis auf die neuen Listen 8 und 9, die jeweils elf Wörter mit vier Phonemen und nur sieben Einsilber mit drei Phonemen enthalten, war dies auch gelungen.

Hinsichtlich der Phonem-Verteilung wurde beabsichtigt, jede Einsilber-Liste mit 10 Plosiven, 7 Frikativen sowie 3 Nasalen und Liquiden im Anlaut zu bestücken. Bis auf die neue RSIT-Einsilberliste 9, die neun Plosive im Anlaut, dafür aber 4 Nasale und Liquide enthält, war dieses Vorgehen ebenfalls erfolgreich. Ebenso sollte die Verteilung der Vokale auf die einzelnen Listen im Wesentlichen ausgewogen sein. Wie auch in den Ursprungslisten gab es nur kleinere Abweichungen in der Anzahl der jeweiligen Vokal-Phoneme. Die größere Heterogenität der Auslaut-Phoneme in den einzelnen Listen ließ sich aufgrund des begrenzten Wortmaterials leider nicht verhindern und wurde aber auch als wenig beeinflussend angesehen.

Die mittlere Verständlichkeit für die neuen RSIT-Einsilberlisten lag bei durchschnittlich 65,8 % mit einer Standardabweichung von $\pm 0,5$ %. Bei den Ursprungslisten variierte die mittlere Verständlichkeit der Testlisten zwischen 49 und 77 %.

Die modifizierten Testlisten können somit wahrscheinlich als perzeptiv noch ausgewogener angesehen werden. Eine größere Stichprobe könnte dies ebenfalls deutlicher zeigen. Sollte dies allerdings nicht der Fall sein, sollten zur Optimierung weitere russische Einsilber gesucht und evaluiert werden.

5.5 Bezugskurven des Sprachverstehens

Hoth definierte 2016 sehr präzise den Zusammenhang zwischen einem Stimulus und der kognitiven Wahrnehmung:

„Allgemein wird in der Psychometrie der Zusammenhang zwischen kognitiven Leistungen und der Stärke des Reizes durch sigmoidale (d.h. S-förmige) Diskriminationsfunktionen (performance-intensity-functions) beschrieben, welche zunächst flach, anschließend steiler und schließlich wieder flach verlaufen. (...) Durch diese Kurve wird die Sprachverständlichkeitsschwelle L_{50} definiert als derjenige Sprachschallpegel, bei dem genau 50 % der Testwörter korrekt wiedergegeben wurden. Diese Schwelle liegt umso höher, je schwieriger es ist, die Testwörter zu identifizieren“ (Hoth 2016).

Bezogen auf den Freiburger Sprachverständlichkeitstest und den RSIT ergaben sich folgende Aspekte:

Für die Freiburger Zahlen werden 50 % Sprachverständlichkeit bei 18,4 dB SPL erwartet. Dem entsprach der L_{50} im RSIT-Zahlentest bei 20,0 dB SPL. Die Berechnung der Regression der Kurven für die RSIT-Zahlenlisten mit dem Newton-Raphson-Verfahren (MATLAB R2018a) ergab einen mittleren L_{50} bei 19,5 dB SPL. 100 % Sprachverständlichkeit der Freiburger Zahlen werden bei 28,3 (Lehnhardt 2009) bzw. 30 dB SPL (DIN 45626-1 1995) beim Normalhörenden gemessen. Für den RSIT ergab sich eine volle Sprachverständlichkeit bei einem höheren Wert mit 35 dB SPL. Dem entspricht eine Steigung der Diskriminationsfunktion S_{50} von 7,1 % pro dB SPL gegenüber 8 % beim Freiburger Zahlentest (Kießling 2018). Während die Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{50} exakt bestimmt werden konnte, ließen sich die übrigen Werte der Bezugskurve nur schätzen und müssten in weiteren Untersuchungen verifiziert werden.

Für die Freiburger Einsilber werden 50 % Sprachverständlichkeit bei 29,3 dB SPL erwartet. Dem entsprach der L_{50} im RSIT-Einsilbertest bei 28,5 dB SPL. Die Berechnung der Regression der Kurven für die RSIT-Einsilberlisten mit dem Newton-Raphson-Verfahren (MATLAB R2018a) ergab hier einen mittleren L_{50} bei 28,3 dB SPL mit postulierter Sprachverständlichkeit von 0 % bei 10 dB SPL und 100 % bei 50 dB SPL. 100 % Sprachverständlichkeit der Freiburger Einsilber werden bei Normalhörenden bei 47,3 dB SPL gemessen (Lehnhardt 2009; DIN 45626-1 1995). Dies entspricht einer Sprachverständlichkeitsbezugskurve mit einer durchschnittlichen Steigung von 5 % je dB SPL (Kießling et al. 2018). Im Vergleich dazu liegt die Steigung der Bezugskurve S_{50} des RSIT-Einsilbertests bei 5,8 % pro dB SPL. Während die Sprachverständlichkeitsschwelle in Ruhe L_{50} exakt bestimmt werden konnte, ließen sich auch hier die übrigen Werte der Bezugskurve nur schätzen und müssten in weiteren Untersuchungen verifiziert werden.

Da die Medianwerte für die Sprachverständlichkeit von 30 bis 90 % nahe beieinanderliegen, lassen sich vorerst keine Bezugskurven des Sprachverstehens für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten erstellen. Die erzielten Medianwerte der RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten können sicher teilweise auf die Zielsetzung, so viele Messergebnisse wie möglich für 40 bis 60 % Sprachverständlichkeit zu erhalten, zurückgeführt werden. Insgesamt lagen jedoch zu wenige Messergebnisse für 30, 70, 80 und 90 % Sprachverständlichkeit vor, so dass die Eckpunkte der Kurven nicht exakt bestimmt werden konnten. Erneute Messungen in anderen Pegelbereichen könnten eine veränderte Diskriminationsfunktion ergeben. Des Weiteren könnten die nahe beieinander liegenden Medianwerte auch mit der hohen Grundverständlichkeit der Zahlwörter und Einsilber insgesamt zusammenhängen: Knapp 60 % der dargebotenen Zahlwörter und Einsilber wurden von den Probanden (pegelunabhängig) immer verstanden.

Hörschädigungen werden oft durch einen Diskriminationsverlust für die hohen Frequenzen charakterisiert. Die russische Sprache besitzt 14 Frikative. In einer weitergehenden Studie könnte bei einer solchen Hochtonschwerhörigkeit ein möglicher kausaler Zusammenhang zwischen den Frikativen und einer dann möglicherweise veränderten Bezugskurve aufgezeigt werden.

Im Vergleich ist der erforderliche SPL für den L_{50} bei den russischen Zahlen zwar etwas höher als bei den Zahlen des Freiburger Sprachverständlichkeitstests (DIN 45626-1 1995), die 50 % Einsilber-Verständlichkeit liegt nichtsdestotrotz nahe beieinander. Für den klinischen Alltag bedeutet dies, dass die Ergebnisse für 50 % Sprachverständlichkeit mit dem RSIT genauso wie für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest gewertet werden können.

Sollten sich die berechneten Bezugskurven für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten bestätigen, wäre der RSIT dem Freiburger Sprachverständlichkeitstest in seinen Diskriminationsfunktionen für die Zahlen- und Einsilberlisten grundsätzlich äquivalent. Vorerst liegt jedoch anhand dieser Ergebnisse die Schlussfolgerung nahe, dass der verwendete RSIT sich zunächst als Schwellentest eignet.

5.6 Test-Retest-Reliabilität

Sowohl für die RSIT-Zahlen- als auch für die Einsilberlisten ergab sich für 50 und 60 % Sprachverständlichkeit ein 95 %-Vertrauensbereich von ca. ± 5 dB zwischen der ersten und einer nachfolgenden Messung beim gleichen Probanden, Diese mögliche Abweichung von 5 dB muss bei Wiederholungs-Messungen, wie beispielsweise im Rahmen einer Hörgeräteversorgung berücksichtigt werden.

Schmidt et al. (2016) fanden in ihrer Untersuchung zum prozeduralen Trainingseffekt für den Freiburger Einsilbertest, dass die Ergebnisse der beiden zuerst dargebotenen Listen sich signifikant vom Mittelwert der an 3. bis 20. Stelle präsentierten Listen unterschieden. In der vorliegenden Studie wurde der Trainingseffekt zwar nicht untersucht, es steht aber zu vermuten, dass auch beim RSIT ein solcher Lerneffekt gefunden werden könnte, der die Messgenauigkeit und die Wiederholbarkeit der Testergebnisse beeinflussen könnte.

International wird die Darbietung von mindestens 50 Einzelwörtern gefordert. Man kann somit daraus ableiten, dass mindestens zwei Testlisten zur Überprüfung einer effektiven Hörgeräteversorgung zu fordern sind. (Hoppe 2016; Winkler et al. 2016).

Sowohl der Freiburger Sprachverständlichkeitstest als auch der RSIT zeigen somit eine erhöhte Messungenauigkeit, die zumindest z.T. auf die geringe Anzahl der Wörter in einer Liste zurückgeführt werden kann, und erschwerte Interpretation von Test-Retest-Ergebnissen. Die Test-Retest-Reliabilität liegt somit für den RSIT nicht innerhalb der Norm.

5.7 Vergleichende Aspekte des RSIT zum Freiburger Einsilbertest

Eine leitende Fragestellung und ein Ziel der vorliegenden Arbeit waren, den RSIT auch in seiner Äquivalenz bezüglich der untersuchten Kriterien – phonemische und perzeptive Ausgewogenheit der Testlisten, Bezugskurven des Sprachverstehens, Test-Retest-Reliabilität, L_{50} -Schwellen – mit dem Freiburger Sprachverständlichkeitstest zu vergleichen und zu bewerten. Im Folgenden

werden Ergebnisse aus vergleichbaren Studien zum Freiburger Einsilbertest vorgestellt und mit den Befunden zum RSIT verglichen.

Folgende Kritikpunkte am Freiburger Sprachverständlichkeitstest wurden von Hoth (2016), Sonntag (2015) und Hoppe (2016) formuliert:

- phonemisch und perceptiv nicht ausgewogene Testlisten,
- die Verwendung ungebräuchlicher sowie „emotional belasteter“ Testwörter,
- unausgewogene Präsentationslevel,
- die überartikulierte Aussprache der Testwörter,
- die geringe Messgenauigkeit,
- die flache Diskriminationsfunktion,
- das Fehlen eines Ankündigungsreizes,
- das Fehlen eines standardisierten Störgeräusches,
- die fehlende Auswertung von Phonem-Verwechslungen der Testpersonen,
- die Realitätsferne der Einzelwort-Verständlichkeit in der Testsituation gegenüber der Verständlichkeit von Umgangssprache.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte festgestellt werden, dass auch der RSIT einige analoge Kritikpunkte beinhaltet. Zwar maß das hier verwendete Verfahren auch die Sprachverständlichkeit nur in Ruhe, es gab jedoch wie im Freiburger Test kein standardisiertes Störgeräusch. Die Einsilber des RSIT sind in der russischen Gegenwartssprache bekannter, als es die Freiburger Einsilber zur Test-Entstehungszeit waren (Steffens 2016). Allerdings ist nichts über regionale Unterschiede in der Verwendungshäufigkeit bekannt. Ob es gelungen ist, „emotional schwierige“ Wörter wegzulassen, hing auch davon ab, welche Wörter für wen belastend zu wiederholen waren. Es gab im RSIT Begriffe für Emotionen, wie die Einsilber „ [strax] (= Angst) und „ [grusʲtʲ] (= Traurigkeit), oder „Kriegsvokabular“, wie die Wörter [front] (= Front) und [tank] (= Panzer), die mit 76 und 69 % gut verständlich waren. Von den Probanden wurde keine durch die Wortwiederholung auftretende Belastung zurückgemeldet. Auch eine Überartikulation wie vom Freiburger Test bekannt wurde im RSIT durch die Probanden nicht angegeben.

Für den RSIT wurden die Phonem-Verwechslungen sowie Lauteinfügungen und -auslassungen der Probanden im Kapitel 4.2.2.3 analysiert.

Für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest und den RSIT gilt gleichermaßen, dass die im Audiometrie-Raum erhobenen Ergebnisse der Sprachverständlichkeit nur wenig mit dem zu tun haben, was Hörgesunde und auch Hörrehabilitierte in ihrem Alltag erleben. Hoth (2016) formulierte diesen Umstand wie folgt *„Ein unter Laborbedingungen erhaltenes Testergebnis ist in Bezug auf seine Relevanz für den Alltag immer unvollkommen. Das ist der für Standards und Normen zu entrichtende Preis“*. Will man Untersuchungsbefunde aus der Sprachaudiometrie auf die Sprachverständlichkeit der Probanden im Alltag übertragen, ist zu beachten, *„dass die Erhöhung des Sprachpegels am Audiometer ganz etwas anderes ist als das laute Sprechen „im richtigen Leben“, bei dem sich nicht nur der Pegel, sondern auch die Frequenzzusammensetzung ändert“*. Dieser Autor brachte die Sachlage für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest auf den Punkt: nicht nur in ihm sei das Ideal interindividuell gleicher Chancen für die Sprachverständlichkeit nicht erreichbar, sondern auch im täglichen Leben, so dass es *„nur scheinbar ein Makel des Tests“* sei. Dem kann sich für den RSIT angeschlossen werden.

Hey et al. (2016) stellten fest, dass der Freiburger Sprachverständlichkeitstest weit verbreitet, einfach, mit der Mehrzahl der Patienten durchführbar sei, und sehen ihn als *„praxistauglich“* an. Bedingt durch den nachgewiesenen Lerneffekt (Schmidt et al. 2016) sowie die geringe Messgenauigkeit von nur 20 Testwörtern wird für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest empfohlen, ihn sowohl mit ein bis zwei Testlisten einzuüben als auch für die Diagnostik oder Evaluation einer Hörhilfe mindestens zwei Testlisten zu messen und die Sprachverständlichkeit in % als Mittelwert beider Messungen anzugeben (Hoppe 2016; Winkler et al. 2016). Der Idee von Hey et al. (2016), den Freiburger Einsilbertest zu optimieren, indem die vorhandenen Wörter zu neuen Listen umsortiert bzw. einzelne Wörter und Listen weggelassen würden, wurde für den RSIT im Rahmen der vorliegenden Arbeit gefolgt. Unter 5.4.1.3 und 5.4.2.4 wurden Vorschläge zur Optimierung der RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten gemacht.

