

Einsilbervständlichkeit in unterschiedlichen Störgeräuschen für Deutsch, Ungarisch und Slowenisch

I. Stemplinger, M. Schiele, B. Meglič, H. Fastl
Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, TU München

Einleitung

Das Störgeräusch für die Audiometrie nach Fastl (Fastl 1987, Westra 1992) bildet im Mitte! sowohl die spektrale als auch die zeitliche Hüllkurve menschlicher Sprache nach und wurde deshalb für den