5.7.1 Aspekte zur phonemischen Äquivalenz der Freiburger und RSIT Einsilberlisten

Sowohl der RSIT als auch der Freiburger Einsilbertest weisen nicht in allen Testlisten eine vollständig ausgewogene phonemische Zusammensetzung auf. Bezüglich des Freiburger Tests variieren die Testergebnisse einzelner Testlisten (Winkler et al. 2014; Balji et al. 2016; Exter et al. 2016; Winkler et al. 2016).

Nach Exter et al. (2016) weist die Verteilung der Vokale in den Testlisten des Freiburger Einsilbertests eine große Streubreite auf, die Kurzvokale [u] und [o] sind zu häufig, der Kurzvokal [i]

ist zu selten vertreten, die Langvokale [e] und [i] kommen überhaupt nicht vor. Der Autor des Freiburger Sprachverständlichkeitstests (Hahlbrock 1953) hatte die Vokallänge bei der Erstellung seiner Testlisten nicht berücksichtigt. Während die Vokallänge im Russischen kein konstitutives Merkmal für Phoneme ist (Müller 2003), hat sie im Deutschen sehr wohl eine bedeutungsunterscheidende Funktion. Obwohl die Verteilung der Vokale auf die 20 Testlisten Unterschiede aufweist, führen diese laut Exter et al. (2016) nicht zur Beeinträchtigung der perceptiven Ausgewogenheit der Testlisten.

Im Freiburger Einsilbertest sind die stimmlosen Plosive insgesamt zu stark, die stimmhaften Plosive zu selten vertreten. Die größten Abweichungen zeigt die Liste 12 mit einer geringeren Anzahl von stimmlosen Frikativen, weniger Nasalen, mehr stimmlosen Plosiven und „sonstigen Konsonanten“ [r] und [l].

Der Strukturtyp „Konsonant-Vokal-Konsonant“ ist sowohl im Freiburger Sprachverständlichkeitstest als auch im RSIT in allen Testlisten am häufigsten vertreten. Von den anderen Testlisten abweichend enthält die Liste 11 des Freiburger Einsilbertests die meisten Phoneme und mehr Wörter mit längeren Strukturtypen (Exter et al. 2016).

Die schlechtere Verständlichkeit der Listen 5 und 12 sowie die bessere Verständlichkeit der Listen 11 und 15 lässt sich mit den aufgezeigten Unterschieden in der Phonemverteilung allerdings nicht belegen (Balji et al. 2016; Exter et al. 2016). Der gleiche Befund ergab sich für den RSIT, wie unter 5.3 gezeigt wurde: Geringfügige Unterschiede in der Phonem-Verteilung bedingen also nicht automatisch Unterschiede in der Sprachverständlichkeit der einzelnen Listen. Die Listen waren dennoch größtenteils perceptiv ausgewogen.

5.7.2 Untersuchungen zur perceptiven Äquivalenz der Freiburger und RSIT Testlisten

Beim Freiburger Einsilbertest differierte je nach Studie die perceptive Äquivalenz der Testlisten (Winkler et al. 2014; Balji et al. 2016; Exter et al. 2016; Winkler et al. 2016), was sicher auch an den unterschiedlich zusammengesetzten Probandengruppen (normalhörende oder schwerhörige Probanden) und der Heterogenität verwendeter Messverfahren liegen konnte.

Hey et al. (2016) untersuchten die Sprachverständlichkeit auf Listen- und Einzelwortebene der Freiburger Einsilberlisten anhand von Daten aus der postoperativen Cochlear Implant (CI) Rehabilitation.

Bei Langzeit-CI-Nutzern wurde die Sprachverständlichkeit in Ruhe bei 60 und 70 dB SPL gemessen. Bei 60 dB SPL lag der Median für die Sprachverständlichkeit bei 80 %, bei 70 dB SPL bei 85 % (Hey et al. 2016). Das mittlere Verstehen aller gemessenen Listen wurde für die beiden Stimulationspegel getrennt ermittelt. Beim Stimulationspegel von 60 dB SPL wichen die Listen 4 und 14 hochsignifikant, die Listen 7 und 17 signifikant vom mittleren Gesamtverstehen aller Listen ab. Liste 14 wurde am wenigsten verstanden, Liste 4 am besten. Die Messungen bei 70 dB SPL ergaben, dass Liste 11 am wenigsten, Liste 6 am besten (hochsignifikante Abweichung) verstanden wurde (Hey et al. 2016). Für den RSIT gilt ebenfalls, dass, je nachdem welchen Stimulationspegel oder welche Prozentgruppe der Sprachverständlichkeit man betrachtet, unterschiedliche Listen vom Gesamtmedian der Sprachverständlichkeit um mehr als ± 1 dB abweichen.

Auf Einzelwortebene wurde die mittlere Verständlichkeit für alle 400 Wörter des Freiburger Einsilbertests anhand von Histogrammen dargestellt. Am seltensten wurde das Wort „Fall“ verstanden, gefolgt von „Abt“, „Groll“ und „Blei“. Am besten wird „Schuh“ verstanden, gefolgt von „Stier“, „Kind“ und „Schnee“. Die Analyse der Verteilungsfunktion des Einzelwortverstehens für jede Liste mit dem Shapiro-Wilk-Test ergab keine Normalverteilung, sondern z.T. mehrgipflige oder gleichverteilte Verteilungen (Hey et al. 2016).

Hey et al. (2016) kommen zu dem Schluss, dass der Freiburger Einsilbertest auf Listenebene begrenzt ausbalanciert ist, auf Einzelwortebene dagegen nicht. Sie empfehlen für den Freiburger Einsilbertest, die vorhandenen Wörter zu neuen Listen zu sortieren. Ähnliche Effekte konnten in der vorliegenden Arbeit für den RSIT aufgezeigt werden. Vorschläge zur Neusortierung der Testlisten wurden erarbeitet.

Balji et al. (2016) fanden bei ihren Untersuchungen zur perzeptiven Äquivalenz der Freiburger Einsilberlisten ein mittleres Sprachverstehen von 43,2 % beim Darbietungspegel von 29 dB SPL für die Gruppe der 40 Probanden „TDH 39“. Das individuelle Sprachverstehen variierte im Median über alle Listen von 27,5 bis 70 %, obwohl es sich um ein „streng definiertes normalhörendes Probandenkollektiv“ handelte (Balji et al. 2016). Für die Listen 5, 11, 12 und 15 fanden die Autoren Abweichungen in der perzeptiven Äquivalenz.

Als mögliche Ursachen für die perzeptive Unausgewogenheit der Testlisten nennen Balji et al. (2016) die unterschiedliche Bekanntheit / Häufigkeit der Wörter im (regionalen) Sprachschatz, Phonem-Unterschiede zwischen den Testlisten, listenabhängige Phonem-Kombinationen, Lautheits- bzw. Pegelunterschiede sowie Wortverwechslungen.

Für den RSIT dürften die gleichen Zusammenhänge zutreffen. Zwar wurde mit Hilfe des nicht-standardisierten Fragebogens zum Bekanntheitsgrad der russischen Einsilber erhoben, dass sie bekannter in der russischen Gegenwartssprache sind, als es die deutschen Einsilber bereits zur Entstehungszeit des Testes waren (Steffens 2016), doch lassen sich regionale Unterschiede in der Bekanntheit der Wörter nicht ausschließen. Allerdings erklärten Worthäufigkeitsverteilungen für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest allein auch nicht, warum einzelne Testlisten besser oder schlechter verstanden wurden (Steffens 2016).

Die unter 4.1 aufgeführten und unter 5.3 diskutierten kleineren Abweichungen in der phonemischen Ausgewogenheit der RSIT-Einsilberlisten führten nicht zu Unterschieden in deren perzeptiver Balance, bzw. lassen sich letztere nicht durch eine unterschiedliche Phonem-Verteilung erklären. Das gilt auch für den Freiburger Einsilbertest: Die schlechtere Verständlichkeit der Listen 5 und 12 sowie die bessere Verständlichkeit der Listen 11 und 15 (Balji et al. 2016) lässt sich mit vorhandenen Unterschieden in der Phonem-Verteilung nicht belegen (Exter et al. 2016).

Balji et al. (2016) kritisieren sowohl das ± 1 dB-Kriterium als sehr streng – es wird nicht von allen Einsilberlisten des Freiburger Sprachverständlichkeitstests erfüllt – als auch die geforderte Probandenzahl von 10 normalhörenden Muttersprachlern als nicht ausreichend. Diesen Überlegungen kann sich für den RSIT angeschlossen werden. Für die audiologische Praxis empfehlen sie, vor jeder Untersuchung mit dem Freiburger Einsilbertest ein bis zwei der perzeptiv auffälligen Listen zum Einüben des Testes zu verwenden, um Trainingseffekte auszuschließen (Balji et al. 2016). Diese Empfehlung gilt auch für den RSIT.

Bangert (1983) untersuchte in seiner Dissertation die Verständlichkeit der einzelnen Phoneme des Freiburger Einsilbertests für hörgeschädigte Probanden mit dem Ziel, auftretende Phonemverwechslungen zu erfassen sowie gegebenenfalls Gesetzmäßigkeiten abzuleiten.

Der Freiburger Einsilbertest besteht aus 1495 Phonemen (in 400 Wörtern) mit einem Vokal-Konsonanten-Verhältnis von 27 zu 73 %. Das gleiche Vokal-Konsonanten-Verhältnis wurde auch für den RSIT gefunden. Bei Einsilbern ist naturgemäß mit einem höheren Aufkommen von Konsonanten zu rechnen. Bangert (1983) fand die folgenden Gesetzmäßigkeiten der Phonemvertauschungen für seine Versuchspersonen-Gruppe:

- Substitution stimmloser Plosive durch stimmlose Frikative und vice versa,
- Ersetzung stimmhafter Plosive durch vorzugsweise stimmhafte Frikative,

- Verwechslung stimmhafter Frikative untereinander, mit den Liquiden [l] und [r] sowie mit den stimmhaften Plosiven [b] und [d],
- Substitution der Nasal-Laute untereinander und mit [l],
- Keine Ersetzung von [l] und [r] (Bangert 1983).

Bis auf die Konsonanten [d], [t], [g] und [k] im Anlaut wurde auch die von Bangert (1983) beobachtete Ersetzung stimmloser durch stimmlose und stimmhafter durch stimmhafte Phoneme gefunden. Grundsätzlich lassen sich die Phonem-Ersetzungen in zwei verschiedenen Sprachen jedoch nicht 1:1 vergleichen, es können allenfalls Tendenzen aufgezeigt werden. Für die Optimierung von RSIT- oder Freiburger Einsilberlisten können die beobachteten Phonem-Ersetzungen genutzt werden, um neue Wörter mit gut verständlichen Phonemen zu suchen und in die Listen einzufügen. In der klinischen Praxis dient die Aufzeichnung von Phonem-Substitutionen oder Verwechslungen dazu, den Hörverlust eines Patienten genauer einzugrenzen.

5.7.3 Verwendungshäufigkeit der Testwörter im Freiburger Einsilbertest und im RSIT

Steffens (2016) untersuchte die Verwendungshäufigkeit der Freiburger Einsilber in der deutschen Gegenwartssprache. Zugrunde lag die Prämisse, dass häufig verwendete (= bekannte) Wörter stärkere neuronale Verknüpfungen schaffen und daher schneller richtig identifiziert werden können.

Der Autor des Freiburger Tests (Hahlbrock 1953) hatte bereits für die Erstellung der Testlisten die jeweilige Verwendungshäufigkeit der Einsilber in der geschriebenen Sprache ermitteln lassen. Steffens (2016) untersuchte daher die Benutzungshäufigkeit und Aktualität der Testwörter anhand gegenwärtiger Korpora zur Worthäufigkeit in der geschriebenen und gesprochenen deutschen Sprache. Er fand hochsignifikante Unterschiede zwischen Worthäufigkeiten in der geschriebenen und gesprochenen Sprache sowie in der Anzahl nicht erfasster Testwörter in den jeweiligen Korpora. Der größte Teil der Einsilber wurde seltener gesprochen als geschrieben. Bis zu 45 % (= 178 der 400 Testwörter) der Einsilber fehlen in den gegenwärtigen Korpora der gesprochenen deutschen Sprache. Mindestens 75 % der Wörter finden sich nicht mehr in der deutschen Umgangssprache. Die Verteilung der Worthäufigkeitsränge zeigt Häufungen selten verwendeter Testwörter. Hinzu kamen eventuell noch Unterschiede in der regionalen Verwendungshäufigkeit.

In den Testlisten 1, 6, 9, 10 und 17 fand sich übereinstimmend eine signifikant höhere Anzahl seltener Einsilber aus den Korpora für die Gegenwartssprache. Allerdings wurde nur die Liste 1 bei Sprachverständlichkeitsmessungen mit Normalhörenden schwerer verstanden. Ebenso fand

sich eine Übereinstimmung für die Testliste 15, die leichter verstanden wurde und eine höhere Anzahl bekannter Wörter aufweist. Die Liste 17 wurde leichter verstanden, obwohl sie eine höhere Anzahl seltener Wörter hat. Liste 12 wurde schwerer verstanden, zeigte aber keine Abweichungen im Bekanntheitsgrad der Wörter. Die Listen 9 und 10 dagegen wiesen mehr seltene Wörter auf, zeigten aber keine Abweichungen in der Sprachverständlichkeit. Die Listen 2 und 3 wurden leichter verstanden. Insofern erklären Worthäufigkeitsverteilungen allein nicht, warum einzelne Testlisten besser oder schlechter verstanden werden. Der Autor kommt zu dem Fazit, dass das Wortinventar überarbeitet und die Anzahl der Testwörter erhöht werden müsste, um die Messgenauigkeit des Freiburger Einsilbertests zu verbessern.

Ähnliche Resultate konnten für den RSIT dargestellt werden. Voruntersuchungen gab es nicht, daher wurden die Probanden im Rahmen der vorliegenden Arbeit im Anschluss an den Retest gebeten, in einem nicht-standardisierten Fragebogen anzugeben, ob sie die russischen Einsilber als „bekannt“, „unbekannt“ und / oder „wenig bekannt“ einschätzten. Es konnte gezeigt werden, dass die RSIT-Einsilber zum größten Teil in der modernen russischen Gegenwartssprache bekannt waren: Nur 21 der 200 Substantive wurden von mindestens fünf Probanden als unbekannt eingeschätzt. Allerdings konnten keine Aussagen zu regional mehr oder weniger verbreiteten Einsilbern getroffen werden. Im Einzelfall macht es sicher Sinn nachzufragen, ob ein Patient bestimmte Wörter kennt, wenn er z.B. in einer Testliste deutlich schlechter abschneidet. Grundsätzlich kann im klinischen Alltag jedoch von einem hohen Bekanntheitsgrad der Wörter ausgegangen werden.

5.7.4 Untersuchungen der Test-Retest-Reliabilität der Freiburger und RSIT Testlisten

Winkler et al. (2016) überprüften die Test-Retest-Reliabilität des Freiburger Einsilbertests mit 30 normalhörenden Probanden im Alter von 20 bis 30 Jahren (\bar{x} 24,4 Jahre). Im TEST und RETEST wurden den Probanden die gleichen Testlisten präsentiert – abweichend von den Anforderungen der DIN ISO 8253 –, damit sich Unterschiede in der perzeptiven Äquivalenz der Testlisten nicht auf die Ergebnisse der Test-Retest-Reliabilität auswirkten. Stattdessen wurde ein möglichst langer Zeitraum zwischen TEST und RETEST gewählt: 7 bis 9 Monate. Die Sprachverständlichkeit wurde bei vier festgelegten Pegeln bestimmt: bei 21,5, 27,5, 33,5 und 39,5 dB SPL.

Winkler et al. (2016) kamen zu folgenden Ergebnissen: Die Sprachverständlichkeit verbesserte sich je nach Pegel um 1,4 bis 4,9 Prozentpunkte von TEST zu RETEST. Die Unterschiede waren nach dem t-Test für abhängige Stichproben auf dem 5 %-Niveau statistisch signifikant.

Die Test-Retest-Reliabilität hängt jedoch auch von der erreichten Sprachverständlichkeit ab. Werte für eine hohe oder niedrige Sprachverständlichkeit sind besser zu reproduzieren, im Bereich um 50 % Verständlichkeit variieren die TEST- und RETEST-Ergebnisse stärker (Hoppe 2016; Winkler et al. 2016). Ebenso fanden die Autoren eine Abhängigkeit von der Pegelauswahl: So war die Test-Retest-Reliabilität bei sehr hohen oder sehr niedrigen Pegeln ausgeprägter als bei Pegeln, die zu einer Verständlichkeit von 50 % führten (Winkler et al. 2016).

Für den RSIT lagen im Rahmen dieser Arbeit zu wenige Test-Retest-Wertepaare vor, um solche Aussagen treffen zu können. Mit einer größeren Stichprobe wären diese durchaus denkbar.

Winkler et al. (2016) fanden eine hohe Korrelation zwischen TEST und RETEST (Intraklassen-Koeffizient bei über 0,9) für die Listen des Freiburger Einsilbertests, die eventuell auch durch die Kenntnis der Einsilber (aus der TEST-Situation) begünstigt sein könnte.

Dennoch ist die Messungengenauigkeit bei nur 20 Wörtern pro Liste sehr ausgeprägt, so dass empfohlen wird, mindestens zwei Testlisten für die Diagnostik oder Evaluation einer Hörhilfen-Versorgung zu verwenden und den Mittelwert der Ergebnisse anzugeben (Hoppe 2016; Winkler et al. 2016). International wird die Darbietung von sogar 50 Einzelwörtern gefordert (Hoppe 2016).

Für den RSIT fanden wir ebenfalls eine hohe Messungengenauigkeit mit einem Unterschied von ca. 5 dB zwischen TEST- und RETEST-Ergebnissen. Insofern sollten auch für den RSIT stets zwei Testlisten geprüft werden, um möglichst zuverlässige Ergebnisse zu bekommen.

6 Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Arbeit wurde der RSIT nach den Vorgaben der DIN ISO 8253-1-3 im Rahmen einer prospektiven Studie mit 45 normalhörenden russischen Muttersprachlern evaluiert und mit den Eigenschaften des Freiburger Sprachverständlichkeitstests verglichen. Der Fokus lag hierbei auf der phonemischen und perzeptiven Ausgewogenheit der Testlisten.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass:

- die RSIT-Testlisten (auf Listenebene) phonemisch und perzeptiv ausgewogen sind — und darin mit den je nach Untersuchung unterschiedlichen perzeptiv auffälligen Testlisten des

Freiburger Einsilbertests größtenteils übereinstimmen. Auf die eingeschränkte Beurteilbarkeit weniger nicht normalverteilter Listen wurde im Ergebnisteil hingewiesen. Auf Einzelwort-Ebene sind sowohl der RSIT als auch der Freiburger Einsilbertest nicht perzeptiv ausgewogen.

- die als Median aus den Rohdaten ermittelten Sprachverständlichkeitsschwellen in Ruhe (L_{50}) für die RSIT-Zahlenlisten (20,0 dB SPL) und für die RSIT-Einsilberlisten (28,5 dB SPL) nur geringfügig von den L_{50} für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest abweichen: 18,4 dB SPL für die Zahlen und 29,3 dB SPL für die Einsilber. Auch die gefitteten L_{50} (19,5 dB SPL für die Zahlenlisten und 28,3 dB SPL für die Einsilberlisten) waren zu diesem Ergebnis passend. Somit lassen sich im klinischen Alltag die L_{50} , die mit dem RSIT gemessen werden, analog zu den Werten mit dem Freiburger Sprachverständlichkeitstest bewerten.
- die Bezugskurven des Sprachverstehens für die RSIT-Zahlen- und Einsilberlisten sich aus unseren Median-Werten nicht bestimmen ließen. Für die gefitteten Regressionskurven ergab sich eine Steigung der Diskriminationsfunktion von 7,1 % pro dB SPL für die RSIT-Zahlenlisten und 5,8 % pro dB SPL für die RSIT-Einsilberlisten. Für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest lagen die Werte bei 8 % pro dB SPL für die Zahlen und 5 % pro dB SPL für die Einsilber. Zur genaueren Analyse dieses im Vergleich zum Freiburger Testverfahren anderen Ergebnisses könnte eine größere Stichprobe hilfreich sein.
- die mittlere Test-Retest-Reliabilität der RSIT-Listen nicht der Norm entspricht: Mit einer Abweichung von ± 5 dB zwischen Test und Retest liegt eine Messungenauigkeit vor. Für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest wurde jedoch ebenfalls eine hohe Messungenauigkeit festgestellt. In beiden Fällen bezieht sich die Messungenauigkeit auf die Verwendung von nur einer Testliste mit 20 Wörtern. Die Verwendung von zwei Testlisten und die Darstellung des Ergebnisses als Mittelwert aus beiden Resultaten könnte die Messgenauigkeit erhöhen.
- der RSIT hinsichtlich der phonemischen und perzeptiven Ausgewogenheit der Testlisten als dem Freiburger Sprachverständlichkeitstest äquivalent zu bewerten ist.

Das Ziel war, mit dem RSIT ein audiometrisches Werkzeug zu entwickeln, das so schnell und leicht durchzuführen wäre wie der Freiburger Sprachverständlichkeitstest und bei der Diagnostik von Hörschädigungen sowie der Evaluation einer Hörrehabilitation russischer Muttersprachler gute Dienste leisten könnte. Die vorliegende Evaluation des RSIT konnte zeigen, dass durchaus

ein russischer Schwellentest für die sprachliche Bestimmung eines Hörverlusts sowie zur Indikationsstellung einer CI-Versorgung mithilfe des L₅₀ für die Einsilberdiskrimination (DGHNO 2018) zur Verfügung steht.

Weiterentwicklungsbedarf besteht vor allem darin, die Bezugskurven des Sprachverstehens zu präzisieren, die Test-Retest-Reliabilität genauer zu untersuchen, die selbst entwickelten Veränderungen der Testlisten zu überprüfen mit dem Ziel, ein „closed-set“ Format für den RSIT zu generieren, das auch ohne russische Sprachkenntnisse angewendet werden könnte. Bedingung hier wäre allerdings, Sicherheit über die schriftlichen Sprachkenntnisse der Testperson zu haben.

Aber wie auch für den Freiburger Sprachverständlichkeitstest vielfach festgestellt, müssen bei derartigen Testverfahren stets Normabweichungen zugunsten von praktischer Relevanz akzeptiert werden (Hoth 2016; Hoppe 2016; Winkler et al. 2014; Balji et al. 2016; Exter et al. 2016; Winkler et al. 2016; Schmidt et al. 2016; Steffens 2016).

Literaturverzeichnis

Balji I, Winkler A, Schmidt T, Holube I 2016

Balji I, Winkler A, Schmidt T, Holube I. Untersuchungen zur perzeptiven Äquivalenz der Testlisten im Freiburger Einsilbertest. HNO 2016 Aug;64(8):572-583. doi: 10.1007/s00106-016-0192-0

Bangert H 1983

Bangert H. Phonemerkennung und Phonemvertauschung bei sensorineuraler Schwerhörigkeit. Eine Untersuchung auf der Basis des Freiburger Sprachverständnistests nach HAHLBROCK. Dissertation Universität zu Köln; 1983.

Daum E, Schenk W 2001

Daum E, Schenk W. Schulwörterbuch Russisch. Berlin: Langenscheidt 2001.

Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. 2012

Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. AWMF-Leitlinie Cochlea-Implantat-Versorgung und zentral-auditorische Implantate. AWMF-Register-Nr.: 017-071 Klassifikation: S2k Bonn 05/2012

Deutsche Gesellschaft für Audiologie 2015

Deutsche Gesellschaft für Audiologie. DGA paper on CI. Audiologische Leistungen nach der CI-Indikation. Z Audiol 2015; 54 (1) 36–37

DGA-Fachausschuss "CI-Versorgung" 2018

DGA-Fachausschuss "CI-Versorgung". Audiologische Leistungen zur Cochlea-Implantat-Indikation. Z Audiol 2018; 57 (2) 77-78

DGHNO 2018

DGHNO. Weißbuch Cochlea-Implantat (CI)-Versorgung. Empfehlungen zur Struktur, Organisation, Ausstattung, Qualifikation und Qualitätssicherung in der Versorgung von Patienten mit einem Cochlea-Implantat in der Bundesrepublik Deutschland. Bonn 2018

DIN 45626-1 1995

Deutsches Institut für Normung. DIN 45626-1 Tonträger mit Sprache für Gehörprüfung, Teil 1: Tonträger mit Wörtern nach DIN 45621-1. Berlin: Beuth Verlag; 1995. 4

DIN 45621-1 1995

Deutsches Institut für Normung. DIN 45621-1 Sprache für Gehörprüfung. Teil 1: Ein- und mehrsilbige Wörter. Berlin: Beuth Verlag; 1995. 1-2

DIN EN ISO 8253-1 2010

Deutsches Institut für Normung. DIN EN ISO 8253-1 Akustik – Audiometrische Prüfverfahren – Teil 1: Grundlegende Verfahren der Luft- und Knochenleitungs-Schwellenaudiometrie mit reinen Tönen. Berlin: Beuth Verlag; 2010.

DIN EN ISO 8253-2 2010

Deutsches Institut für Normung. DIN EN ISO 8253-2 Akustik – Audiometrische Prüfverfahren – Teil 2: Schallfeld-Audiometrie mit reinen Tönen und schmalbandigen Prüfsignalen. Berlin: Beuth Verlag; 2010.

DIN EN ISO 8253-3 2012

Deutsches Institut für Normung. DIN EN ISO 8253-3 Akustik – Audiometrische Prüfverfahren – Teil 3: Sprachaudiometrie. Berlin: Beuth Verlag; 2012. 6-21

Eberhard DM, Simons GF, Fenning CD (eds.) 2019

Eberhard DM, Simons GF, Fenning CD (eds.). 2019. Ethnologue: Languages of the World. Twenty-second edition. Dallas, Texas: SIL International. Online version: <http://www.ethnologue.com>. Eingesehen am 27.04.2019 um 20 Uhr.

Exter M, Winkler A, Holube I 2016

Exter M, Winkler A, Holube I. Phonemische Ausgewogenheit des Freiburger Einsilbertests. HNO 2016 Aug;64(8):557-563. doi: 10.1007/s00106-016-0185-z

Gabka K 1980

Gabka K. Einführung in das Studium der russischen Sprache Band 1: Phonetik und Phonologie. VEB Verlag Enzyklopädie Leipzig 1974. 3. unveränderte Auflage 1980.

Gemeinsamer Bundesausschuss 2020

Gemeinsamer Bundesausschuss. Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von Hilfsmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung (Hilfsmittel-Richtlinie / HilfsM-RL). In der Fassung vom 21. Dezember 2011 / 15. März 2012, zuletzt geändert am 27.

März 2020, veröffentlicht im Bundesanzeiger (BAnz AT 07.04.2020 B3), in Kraft getreten am 9. März 2020. 16-17

Hahlbrock K-H 1953

Hahlbrock K-H (1953). Über Sprachaudiometrie und neue Wörkerteste. Arch Ohren Nasen Kehlkopfheilkunde 162: 394-431

Hemmerich W 2018

Hemmerich, W. (2018). StatistikGuru: Normalverteilung online prüfen. Retrieved from <https://statistikguru.de/rechner/normalverteilung-rechner.html>. Zuletzt eingesehen am 14.06.2020

Hey M, Brademann G, Ambrosch P 2016

Hey M, Brademann G, Ambrosch P. Der Freiburger Einsilbertest in der postoperativen CI-Diagnostik. HNO 2016 Aug;64(8):601-607. doi: 10.1007/s00106-016-0194-y

Holube I, Winkler A, Nolte-Holube R 2020

Holube I, Winkler A, Nolte-Holube R. Modellierung und Verifizierung der Test-Retest-Reliabilität des Freiburger Einsilbertests in Ruhe mit der verallgemeinerten Binomialverteilung. Z Audiol 2020; 59 (2), 50-60

HörTech gGmbH 2011

HörTech gGmbH. OLSA. Oldenburger Satztest. Adaptive Sprachaudiometrie mit Sätzen in Ruhe und im Störgeräusch. Bedienungsanleitung für den manuellen Test auf Audio-CD. Copyright © 2011: HörTech gGmbH CE 0483. KM-20091004-3 Version 1.0 vom 21.09.2011

HörTech gGmbH 2014

HörTech gGmbH. Bedienungsanleitung „Russischer Matrix Test“ RUSMATRIX für „Oldenburger Messprogramme“ ab Release 1.5.4.0. Copyright © 2014: HörTech gGmbH CE 0483. KM-20130517-3 Version 1.1 vom 10.10.2014

HörTech gGmbH 2019

HörTech gGmbH. International matrix tests. Reliable speech audiometry in noise. 2019

Hoppe U, Hast A, Hocke T 2014

Hoppe U, Hast A, Hocke T. Sprachverstehen mit Hörgeräten in Abhängigkeit vom Tongehör. HNO 2014 Jun;62(6):443-448. doi: 10.1007/s00106-013-2813-1

Hoppe U 2016

Hoppe U. Hörgeräteerfolgskontrolle mit dem Freiburger Einsilbertest. HNO 2016 Aug;64(8):589-594. doi: 10.1007/s00106-016-0178-y

Hoth S 2016

Hoth S. Der Freiburger Sprachtest. Eine Säule der Sprachaudiometrie im deutschsprachigen Raum. HNO 2016 Aug;64(8):540-548. doi: 10.1007/s00106-016-0150-x

International Phonetic Association 2015

International Phonetic Association. The International Phonetic Alphabet. IPA Kiel (2015) www.internationalphoneticassociation.org/content/full-ipa-chart. Zuletzt eingesehen am 12. Juni 2017

Kießling J, Kollmeier B, Baumann U 2018

Kießling J, Kollmeier B, Baumann U. Versorgung mit Hörgeräten und Hörimplantaten. 3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2018

Koroleva I.V. 2012

. (Koroleva I.V. Cochlear implantation of deaf children and adults. Electrode prosthetics of listening.) Saint Petersburg: publishers „KARO“ 2012. 2nd revised edition. 534-541 (Die Autorin erwähnt lediglich die russischen Übersetzungen des “Little EARS“-Fragebogens und der “EARS“-Testbatterie.)

Lehnhardt E, Laszig R 2009

Lehnhardt E. Hörschwellenmessung und –wertung. In: Lehnhardt E, Laszig R. Praxis der Audiometrie. Stuttgart: Thieme; 2009a. 9. vollständig überarbeitete Ausgabe. 9-13

Lehnhardt E. Sprachaudiometrie. In: Lehnhardt E, Laszig R. Praxis der Audiometrie. Stuttgart: Thieme; 2009b. 9. vollständig überarbeitete Ausgabe. 147-163

Müller A, Hocke T, Hoppe U, Mir-Salim P 2016

Müller A, Hocke T, Hoppe U, Mir-Salim P. Der Einfluss des Alters bei der Evaluierung des funktionellen Hörgerätenutzens mittels Sprachaudiometrie. HNO 2016 Mar;64(3):143-148. doi: 10.1007/s00106-015-0115-5

Müller U 2003

Müller U. Russisch. In: Hirschfeld U (Hrsg.). Phonetik International. Von Afrikaans bis Zulu. Kontrastive Studien für Deutsch als Fremdsprache. Waldsteinberg: Popp; 2003. 8-14

Online Translator

<http://www.etranslator.ro/de/russisch-deutsch-online-uebersetzer.php>. Zuletzt eingesehen am 09.03.2020 um 10.46 Uhr

PONS GmbH

<https://de.pons.com/uebersetzung/russisch-deutsch/> . Zuletzt eingesehen am 09.03.2020 um 10.46 Uhr

Russian Phonetic Transcription Translator and Pronunciation Dictionary

https://easypronunciation.com/de/russian-phonetic-transcription-converter#phonetic_transcription. Zuletzt eingesehen am 14.04.2020 um 18.10 Uhr

Schmidt T, Balji I 2016

Schmidt T, Balji I. Untersuchung zum Trainingseffekt des Freiburger Einsilbertests. HNO 2016 Aug;64(8):584-588. doi: 10.1007/s00106-016-0184-0

Sonntag 2014

Sonntag L. Erstellung von Testlisten für einen russischen sprachaudiometrischen Hörtest nach dem Vorbild des Freiburger Sprachverständlichkeitstests. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. Hochschule für Technik Wirtschaft und Kultur Leipzig (Fakultät Medien, Studiengang Medientechnik); 2014

Sprachenlernen24

Sprachenlernen24. Die russische Sprache. <https://www.grammatiken.de/russische-grammatik/russisch-slawische-sprache.php>. Eingesehen am 01.05.2019 um 18.30 Uhr

Steffens T 2016

Steffens T. Verwendungshäufigkeit der Freiburger Einsilber in der Gegenwartssprache. Aktualität der Testwörter. HNO 2016 Aug;64(8):549-556. doi: 10.1007/s00106-016-0163-5

Thümmler R, Liebscher T, Hoppe U 2016

Thümmler R, Liebscher T, Hoppe U. Einfluss einer Hörgeräteversorgung auf das Einsilberverstehen und das subjektiv erlebte Alltagshören. HNO 2016 Aug;64(8):595-600. doi: 10.1007/s00106-016-0143-9

Wagener K, Brand T, Kühnel V, Kollmeier B 1999

Wagener K, Kühnel V, Kollmeier B. Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache I: Design des Oldenburger Satztests. Z Audiol 1999a: 38 (I), 4-15

Wagener K, Brand T, Kollmeier B. Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache II: Optimierung des Oldenburger Satztests. Z Audiol 1999b: 38 (2), 44-56

Wagener K, Brand T, Kollmeier B. Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache. Teil III: Evaluation des Oldenburger Satztests. Z Audiol 1999c: 38 (3), 86-95

Warzybok A, Zokoll M, Wardenga N, Ozimek E, Boboshko M, Kollmeier B 2015

Warzybok A, Zokoll M, Wardenga N, Ozimek E, Boboshko M, Kollmeier B. Development of the Russian matrix sentence test. Int J Audiol 2015, 54:sup2, 35-43, DOI: 10.3109/14992027.2015.1020969

Winkler A, Holube I 2014

Winkler A, Holube I. Was wissen wir über den Freiburger Sprachtest? Z Audiol 2014; 53: 146-154

Winkler A, Holube I 2016

Winkler A, Holube I. Der Freiburger Einsilbertest und die Norm DIN EN ISO 8253-3: Technische Analyse. Z Audiol 55 (3) 106-113 (2016a)

Winkler A, Holube I. Test-Retest-Reliabilität des Freiburger Einsilbertests. HNO 2016b Aug;64(8):564-571. doi: 10.1007/s00106-016-0166-2

Zichner S, Berger K, Mir-Salim P 2016

Zichner S, Berger K, Mir-Salim P. Zusammenhang zwischen Ergebnissen aus Sprachentwicklungs- und sprachaudiometrischen Testverfahren bei hörgeschädigten Kindern. 18. Multidisziplinäres Kolloquium der GEERS-Stiftung 2016.

Zichner S 2012

Zichner S. Hörgeräte versus Innenohrprothese. Audiometrische Indikation für eine Cochlea Implantation bei prälingual hörgeschädigten Kindern. In Sendlmeier W (ed.): Mündliche Kommunikation, Band 8, Berlin: Logos Verlag GmbH; 2012. 59

Anhang 1: Die Zahlwörter in den RSIT-Zahlenlisten 1-10

Im Anhang 1 werden Zahlwörter, die eine Sprachverständlichkeit von 80 bis 100 % erreichten, fett gedruckt sowie Zahlwörter mit einer Sprachverständlichkeit von 0 bis 20 % kursiv gesetzt.

| L 1 | L 2 | L 3 | L 4 | L 5 | L 6 | L 7 | L 8 | L 9 | L 10 |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 77 | 59 | 13 | <i>90</i> | 63 | 88 | 56 | 31 | 46 | 27 |
| 36 | 14 | 96 | <i>79</i> | 48 | 62 | 34 | 57 | 85 | 16 |
| 83 | 47 | 61 | 25 | 92 | 37 | 73 | 95 | 52 | 82 |
| 60 | 93 | 39 | 48 | 76 | 23 | 82 | 68 | 24 | 49 |
| 44 | 22 | 80 | 64 | 15 | 47 | 17 | 50 | 99 | 71 |
| 65 | 81 | 28 | <i>11</i> | 33 | 51 | 98 | 43 | 70 | 38 |
| 12 | 35 | 97 | 53 | 87 | 34 | 45 | 72 | 67 | 65 |
| 58 | 78 | 74 | 86 | 59 | 96 | 69 | 15 | 33 | 50 |
| 29 | 66 | 42 | 97 | 54 | 19 | 26 | 89 | 71 | 93 |
| 91 | 80 | 55 | 32 | 21 | 75 | 41 | 24 | 18 | 64 |

Anhang 2: Die Einsilber des RSIT mit Transkription (nach IPA) und deutscher Übersetzung sowie Sprachverständlichkeit in % im TEST und RETEST

In den folgenden Tabellen wird die Sprachverständlichkeit zwischen 80 und 100 % fett gedruckt, die Sprachverständlichkeit zwischen 0 und 20 % kursiv gesetzt.

RSIT-Einsilberliste 1

| Einsilber | Transkription | Deutsche Übersetzung | Sprachverständlichkeit in % | |
|-----------|--|--------------------------------|-----------------------------|------------|
| | | | TEST | RETEST |
| | [bak] | Tank, Behälter, Back(bord) | 67 | 60 |
| | [^h jan] | Bottich, Kübel, Zuber | 96 | 100 |
| | [spor] | Streit, Wortwechsel | 38 | 30 |
| | [b ^h int] | Binde | 60 | 60 |
| | [klok] | Büschel, Strähne, Fetzen | 33 | 35 |
| | [maj] | Mai | 73 | 80 |
| | [duʃ] | Dusche | 91 | 75 |
| | [xot ³] | Gang, Lauf, Fahrt, Bewegung | 20 | 10 |
| | [t ^h rjuk] | Trick, Kunstgriff, Streich | 73 | 65 |
| | [prut] | Teich | 18 | 25 |
| | [v ^h jetʃ] | Zweig, Ast | 11 | 0 |
| | [karp] | Karpfen | 62 | 60 |
| | [los ^h] | Elch | 60 | 55 |
| | [sklon] | Abhang, Lebensabend | 29 | 45 |
| | [zglas] ⁴ | „böser Blick“ | 27 | 25 |
| | [f ^h il ^h m] | Film | 56 | 65 |
| | [gol ^h f] | Golf, Knickerbocker | 20 | 20 |
| | [rap] | Sklave, Knecht | 71 | 80 |
| | [r ^h is] | Reis | 42 | 35 |
| | [v ^h es ^h t ^h] | Nachricht, Kunde, Botschaft | 27 | 20 |

³ Aufgrund des Stimmtonverlusts im Auslaut werden stimmhafte Konsonanten im Auslaut stimmlos gesprochen und im Folgenden auch so transkribiert.

⁴ Aufgrund von „Stimmassimilation“ werden stimmlose Konsonanten vor stimmhaften ebenfalls stimmhaft gesprochen und im Folgenden auch so transkribiert.

RSIT-Einsilberliste 2

| Einsilber | Transkription | Deutsche Übersetzung | Sprachverständlichkeit in % | |
|-----------|---------------|--|-----------------------------|-----------|
| | | | TEST | RETEST |
| | [tros] | Tau, Seil, Trosse | 49 | 45 |
| | [gorp] | Buckel, Höcker | 40 | 30 |
| | [brak] | Ehe; Ausschussware, Fehler, Schaden | 64 | 55 |
| | [ˈjin] | Rang, Dienstgrad, Beamter | 78 | 80 |
| | [plast] | Schicht, Lage, Flöz | 2 | 10 |
| | [ˈljuk] | Luke, Falltür | 76 | 70 |
| | [mʲif] | Mythos, Sage | 24 | 30 |
| | [kulʲt] | Kult | 13 | 15 |
| | [kʲit] | Wal | 76 | 70 |
| | [flak] | Fahne, Flagge | 49 | 60 |
| | [stolp] | Säule, Pfosten, Pfahl | 11 | 20 |
| | [skot] | Vieh | 62 | 45 |
| | [vʲrʲet] | Schaden, Nachteil | 60 | 50 |
| | [paj] | Anteil, Beitrag, Aktie | 38 | 30 |
| | [danʲ] | Tribut, Abgaben | 64 | 75 |
| | [ʃalʲ] | Schal, großes Umschlagtuch | 98 | 90 |
| | [slok] | Silbe | 60 | 65 |
| | [tron] | Thron | 93 | 90 |
| | [ʒest] | Geste, Gebärde | 80 | 75 |
| | [tuʃʲ] | Tusche | 71 | 60 |

RSIT-Einsilberliste 3

| Einsilber | Transkription | Deutsche Übersetzung | Sprachverständlichkeit in % | |
|-----------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------|
| | | | TEST | RETEST |
| | [krap] | Krabbe | 56 | 60 |
| | [most] | Brücke | 51 | 55 |
| | [b ^h es] | Teufel, böser Geist | 36 | 35 |
| | [v ^h int] | Schraube | 11 | 10 |
| | [brat] | Bruder | 69 | 55 |
| | [raj] | Paradies | 87 | 90 |
| | [dvor] | Hof | 56 | 70 |
| | [gnom] | Gnom, Kobold | 47 | 65 |
| | [dar] | Gabe, Geschenk | 98 | 100 |
| | [pu ^h t] | Notenpult, Notenständer | 53 | 70 |
| | [sok] | Saft | 87 | 95 |
| | [fraxt] | Fracht | 36 | 25 |
| | [x ^h lep] | Brot | 80 | 85 |
| | [kot] | Code, Schlüssel | 98 | 85 |
| | [ep ^h] | Kette; Kreis | 91 | 90 |
| | [gramm] | Gramm | 67 | 75 |
| | [luk] | Zwiebel, Porree, Lauch | 73 | 65 |
| | [gus ^h] | Gans | 24 | 20 |
| | [port] | Hafen, Hafenstadt | 40 | 30 |
| | [k ^h li ^h] | (Auf-, Aus-) Ruf (hoher Stil) | 84 | 95 |

RSIT-Einsilberliste 4

| Einsilber | Transkription | Deutsche Übersetzung | Sprachverständlichkeit in % | |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------|
| | | | TEST | RETEST |
| | [s ^h n ^j ek] | Schnee | 56 | 25 |
| | [torf] | Torf | 40 | 30 |
| | [g ^h imn] | Hymne | 60 | 70 |
| | [rant] | Rand, Kante | 31 | 10 |
| | [dom] | Haus | 93 | 80 |
| | [grat] | Hagel | 51 | 50 |
| | [blok] | Block | 56 | 45 |
| | [dal ^f] | weite Fläche, Weite, Ferne | 89 | 90 |
| | [f ^h es] | Wald | 56 | 35 |
| | [v ^h ek] | Jahrhundert, Zeitalter | 69 | 60 |
| | [fxot] | Eingang | 58 | 45 |
| | [put ^h] | Weg | 78 | 90 |
| | [^h aj] | Tee | 100 | 100 |
| | [zlos ^h t ^h] | Bosheit, Wut | 69 | 75 |
| | [ʃl ^h its] | Schlitz | 58 | 55 |
| | [mat] | Matt; Matte; Glanzlosigkeit | 64 | 20 |
| | [sol ^h] | Salz | 84 | 55 |
| | [p ^h jus] | Pluszeichen, Plus, Vorteil | 71 | 55 |
| | [kurs] | Kurs | 67 | 60 |
| | [klass] | Klasse | 51 | 30 |

RSIT-Einsilberliste 5

| Einsilber | Transkription | Deutsche Übersetzung | Sprachverständlichkeit in % | |
|-----------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------|
| | | | TEST | RETEST |
| | | | | |
| | [ʃrɪft] | Schrift | 62 | 65 |
| | [ʃum] | Lärm | 84 | 95 |
| | [tok] | Strömung, Zug, Strom | 89 | 95 |
| | [noʃ] | Messer | 91 | 95 |
| | [rok] | Horn, Geweih | 73 | 70 |
| | [front] | Front | 76 | 85 |
| | [mrak] | Finsternis, Dunkel, Dunkelheit | 82 | 85 |
| | [gʷerp] | Wappen | 82 | 90 |
| | [ʃup] | Schopf, Haarsträhne | 53 | 50 |
| | [sat] | Garten | 78 | 90 |
| | [branʃ] | Zank, Gezänk; Krieg, Schlacht | 67 | 70 |
| | [tolk] | Sinn, Nutzen, Vorteil, Zweck | 80 | 90 |
| | [krax] | Bankrott, Zusammenbruch | 84 | 90 |
| | [svʲet] | Licht; Welt | 80 | 70 |
| | [sup] | Suppe | 67 | 65 |
| | [volk] | Wolf | 80 | 65 |
| | [ʒestʲ] | Blech | 91 | 90 |
| | [boj] | Kampf, Gefecht | 73 | 85 |
| | [park] | Park, Anlage | 82 | 85 |
| | [grus] | Ladung, Fracht | 49 | 20 |

RSIT-Einsilberliste 6

| Einsilber | Transkription | Deutsche Übersetzung | Sprachverständlichkeit in % | |
|-----------|---------------|---|-----------------------------|------------|
| | | | TEST | RETEST |
| | [fant] | Pfand | 64 | 55 |
| | [grʰip] | Pilz | 40 | 20 |
| | [vol] | Ochse | 44 | 10 |
| | [tsvʲet] | Farbe; Blume | 89 | 85 |
| | [trakt] | (Land-) Straße | 49 | 50 |
| | [ʒuk] | Käfer | 89 | 75 |
| | [grusʲtʲ] | Traurigkeit, Schwermut | 71 | 100 |
| | [tmʲin] | Kümmel | 40 | 20 |
| | [val] | Wall; Walze | 64 | 85 |
| | [pʲjos] | Hund | 69 | 65 |
| | [rʲif] | Riff, Klippe | 36 | 15 |
| | [ʲat] | Dunst, Qualm, Dampf | 60 | 55 |
| | [nʲerf] | Nerv | 67 | 85 |
| | [ʃʲem] | Helm, Kappe | 93 | 90 |
| | [ʃesʲtʲ] | Schmeichelei | 56 | 25 |
| | [sloj] | Schicht | 82 | 75 |
| | [bok] | Seite | 67 | 50 |
| | [sor] | Kehricht | 60 | 50 |
| | [masʲtʲ] | Farbe von Tierfellen und von Spielkarten | 44 | 25 |
| | [dropʲ] | Schrot; Wirbel, Triller | 31 | 25 |

RSIT-Einsilberliste 7

| Einsilber | Transkription | Deutsche Übersetzung | Sprachverständlichkeit in % | |
|-----------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------|
| | | | TEST | RETEST |
| | [kl k] | Hauer, Stoßzahn; Eckzahn | 62 | 60 |
| | [rost] | Wachsen, Wachstum | 73 | 42 |
| | [pʰen] | Gefangenschaft | 76 | 58 |
| | [tʰrʰesk] | Krachen, Prasseln, Knistern | 78 | 47 |
| | [stol] | Tisch | 82 | 79 |
| | [pulʰs] | Puls, Pulsschlag | 40 | 11 |
| | [krot] | Maulwurf | 76 | 47 |
| | [nʰis] | unterer Teil; Erdgeschoss | 38 | 21 |
| | [dʰujm] | Zoll (23mm) | 47 | 21 |
| | [strax] | Angst, Furcht, Entsetzen | 93 | 89 |
| | [tank] | Panzer | 69 | 53 |
| | [lak] | Lack, Firnis | 93 | 79 |
| | [mʰik] | Augenblick | 69 | 68 |
| | [gluʰ] | Dickicht, Einöde | 89 | 79 |
| | [zal] | Saal | 76 | 79 |
| | [vzor] | Blick | 49 | 32 |
| | [bok] | Gott | 71 | 68 |
| | [dʰenʰ] | Tag | 51 | 37 |
| | [rʰjat] | Linie, Reihe | 80 | 74 |
| | [b k] | Stier, Bulle | 73 | 89 |

RSIT-Einsilberliste 8

| Einsilber | Transkription | Deutsche Übersetzung | Sprachverständlichkeit in % | |
|-----------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------|
| | | | TEST | RETEST |
| | [ˈʃip] | Chip | 89 | 60 |
| | [klej] | Klebe | 93 | 95 |
| | [vrak] | Feind | 73 | 45 |
| | [d m] | Rauch | 58 | 30 |
| | [stul] | Stuhl | 96 | 75 |
| | [tigr] | Tiger | 98 | 90 |
| | [kom] | Klumpen | 73 | 55 |
| | [dux] | Geist | 56 | 50 |
| | [krɛst] | Kreuz | 82 | 65 |
| | [kʰisʰt] | Traube; Hand, Handgelenk | 87 | 60 |
| | [blank] | Vordruck, Formular | 47 | 30 |
| | [prax] | Staub | 47 | 25 |
| | [post] | Posten, Wachposten; Fastenzeit | 78 | 55 |
| | [bobr] | Biber | 49 | 30 |
| | [gol] | Tor | 47 | 35 |
| | [gorn] | Schmiedeherd; Horn | 51 | 25 |
| | [ʃar] | Kugel | 96 | 85 |
| | [tʰip] | Typ, Typus, Urbild | 76 | 55 |
| | [topʰ] | Sumpf | 58 | 47 |
| | [znak] | Zeichen | 60 | 45 |

RSIT-Einsilberliste 9

| Einsilber | Transkription | Deutsche Übersetzung | Sprachverständlichkeit in % | |
|-----------|----------------------|---|-----------------------------|-----------|
| | | | TEST | RETEST |
| | [klat] | Schatz | 71 | 75 |
| | [ma ^j] | Spiel, sportlicher Wettkampf | 91 | 75 |
| | [stvol] | Stamm, Baumstamm | 80 | 65 |
| | [fift] | Fahrstuhl, Aufzug | 73 | 45 |
| | [vʲit] | Ausblick, Aussicht; Aussehen, Äußeres | 49 | 15 |
| | [suk] | Ast | 87 | 60 |
| | [dʲvʲerʲ] | Tür | 98 | 80 |
| | [rot] | Sippe, Geschlecht, Generation; Art und Weise | 78 | 65 |
| | [granʲ] | Grenze, Rand | 67 | 60 |
| | [kʲju ^j] | Schlüssel | 100 | 95 |
| | [bunt] | Bund, Ballen; Empörung, Aufruhr, Rebellion | 56 | 45 |
| | [rʲejs] | Fahrt, Route, Tour | 53 | 15 |
| | [kot] | Katze | 87 | 90 |
| | [tas] | Becken (auch anatomisch), Schüssel, Waschbecken | 56 | 35 |
| | [xor] | Chor; Chorlied | 42 | 15 |
| | [tom] | Band einer Buchausgabe | 78 | 65 |
| | [trosʲtʲ] | Spazierstock; Rohrstock | 82 | 65 |
| | [var] | Pech | 69 | 65 |
| | [nʲeftʲ] | Erdöl | 73 | 70 |
| | [krʲjuk] | Haken | 69 | 50 |

RSIT-Einsilberliste 10

| Einsilber | Transkription | Deutsche Übersetzung | Sprachverständlichkeit in % | |
|-----------|---------------|--|-----------------------------|------------|
| | | | TEST | RETEST |
| | [fakt] | Fakt, Tatsache | 73 | 45 |
| | [bot] | Kahn, Boot, kleines Schiff | 38 | 20 |
| | [gʲips] | Gips; Gipsverband | 71 | 70 |
| | [ʒar] | Glut, Hitze | 73 | 65 |
| | [rolʲ] | Rolle | 98 | 90 |
| | [ʲjort] | Teufel | 96 | 90 |
| | [stok] | Schober | 53 | 10 |
| | [mox] | Moos | 60 | 50 |
| | [plʲjaʒ] | Strand | 91 | 95 |
| | [kant] | Kante, Borte | 51 | 30 |
| | [ʃprʲits] | Spritze | 93 | 100 |
| | [vʲeʃʲ] | Sache, Ding | 93 | 95 |
| | [xrust] | Knirschen, Geknirsch, Krachen | 82 | 70 |
| | [zvon] | Läuten, Klirren, Klang | 73 | 60 |
| | [glupʲ] | Tiefe | 71 | 45 |
| | [tselʲ] | Ziel | 89 | 90 |
| | [kʲin] | Keil; Zwickel | 69 | 50 |
| | [kadr] | einzelne Aufnahme im Film, Bild; Filmszene | 93 | 85 |
| | [kraj] | Rand, Kante, Ende; Land | 96 | 85 |
| | [sʲetʲ] | Netz | 73 | 55 |

Anhang 5: Anzahl der Messdaten (n = ...) pro RSIT-Zahlen- und Einsilberliste und Sprachverständlichkeit in %

Normalverteilte Daten werden im vorliegenden Anhang fett gedruckt.

| Sprachverständlichkeit in % / n = ... | 30 | | 40 | | 50 | | 60 | | 70 | | 80 | | 90 | |
|--|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| TEST (T) / RETEST (R) | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| RSIT <u>Zahlenliste 1</u> | 4 | 1 | 10 | 3 | 7 | 3 | 8 | 7 | 4 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| RSIT <u>Zahlenliste 2</u> | 3 | 2 | 9 | 6 | 10 | 5 | 7 | 3 | 5 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| RSIT <u>Zahlenliste 3</u> | 10 | 4 | 3 | 3 | 11 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 2 | 0 | 5 | 0 |
| RSIT <u>Zahlenliste 4</u> | 2 | 3 | 6 | 4 | 11 | 5 | 11 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 0 |
| RSIT <u>Zahlenliste 5</u> | 0 | 1 | 5 | 3 | 5 | 1 | 7 | 4 | 6 | 1 | 8 | 3 | 10 | 6 |
| RSIT <u>Zahlenliste 6</u> | 5 | 3 | 7 | 6 | 4 | 3 | 4 | 1 | 8 | 3 | 3 | 1 | 7 | 1 |
| RSIT <u>Zahlenliste 7</u> | 0 | 0 | 8 | 2 | 12 | 6 | 7 | 4 | 5 | 2 | 4 | 5 | 4 | 0 |
| RSIT <u>Zahlenliste 8</u> | 7 | 2 | 3 | 4 | 7 | 2 | 5 | 5 | 9 | 2 | 4 | 2 | 2 | 0 |
| RSIT <u>Zahlenliste 9</u> | 6 | 1 | 5 | 2 | 9 | 7 | 5 | 4 | 5 | 4 | 8 | 0 | 2 | 1 |
| RSIT <u>Zahlenliste 10</u> | 2 | 2 | 4 | 1 | 8 | 3 | 9 | 4 | 12 | 5 | 3 | 4 | 4 | 0 |

| Sprachverständlichkeit in % / n =... | 30 | | 35 | | 40 | | 45 | | 50 | | 55 | | 60 | |
|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|
| TEST (T) / RETEST (R) | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| RSIT <u>Einsilberliste 1</u> | 1 | 1 | 5 | 1 | 8 | 4 | 9 | 3 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 0 |
| RSIT <u>Einsilberliste 2</u> | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 3 | 10 | 1 | 7 | 1 | 5 | 3 | 7 | 6 |
| RSIT <u>Einsilberliste 3</u> | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 1 | 3 | 2 | 6 | 3 | 7 | 2 |
| RSIT <u>Einsilberliste 4</u> | 2 | 0 | 4 | 1 | 3 | 4 | 5 | 1 | 7 | 5 | 4 | 1 | 3 | 1 |
| RSIT <u>Einsilberliste 5</u> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 3 | 1 | 5 | 1 |
| RSIT <u>Einsilberliste 6</u> | 5 | 2 | 8 | 0 | 6 | 3 | 2 | 3 | 7 | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| RSIT <u>Einsilberliste 7</u> | 1 | 0 | 5 | 1 | 3 | 1 | 5 | 3 | 4 | 2 | 6 | 4 | 4 | 1 |
| RSIT <u>Einsilberliste 8</u> | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | 2 | 3 | 1 | 8 | 2 |
| RSIT <u>Einsilberliste 9</u> | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 2 | 2 | 3 | 5 | 3 | 6 | 0 |
| RSIT <u>Einsilberliste 10</u> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 1 | 1 | 5 | 6 |
| Sprachverständlichkeit in % / n =... | 65 | | 70 | | 75 | | 80 | | 85 | | 90 | | | |
| TEST (T) / RETEST (R) | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | | |
| RSIT <u>Einsilberliste 1</u> | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | | |
| RSIT <u>Einsilberliste 2</u> | 3 | 2 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | | |
| RSIT <u>Einsilberliste 3</u> | 7 | 5 | 5 | 4 | 7 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | | |
| RSIT <u>Einsilberliste 4</u> | 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | |
| RSIT <u>Einsilberliste 5</u> | 6 | 4 | 6 | 1 | 6 | 2 | 7 | 4 | 0 | 3 | 1 | 2 | | |
| RSIT <u>Einsilberliste 6</u> | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | | |
| RSIT <u>Einsilberliste 7</u> | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 3 | 3 | 5 | 0 | 1 | 0 | | |
| RSIT <u>Einsilberliste 8</u> | 4 | 2 | 5 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | | |
| RSIT <u>Einsilberliste 9</u> | 12 | 3 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | | |
| RSIT <u>Einsilberliste 10</u> | 3 | 3 | 10 | 2 | 6 | 2 | 7 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | | |

Anhang 6: Rohdaten – Messungen der Sprachverständlichkeit (%) bei ... Sprachpegel (dB SPL) für die RSIT-Listen pro Probanden im TEST (T) und RETEST (R)

| Proband | RSIT-Zahlenliste 1 | | | | RSIT-Zahlenliste 2 | | | | RSIT-Zahlenliste 3 | | | |
|---------|-----------------------------|------|---------------|------|-----------------------------|------|---------------|------|-----------------------------|------|---------------|------|
| | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 1 | 90 | 40 | 25 | 19 | 60 | 40 | 20 | 19 | 50 | 30 | 19 | 19 |
| 2 | 60 | n.a. | 20 | n.a. | 80 | n.a. | 30 | n.a. | 100 | n.a. | 25 | n.a. |
| 3 | 70 | n.a. | 20 | n.a. | 40 | n.a. | 20 | n.a. | 80 | n.a. | 25 | n.a. |
| 4 | 60 | 60 | 16 | 15 | 60 | 50 | 16 | 15 | 60 | 70 | 15 | 15 |
| 5 | 70 | 50 | 19 | 15 | 50 | 50 | 18 | 15 | 50 | 70 | 18 | 16 |
| 6 | 40 | 70 | 20 | 25 | 10 | 80 | 20 | 27 | 30 | 50 | 23 | 27 |
| 7 | 80 | 70 | 18 | 19 | 60 | 60 | 16 | 19 | 30 | 60 | 15 | 20 |
| 8 | 70 | n.a. | 25 | n.a. | 50 | n.a. | 24 | n.a. | 50 | n.a. | 24 | n.a. |
| 9 | 60 | n.a. | 18 | n.a. | 40 | n.a. | 16 | n.a. | 30 | n.a. | 16 | n.a. |
| 10 | 70 | n.a. | 24 | n.a. | 70 | n.a. | 22 | n.a. | 30 | n.a. | 19 | n.a. |
| 11 | 100 | n.a. | 25 | n.a. | 100 | n.a. | 20 | n.a. | 100 | n.a. | 18 | n.a. |
| 12 | 100 | 40 | 18 | 22 | 100 | 70 | 18 | 23 | 100 | 40 | 18 | 22 |
| 13 | 40 | 60 | 22 | 24 | 60 | 60 | 23 | 25 | 90 | 70 | 30 | 25 |
| 14 | 50 | 40 | 24 | 24 | 70 | 40 | 24 | 23 | 90 | 30 | 30 | 22 |
| 15 | 50 | 80 | 20 | 20 | 50 | 40 | 20 | 19 | 30 | 60 | 19 | 20 |
| 16 | 40 | n.a. | 22 | n.a. | 50 | n.a. | 23 | n.a. | 50 | n.a. | 23 | n.a. |
| 17 | 60 | n.a. | 27 | n.a. | 40 | n.a. | 25 | n.a. | 50 | n.a. | 25 | n.a. |
| 18 | 60 | n.a. | 19 | n.a. | 70 | n.a. | 19 | n.a. | 30 | n.a. | 18 | n.a. |
| 19 | 50 | n.a. | 28 | n.a. | 50 | n.a. | 28 | n.a. | 70 | n.a. | 28 | n.a. |
| 20 | 100 | n.a. | 25 | n.a. | 90 | n.a. | 19 | n.a. | 100 | n.a. | 18 | n.a. |
| 21 | 60 | 60 | 18 | 16 | 40 | 50 | 18 | 16 | 90 | 50 | 25 | 16 |
| 22 | 50 | 60 | 20 | 20 | 60 | 30 | 20 | 19 | 10 | 30 | 20 | 18 |
| 23 | 20 | 70 | 21 | 21 | 40 | 70 | 21 | 22 | 30 | 30 | 22 | 21 |
| 24 | 60 | n.a. | 15 | n.a. | 10 | n.a. | 14 | n.a. | 60 | n.a. | 15 | n.a. |
| 25 | 80 | n.a. | 20 | n.a. | 20 | n.a. | 18 | n.a. | 90 | n.a. | 19 | n.a. |
| 26 | 90 | n.a. | 25 | n.a. | 80 | n.a. | 20 | n.a. | 80 | n.a. | 18 | n.a. |

| Proband | RSIT-Zahlenliste 1 | | | | RSIT-Zahlenliste 2 | | | | RSIT-Zahlenliste 3 | | | |
|---------|-----------------------------|-------------|----------------|-------------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|
| | Sprachverständlichkeit in % | | Bei ... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 27 | 60 | <i>n.a.</i> | 15 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 15 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 15 | <i>n.a.</i> |
| 28 | 50 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> |
| 29 | 50 | 50 | 18 | 21 | 60 | 40 | 25 | 21 | 30 | 20 | 22 | 20 |
| 30 | 80 | 30 | 24 | 23 | 50 | 40 | 23 | 23 | 60 | 40 | 30 | 23 |
| 31 | 40 | 60 | 19 | 19 | 30 | 70 | 19 | 20 | 40 | 50 | 20 | 20 |
| 32 | 40 | 90 | 20 | 25 | 50 | 60 | 21 | 22 | 70 | 70 | 21 | 20 |
| 33 | 40 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> |
| 34 | 30 | <i>n.a.</i> | 18 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 18 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> |
| 35 | 40 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> |
| 36 | 90 | 90 | 25 | 25 | 70 | 50 | 22 | 25 | 50 | 50 | 20 | 17 |
| 37 | 80 | 60 | 25 | 21 | 50 | 40 | 22 | 21 | 50 | 20 | 22 | 20 |
| 38 | 30 | <i>n.a.</i> | 17 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 90 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> |
| 39 | 50 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> |
| 40 | 30 | <i>n.a.</i> | 18 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> | 90 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 41 | 40 | 50 | 22 | 22 | 50 | 50 | 23 | 22 | 40 | 20 | 22 | 21 |
| 42 | 40 | <i>n.a.</i> | 18 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 18 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> |
| 43 | 20 | 60 | 20 | 21 | 30 | 30 | 21 | 20 | 70 | 60 | 22 | 20 |
| 44 | 40 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 45 | 30 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 21 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> |

| Proband | RSIT-Zahlenliste 4 | | | | RSIT-Zahlenliste 5 | | | | RSIT-Zahlenliste 6 | | | |
|---------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|
| | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 1 | 20 | 50 | 19 | 20 | 80 | 90 | 20 | 20 | 40 | 80 | 19 | 19 |
| 2 | 60 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 90 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> |
| 3 | 60 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> |
| 4 | 100 | 60 | 25 | 16 | 100 | 60 | 20 | 16 | 80 | 40 | 19 | 15 |
| 5 | 50 | 80 | 18 | 17 | 90 | 90 | 25 | 18 | 70 | 40 | 20 | 16 |
| 6 | 50 | 40 | 25 | 25 | 60 | 40 | 25 | 20 | 100 | 40 | 45 | 20 |

| Proband | RSIT-Zahlenliste 4 | | | | RSIT-Zahlenliste 5 | | | | RSIT-Zahlenliste 6 | | | |
|---------|-----------------------------|------|------------------|------|-----------------------------|------|------------------|------|-----------------------------|------|------------------|------|
| | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 7 | 60 | 70 | 18 | 22 | 60 | 90 | 18 | 25 | 50 | 30 | 16 | 17 |
| 8 | 60 | n.a. | 24 | n.a. | 40 | n.a. | 23 | n.a. | 40 | n.a. | 24 | n.a. |
| 9 | 40 | n.a. | 17 | n.a. | 50 | n.a. | 17 | n.a. | 80 | n.a. | 17 | n.a. |
| 10 | 20 | n.a. | 19 | n.a. | 40 | n.a. | 20 | n.a. | 70 | n.a. | 21 | n.a. |
| 11 | 90 | n.a. | 16 | n.a. | 100 | n.a. | 14 | n.a. | 100 | n.a. | 12 | n.a. |
| 12 | 90 | 30 | 18 | 21 | 90 | 80 | 18 | 23 | 100 | 50 | 18 | 23 |
| 13 | 30 | 40 | 25 | 24 | 90 | 30 | 30 | 24 | 90 | 40 | 25 | 23 |
| 14 | 50 | 80 | 23 | 24 | 70 | 90 | 25 | 26 | 30 | 40 | 22 | 25 |
| 15 | 70 | 40 | 20 | 19 | 80 | 60 | 20 | 20 | 100 | 50 | 25 | 19 |
| 16 | 70 | n.a. | 23 | n.a. | 20 | n.a. | 22 | n.a. | 70 | n.a. | 23 | n.a. |
| 17 | 50 | n.a. | 23 | n.a. | 50 | n.a. | 23 | n.a. | 30 | n.a. | 23 | n.a. |
| 18 | 30 | n.a. | 19 | n.a. | 60 | n.a. | 19 | n.a. | 40 | n.a. | 19 | n.a. |
| 19 | 50 | n.a. | 26 | n.a. | 70 | n.a. | 26 | n.a. | 20 | n.a. | 24 | n.a. |
| 20 | 90 | n.a. | 16 | n.a. | 90 | n.a. | 14 | n.a. | 30 | n.a. | 11 | n.a. |
| 21 | 60 | 70 | 20 | 18 | 60 | 100 | 18 | 21 | 70 | 90 | 18 | 25 |
| 22 | 80 | 50 | 30 | 18 | 80 | 60 | 28 | 19 | 90 | 100 | 26 | 22 |
| 23 | 80 | 50 | 24 | 21 | 100 | 40 | 35 | 20 | 100 | 70 | 32 | 22 |
| 24 | 50 | n.a. | 15 | n.a. | 70 | n.a. | 15 | n.a. | 40 | n.a. | 15 | n.a. |
| 25 | 60 | n.a. | 18 | n.a. | 90 | n.a. | 18 | n.a. | 60 | n.a. | 17 | n.a. |
| 26 | 100 | n.a. | 18 | n.a. | 90 | n.a. | 16 | n.a. | 40 | n.a. | 14 | n.a. |
| 27 | 60 | n.a. | 15 | n.a. | 70 | n.a. | 15 | n.a. | 50 | n.a. | 14 | n.a. |
| 28 | 40 | n.a. | 19 | n.a. | 80 | n.a. | 20 | n.a. | 70 | n.a. | 19 | n.a. |
| 29 | 60 | 20 | 24 | 20 | 80 | 50 | 23 | 20 | 70 | 70 | 22 | 21 |
| 30 | 60 | 50 | 27 | 23 | 40 | 80 | 25 | 24 | 60 | 30 | 26 | 23 |
| 31 | 90 | 60 | 30 | 22 | 90 | 90 | 27 | 25 | 90 | 50 | 24 | 20 |
| 32 | 50 | 30 | 20 | 18 | 90 | 80 | 25 | 19 | 90 | 40 | 21 | 18 |
| 33 | 50 | n.a. | 25 | n.a. | 60 | n.a. | 25 | n.a. | 90 | n.a. | 27 | n.a. |
| 34 | 70 | n.a. | 21 | n.a. | 80 | n.a. | 20 | n.a. | 50 | n.a. | 19 | n.a. |
| 35 | 60 | n.a. | 21 | n.a. | 50 | n.a. | 20 | n.a. | 40 | n.a. | 19 | n.a. |
| 36 | 40 | 50 | 20 | 17 | 40 | 40 | 20 | 17 | 70 | 30 | 21 | 16 |

| Proband | RSIT-Zahlenliste 4 | | | | RSIT-Zahlenliste 5 | | | | RSIT-Zahlenliste 6 | | | |
|---------|-----------------------------|------|------------------|------|-----------------------------|------|------------------|------|-----------------------------|------|------------------|------|
| | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 37 | 50 | 30 | 22 | 19 | 90 | 70 | 22 | 20 | 70 | 60 | 21 | 21 |
| 38 | 70 | n.a. | 20 | n.a. | 60 | n.a. | 18 | n.a. | 30 | n.a. | 17 | n.a. |
| 39 | 50 | n.a. | 25 | n.a. | 70 | n.a. | 24 | n.a. | 30 | n.a. | 22 | n.a. |
| 40 | 60 | n.a. | 27 | n.a. | 80 | n.a. | 25 | n.a. | 90 | n.a. | 23 | n.a. |
| 41 | 80 | 40 | 30 | 21 | 50 | 90 | 25 | 23 | 50 | 70 | 23 | 25 |
| 42 | 40 | n.a. | 19 | n.a. | 80 | n.a. | 25 | n.a. | 90 | n.a. | 22 | n.a. |
| 43 | 40 | 70 | 21 | 22 | 50 | 100 | 21 | 25 | 100 | 100 | 30 | 28 |
| 44 | 50 | n.a. | 29 | n.a. | 60 | n.a. | 28 | n.a. | 40 | n.a. | 27 | n.a. |
| 45 | 40 | n.a. | 21 | n.a. | 40 | n.a. | 21 | n.a. | 60 | n.a. | 22 | n.a. |

| Proband | RSIT-Zahlenliste 7 | | | | RSIT-Zahlenliste 8 | | | | RSIT-Zahlenliste 9 | | | |
|---------|-----------------------------|------|------------------|------|-----------------------------|------|------------------|------|-----------------------------|------|------------------|------|
| | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 1 | 50 | 70 | 19 | 19 | 30 | 40 | 19 | 18 | 70 | 30 | 20 | 18 |
| 2 | 90 | n.a. | 20 | n.a. | 40 | n.a. | 20 | n.a. | 80 | n.a. | 20 | n.a. |
| 3 | 60 | n.a. | 20 | n.a. | 60 | n.a. | 20 | n.a. | 30 | n.a. | 20 | n.a. |
| 4 | 90 | 60 | 18 | 15 | 100 | 100 | 17 | 18 | 30 | 100 | 15 | 22 |
| 5 | 50 | 80 | 19 | 18 | 70 | 100 | 19 | 18 | 40 | 50 | 19 | 18 |
| 6 | 80 | 70 | 30 | 21 | 30 | 50 | 24 | 21 | 40 | 60 | 24 | 22 |
| 7 | 90 | 50 | 25 | 17 | 70 | 70 | 20 | 18 | 50 | 40 | 19 | 18 |
| 8 | 60 | n.a. | 24 | n.a. | 60 | n.a. | 25 | n.a. | 10 | n.a. | 20 | n.a. |
| 9 | 50 | n.a. | 16 | n.a. | 50 | n.a. | 16 | n.a. | 80 | n.a. | 25 | n.a. |
| 10 | 50 | n.a. | 20 | n.a. | 70 | n.a. | 20 | n.a. | 50 | n.a. | 19 | n.a. |
| 11 | 100 | n.a. | 17 | n.a. | 90 | n.a. | 13 | n.a. | 60 | n.a. | 10 | n.a. |
| 12 | 100 | 50 | 18 | 23 | 100 | 80 | 18 | 25 | 100 | 50 | 18 | 25 |
| 13 | 40 | 60 | 22 | 25 | 30 | 40 | 24 | 23 | 70 | 70 | 26 | 24 |
| 14 | 40 | 80 | 24 | 24 | 70 | 40 | 25 | 24 | 50 | 50 | 24 | 24 |
| 15 | 70 | 50 | 22 | 22 | 50 | 100 | 20 | 25 | 30 | 50 | 20 | 19 |
| 16 | 70 | n.a. | 25 | n.a. | 40 | n.a. | 22 | n.a. | 60 | n.a. | 23 | n.a. |

| Proband | RSIT-Zahlenliste 7 | | | | RSIT-Zahlenliste 8 | | | | RSIT-Zahlenliste 9 | | | |
|---------|-----------------------------|-------------|------------------|-------------|-----------------------------|-------------|------------------|-------------|-----------------------------|-------------|------------------|-------------|
| | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 17 | 40 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> |
| 18 | 70 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> | 100 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> |
| 19 | 40 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 10 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 90 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> |
| 20 | 50 | <i>n.a.</i> | 13 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 13 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 13 | <i>n.a.</i> |
| 21 | 40 | 60 | 16 | 16 | 20 | 60 | 16 | 16 | 10 | 70 | 18 | 16 |
| 22 | 60 | 80 | 23 | 25 | 50 | 30 | 21 | 17 | 50 | 60 | 20 | 18 |
| 23 | 90 | 80 | 28 | 25 | 70 | 40 | 23 | 19 | 50 | 90 | 21 | 20 |
| 24 | 100 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> | 90 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 90 | <i>n.a.</i> | 18 | <i>n.a.</i> |
| 25 | 20 | <i>n.a.</i> | 15 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 16 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 17 | <i>n.a.</i> |
| 26 | 50 | <i>n.a.</i> | 15 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 15 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 15 | <i>n.a.</i> |
| 27 | 70 | <i>n.a.</i> | 14 | <i>n.a.</i> | 100 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> |
| 28 | 50 | <i>n.a.</i> | 18 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 18 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> |
| 29 | 80 | 80 | 21 | 23 | 60 | 60 | 19 | 25 | 80 | 50 | 18 | 21 |
| 30 | 80 | 50 | 25 | 24 | 30 | 50 | 23 | 25 | 30 | 40 | 24 | 23 |
| 31 | 50 | 60 | 21 | 25 | 70 | 30 | 21 | 17 | 50 | 40 | 20 | 18 |
| 32 | 60 | 50 | 18 | 19 | 30 | 80 | 18 | 19 | 30 | 50 | 19 | 18 |
| 33 | 50 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> |
| 34 | 80 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> |
| 35 | 50 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> |
| 36 | 50 | 50 | 20 | 17 | 50 | 60 | 20 | 18 | 100 | 70 | 30 | 20 |
| 37 | 60 | 40 | 20 | 20 | 30 | 70 | 19 | 22 | 80 | 70 | 20 | 25 |
| 38 | 70 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 18 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 17 | <i>n.a.</i> |
| 39 | 40 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> |
| 40 | 50 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> |
| 41 | 40 | 20 | 21 | 20 | 10 | 60 | 21 | 21 | 70 | 50 | 23 | 21 |
| 42 | 60 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> |
| 43 | 100 | 40 | 27 | 19 | 80 | 60 | 24 | 20 | 50 | 40 | 21 | 20 |
| 44 | 60 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 26 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> |
| 45 | 40 | <i>n.a.</i> | 21 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> |

| RSIT-Zahlenliste 10 | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|-------------|------------------|-------------|
| Proband | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R |
| 1 | 70 | 70 | 19 | 19 |
| 2 | 70 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> |
| 3 | 50 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> |
| 4 | 70 | 50 | 17 | 14 |
| 5 | 60 | 80 | 19 | 20 |
| 6 | 70 | 80 | 22 | 24 |
| 7 | 60 | 60 | 19 | 18 |
| 8 | 40 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> |
| 9 | 70 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> |
| 10 | 100 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 11 | 60 | <i>n.a.</i> | 10 | <i>n.a.</i> |
| 12 | 100 | 40 | 18 | 23 |
| 13 | 70 | 50 | 24 | 24 |
| 14 | 80 | 60 | 24 | 24 |
| 15 | 70 | 70 | 21 | 19 |
| 16 | 50 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> |
| 17 | 50 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> |
| 18 | 60 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> |
| 19 | 90 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 20 | 60 | <i>n.a.</i> | 12 | <i>n.a.</i> |
| 21 | 40 | 30 | 18 | 15 |
| 22 | 10 | 70 | 19 | 19 |
| 23 | 40 | 50 | 21 | 20 |
| 24 | 70 | <i>n.a.</i> | 16 | <i>n.a.</i> |
| 25 | 90 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> |
| 26 | 50 | <i>n.a.</i> | 14 | <i>n.a.</i> |
| 27 | 70 | <i>n.a.</i> | 17 | <i>n.a.</i> |
| 28 | 70 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> |
| 29 | 30 | 30 | 17 | 21 |
| 30 | 70 | 80 | 25 | 24 |

| RSIT-Zahlenliste 10 | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|-------------|------------------|-------------|
| Proband | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R |
| 31 | 60 | 80 | 20 | 19 |
| 32 | 50 | 60 | 20 | 18 |
| 33 | 60 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> |
| 34 | 70 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> |
| 35 | 80 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> |
| 36 | 90 | 60 | 27 | 22 |
| 37 | 40 | 100 | 19 | 30 |
| 38 | 50 | <i>n.a.</i> | 17 | <i>n.a.</i> |
| 39 | 30 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> |
| 40 | 60 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> |
| 41 | 60 | 70 | 22 | 22 |
| 42 | 80 | <i>n.a.</i> | 19 | <i>n.a.</i> |
| 43 | 50 | 70 | 20 | 20 |
| 44 | 90 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 45 | 50 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> |

| Proband | RSIT-Einsilberliste 1 | | | | RSIT- Einsilberliste 2 | | | | RSIT- Einsilberliste 3 | | | |
|----------------|------------------------------|-------------|------------------|-------------|-------------------------------|-------------|------------------|-------------|-------------------------------|-------------|------------------|-------------|
| | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 1 | 60 | 55 | 35 | 30 | 60 | 60 | 30 | 30 | 70 | 55 | 30 | 30 |
| 2 | 60 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 3 | 60 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 85 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> |
| 4 | 35 | 45 | 23 | 21 | 45 | 35 | 24 | 20 | 50 | 55 | 25 | 20 |
| 5 | 50 | 35 | 26 | 25 | 50 | 35 | 26 | 24 | 50 | 65 | 26 | 25 |
| 6 | 15 | 45 | 31 | 31 | 35 | 50 | 33 | 31 | 80 | 85 | 35 | 33 |
| 7 | 45 | 25 | 26 | 26 | 60 | 65 | 28 | 27 | 70 | 65 | 27 | 29 |
| 8 | 40 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> |
| 9 | 75 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 26 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> |
| 10 | 40 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> |

| Proband | RSIT-Einsilberliste 1 | | | | RSIT- Einsilberliste 2 | | | | RSIT- Einsilberliste 3 | | | |
|---------|----------------------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------------------|-------------|------------------|-------------|
| | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 11 | 95 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> | 85 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> |
| 12 | 100 | 65 | 29 | 26 | 90 | 55 | 29 | 27 | 95 | 55 | 29 | 28 |
| 13 | 40 | 50 | 33 | 34 | 45 | 60 | 33 | 34 | 70 | 80 | 35 | 36 |
| 14 | 55 | 50 | 34 | 33 | 50 | 65 | 34 | 34 | 55 | 60 | 34 | 35 |
| 15 | 50 | 55 | 28 | 26 | 50 | 60 | 28 | 27 | 40 | 45 | 28 | 27 |
| 16 | 40 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 17 | 25 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> | 45 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> |
| 18 | 65 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> | 45 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> |
| 19 | 35 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> |
| 20 | 45 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> |
| 21 | 40 | 40 | 24 | 24 | 30 | 35 | 25 | 23 | 80 | 70 | 30 | 25 |
| 22 | 30 | 30 | 30 | 25 | 55 | 60 | 30 | 26 | 45 | 65 | 30 | 27 |
| 23 | 40 | 55 | 30 | 30 | 50 | 40 | 30 | 30 | 40 | 50 | 30 | 30 |
| 24 | 45 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> | 45 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> |
| 25 | 80 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> |
| 26 | 90 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> |
| 27 | 55 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> |
| 28 | 40 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> | 45 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 29 | 50 | 40 | 27 | 29 | 65 | 40 | 35 | 29 | 75 | 65 | 33 | 30 |
| 30 | 45 | 50 | 35 | 31 | 45 | 45 | 35 | 31 | 55 | 70 | 35 | 32 |
| 31 | 40 | 50 | 31 | 29 | 70 | 40 | 32 | 28 | 65 | 65 | 31 | 29 |
| 32 | 45 | 85 | 29 | 35 | 60 | 80 | 30 | 32 | 65 | 90 | 29 | 30 |
| 33 | 25 | <i>n.a.</i> | 34 | <i>n.a.</i> | 45 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 36 | <i>n.a.</i> |
| 34 | 55 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 26 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> |
| 35 | 45 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 26 | <i>n.a.</i> |
| 36 | 35 | 65 | 29 | 33 | 45 | 60 | 30 | 35 | 70 | 70 | 31 | 28 |
| 37 | 75 | 45 | 35 | 28 | 75 | 55 | 32 | 28 | 75 | 70 | 30 | 29 |
| 38 | 35 | <i>n.a.</i> | 26 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> |
| 39 | 45 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 37 | <i>n.a.</i> |
| 40 | 55 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> |

| Proband | RSIT-Einsilberliste 1 | | | | RSIT- Einsilberliste 2 | | | | RSIT- Einsilberliste 3 | | | |
|---------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|
| | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 41 | 45 | 40 | 32 | 31 | 60 | 55 | 32 | 32 | 60 | 50 | 31 | 32 |
| 42 | 45 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> |
| 43 | 50 | 40 | 31 | 28 | 45 | 60 | 31 | 29 | 75 | 60 | 31 | 30 |
| 44 | 35 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> | 45 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> |
| 45 | 55 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> |

| Proband | RSIT-Einsilberliste 4 | | | | RSIT- Einsilberliste 5 | | | | RSIT- Einsilberliste 6 | | | |
|---------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|-----------------------------|-------------|---------------|-------------|
| | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 1 | 45 | 65 | 29 | 30 | 65 | 65 | 30 | 29 | 45 | 45 | 29 | 29 |
| 2 | 70 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 3 | 75 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 4 | 80 | 50 | 30 | 20 | 75 | 60 | 29 | 22 | 75 | 60 | 29 | 23 |
| 5 | 50 | 50 | 26 | 25 | 70 | 80 | 30 | 26 | 50 | 30 | 29 | 25 |
| 6 | 30 | 80 | 33 | 30 | 45 | 65 | 34 | 34 | 40 | 40 | 35 | 33 |
| 7 | 50 | 65 | 26 | 32 | 65 | 95 | 26 | 35 | 50 | 40 | 25 | 27 |
| 8 | 50 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> |
| 9 | 35 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> |
| 10 | 55 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 26 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> |
| 11 | 75 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 18 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 16 | <i>n.a.</i> |
| 12 | 95 | 40 | 29 | 27 | 100 | 80 | 29 | 28 | 100 | 60 | 29 | 29 |
| 13 | 20 | 50 | 30 | 36 | 75 | 85 | 33 | 38 | 30 | 45 | 31 | 38 |
| 14 | 35 | 55 | 35 | 36 | 80 | 75 | 37 | 38 | 60 | 20 | 34 | 34 |
| 15 | 60 | 65 | 28 | 28 | 80 | 85 | 28 | 29 | 80 | 55 | 35 | 30 |
| 16 | 40 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> |
| 17 | 45 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> | 45 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> |
| 18 | 65 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> | 45 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> |
| 19 | 55 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 20 | 45 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> |

| Proband | RSIT-Einsilberliste 4 | | | | RSIT- Einsilberliste 5 | | | | RSIT- Einsilberliste 6 | | | |
|---------|----------------------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------------------|-------------|------------------|-------------|
| | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 21 | 75 | 70 | 28 | 27 | 70 | 100 | 26 | 30 | 50 | 85 | 26 | 35 |
| 22 | 55 | 65 | 35 | 28 | 65 | 80 | 33 | 30 | 40 | 80 | 31 | 32 |
| 23 | 25 | 50 | 30 | 30 | 100 | 90 | 45 | 32 | 75 | 50 | 38 | 32 |
| 24 | 70 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> | 45 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> |
| 25 | 45 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> |
| 26 | 65 | <i>n.a.</i> | 26 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> |
| 27 | 40 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 22 | <i>n.a.</i> |
| 28 | 40 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> |
| 29 | 75 | 40 | 30 | 29 | 70 | 65 | 28 | 30 | 50 | 60 | 26 | 31 |
| 30 | 35 | 40 | 33 | 31 | 65 | 85 | 34 | 32 | 35 | 30 | 33 | 31 |
| 31 | 25 | 40 | 35 | 28 | 90 | 75 | 37 | 30 | 40 | 55 | 34 | 31 |
| 32 | 50 | 90 | 28 | 28 | 95 | 80 | 35 | 26 | 35 | 40 | 32 | 24 |
| 33 | 50 | <i>n.a.</i> | 36 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> |
| 34 | 30 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> |
| 35 | 15 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> |
| 36 | 35 | 35 | 30 | 26 | 75 | 55 | 31 | 27 | 50 | 55 | 30 | 28 |
| 37 | 45 | 60 | 29 | 29 | 80 | 70 | 29 | 30 | 50 | 45 | 29 | 29 |
| 38 | 65 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> |
| 39 | 60 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> |
| 40 | 55 | <i>n.a.</i> | 37 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> |
| 41 | 70 | 45 | 37 | 31 | 60 | 65 | 34 | 33 | 35 | 60 | 32 | 35 |
| 42 | 60 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> | 100 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> |
| 43 | 50 | 50 | 30 | 30 | 80 | 90 | 30 | 32 | 80 | 80 | 38 | 35 |
| 44 | 50 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> | 25 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> |
| 45 | 20 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> |

| Proband | RSIT-Einsilberliste 7 | | | | RSIT- Einsilberliste 8 | | | | RSIT- Einsilberliste 9 | | | |
|---------|----------------------------------|------|------------------|------|----------------------------------|------|------------------|------|----------------------------------|------|------------------|------|
| | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 1 | 40 | 65 | 29 | 29 | 50 | 40 | 30 | 29 | 45 | 55 | 30 | 29 |
| 2 | 35 | n.a. | 30 | n.a. | 80 | n.a. | 30 | n.a. | 70 | n.a. | 30 | n.a. |
| 3 | 55 | n.a. | 30 | n.a. | 60 | n.a. | 30 | n.a. | 65 | n.a. | 30 | n.a. |
| 4 | 85 | 60 | 28 | 23 | 65 | 65 | 25 | 25 | 60 | 85 | 25 | 28 |
| 5 | 65 | 55 | 29 | 25 | 70 | 45 | 29 | 24 | 60 | 65 | 28 | 25 |
| 6 | 80 | 35 | 35 | 32 | 40 | 20 | 30 | 31 | 55 | 35 | 32 | 30 |
| 7 | 55 | 25 | 30 | 26 | 50 | 40 | 30 | 25 | 85 | 65 | 30 | 26 |
| 8 | 45 | n.a. | 30 | n.a. | 40 | n.a. | 30 | n.a. | 55 | n.a. | 32 | n.a. |
| 9 | 50 | n.a. | 24 | n.a. | 50 | n.a. | 24 | n.a. | 95 | n.a. | 33 | n.a. |
| 10 | 50 | n.a. | 29 | n.a. | 40 | n.a. | 29 | n.a. | 65 | n.a. | 29 | n.a. |
| 11 | 35 | n.a. | 18 | n.a. | 60 | n.a. | 20 | n.a. | 60 | n.a. | 18 | n.a. |
| 12 | 90 | 45 | 29 | 28 | 100 | 85 | 29 | 30 | 95 | 80 | 29 | 32 |
| 13 | 45 | 55 | 32 | 33 | 60 | 25 | 33 | 32 | 55 | 70 | 33 | 33 |
| 14 | 40 | 50 | 33 | 31 | 50 | 60 | 34 | 32 | 50 | 50 | 34 | 32 |
| 15 | 85 | 80 | 33 | 33 | 70 | 100 | 30 | 35 | 65 | 35 | 29 | 24 |
| 16 | 65 | n.a. | 35 | n.a. | 85 | n.a. | 32 | n.a. | 45 | n.a. | 30 | n.a. |
| 17 | 55 | n.a. | 34 | n.a. | 65 | n.a. | 35 | n.a. | 15 | n.a. | 30 | n.a. |
| 18 | 65 | n.a. | 28 | n.a. | 45 | n.a. | 27 | n.a. | 80 | n.a. | 35 | n.a. |
| 19 | 35 | n.a. | 31 | n.a. | 35 | n.a. | 32 | n.a. | 95 | n.a. | 40 | n.a. |
| 20 | 50 | n.a. | 23 | n.a. | 70 | n.a. | 23 | n.a. | 65 | n.a. | 22 | n.a. |
| 21 | 55 | 55 | 26 | 23 | 50 | 50 | 26 | 23 | 65 | 75 | 26 | 24 |
| 22 | 60 | 95 | 31 | 35 | 55 | 55 | 31 | 26 | 60 | 50 | 30 | 26 |
| 23 | 80 | 80 | 35 | 35 | 55 | 45 | 31 | 29 | 50 | 55 | 30 | 29 |
| 24 | 80 | n.a. | 33 | n.a. | 75 | n.a. | 30 | n.a. | 65 | n.a. | 28 | n.a. |
| 25 | 45 | n.a. | 28 | n.a. | 60 | n.a. | 29 | n.a. | 65 | n.a. | 29 | n.a. |
| 26 | 55 | n.a. | 24 | n.a. | 50 | n.a. | 24 | n.a. | 55 | n.a. | 24 | n.a. |
| 27 | 60 | n.a. | 23 | n.a. | 80 | n.a. | 28 | n.a. | 65 | n.a. | 25 | n.a. |
| 28 | 55 | n.a. | 30 | n.a. | 60 | n.a. | 30 | n.a. | 75 | n.a. | 33 | n.a. |
| 29 | 35 | 70 | 26 | 33 | 50 | 70 | 28 | 35 | 45 | 65 | 28 | 29 |
| 30 | 60 | 55 | 34 | 32 | 35 | 85 | 34 | 35 | 45 | 45 | 34 | 30 |

| Proband | RSIT-Einsilberliste 7 | | | | RSIT- Einsilberliste 8 | | | | RSIT- Einsilberliste 9 | | | |
|---------|----------------------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------------------|-------------|------------------|-------------|
| | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R | T | R |
| 31 | 75 | 80 | 35 | 33 | 65 | 50 | 34 | 29 | 60 | 45 | 33 | 28 |
| 32 | 70 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> |
| 33 | 50 | <i>n.a.</i> | 38 | <i>n.a.</i> | 55 | <i>n.a.</i> | 38 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 38 | <i>n.a.</i> |
| 34 | 85 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> | 60 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> |
| 35 | 35 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> | 80 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 85 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> |
| 36 | 45 | 45 | 30 | 28 | 60 | 40 | 30 | 27 | 90 | 75 | 35 | 29 |
| 37 | 65 | 40 | 29 | 28 | 60 | 60 | 28 | 30 | 70 | 85 | 27 | 32 |
| 38 | 60 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> |
| 39 | 30 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> | 45 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> |
| 40 | 70 | <i>n.a.</i> | 34 | <i>n.a.</i> | 45 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> |
| 41 | 45 | 50 | 33 | 30 | 60 | 65 | 34 | 31 | 55 | 50 | 33 | 31 |
| 42 | 75 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> | 70 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 43 | 85 | 45 | 35 | 26 | 50 | 45 | 31 | 26 | 75 | 55 | 32 | 27 |
| 44 | 85 | <i>n.a.</i> | 40 | <i>n.a.</i> | 85 | <i>n.a.</i> | 38 | <i>n.a.</i> | 65 | <i>n.a.</i> | 36 | <i>n.a.</i> |
| 45 | 40 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> | 50 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> | 75 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> |

| Proband | RSIT-Einsilberliste 10 | | | |
|---------|----------------------------------|-------------|------------------|-------------|
| | Sprachverständ- lichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R |
| 1 | 80 | 60 | 30 | 29 |
| 2 | 70 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 3 | 75 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 4 | 70 | 65 | 25 | 22 |
| 5 | 80 | 85 | 28 | 30 |
| 6 | 50 | 65 | 31 | 31 |
| 7 | 80 | 55 | 29 | 27 |
| 8 | 40 | <i>n.a.</i> | 31 | <i>n.a.</i> |
| 9 | 95 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 10 | 75 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> |

| Proband | RSIT-Einsilberliste 10 | | | |
|---------|-----------------------------|-------------|------------------|-------------|
| | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R |
| 11 | 55 | <i>n.a.</i> | 18 | <i>n.a.</i> |
| 12 | 100 | 85 | 29 | 35 |
| 13 | 60 | 65 | 33 | 34 |
| 14 | 60 | 60 | 34 | 33 |
| 15 | 70 | 60 | 29 | 25 |
| 16 | 60 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 17 | 70 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> |
| 18 | 90 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 19 | 70 | <i>n.a.</i> | 34 | <i>n.a.</i> |
| 20 | 75 | <i>n.a.</i> | 21 | <i>n.a.</i> |
| 21 | 75 | 75 | 26 | 25 |
| 22 | 45 | 60 | 30 | 27 |
| 23 | 50 | 75 | 30 | 30 |
| 24 | 80 | <i>n.a.</i> | 26 | <i>n.a.</i> |
| 25 | 95 | <i>n.a.</i> | 35 | <i>n.a.</i> |
| 26 | 80 | <i>n.a.</i> | 24 | <i>n.a.</i> |
| 27 | 45 | <i>n.a.</i> | 23 | <i>n.a.</i> |
| 28 | 65 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 29 | 70 | 70 | 28 | 30 |
| 30 | 45 | 60 | 34 | 31 |
| 31 | 60 | 70 | 32 | 29 |
| 32 | 75 | <i>n.a.</i> | 20 | <i>n.a.</i> |
| 33 | 85 | <i>n.a.</i> | 36 | <i>n.a.</i> |
| 34 | 90 | <i>n.a.</i> | 28 | <i>n.a.</i> |
| 35 | 80 | <i>n.a.</i> | 30 | <i>n.a.</i> |
| 36 | 80 | 90 | 32 | 31 |
| 37 | 50 | 80 | 26 | 35 |
| 38 | 70 | <i>n.a.</i> | 27 | <i>n.a.</i> |
| 39 | 65 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> |
| 40 | 60 | <i>n.a.</i> | 32 | <i>n.a.</i> |

| RSIT-Einsilberliste 10 | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------|------------------|-------------|
| Proband | Sprachverständlichkeit in % | | Bei... db SPL | |
| | T | R | T | R |
| 41 | 65 | 60 | 33 | 32 |
| 42 | 75 | <i>n.a.</i> | 29 | <i>n.a.</i> |
| 43 | 70 | 80 | 31 | 28 |
| 44 | 70 | <i>n.a.</i> | 34 | <i>n.a.</i> |
| 45 | 70 | <i>n.a.</i> | 33 | <i>n.a.</i> |

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Britta Frenzel, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Evaluation eines russischen Sprachverständlichkeitstests / Evaluation of a Russian Speech Intelligibility Test“ 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/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

[Für den Fall, dass Sie die Forschung für Ihre Promotion ganz oder teilweise in Gruppenarbeit durchgeführt haben:] Ich versichere ferner, dass ich die in Zusammenarbeit mit anderen Personen generierten Daten, Datenauswertungen und Schlussfolgerungen korrekt gekennzeichnet und meinen eigenen Beitrag sowie die Beiträge anderer Personen korrekt kenntlich gemacht habe (siehe Anteilserklärung). Texte oder Textteile, die gemeinsam mit anderen erstellt oder verwendet wurden, habe ich korrekt kenntlich gemacht.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

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

Berlin, 02.09.2020

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Komplette Publikationsliste

- Januar 2001 „Verbálno-tonálna metóda Petara Gubina“ In: Otvorsa efeta 1/2001, S. 18-20
- Februar 2002 „Die verbo-tonale Methode nach Petar Guberina“ In: hörgeschädigte Kinder 2/2002, S. 86-91
- Mai 2003 „Frühförderung hörbehinderter Kinder in Frankreich und in der Bundesrepublik Deutschland – eine vergleichende Bestandsaufnahme.“ Shaker-Verlag, Aachen 2003

Danksagung

Ich möchte mich herzlich bei allen Probanden und Probandinnen bedanken, ohne deren Engagement die vorliegende Arbeit nicht zustande gekommen wäre!

Außerdem bedanke ich mich bei:

Meinen Eltern, die mir früh ermöglichten, meinen eigenen Weg zu gehen,

Parwis Agha-Mir-Salim und Alexander Müller für ermutigende Kommentare und fachliche Anregungen,

Klaus Berger und Silvia Schicktanz für kollegiale Unterstützung und fachlichen Austausch,

Ljudmila Hoppe, die mich bei der Suche nach Probanden unterstützte und Kontakte zu Audiologen und Gehörlosenpädagogen in der Russischen Föderation ermöglichte,

Tamara Dzhamalaeva, Katarina König und Konstantin Zhuzgin, die mich bei der Suche nach Probanden unterstützten und meine russischsprachigen Texte Korrektur lasen,

Thomas Hocke für die Berechnung der Regression der Kurven mit dem Newton-Raphson-Verfahren (MATLAB R2018a) und

Anabel Lessacher für umsichtiges Korrekturlesen.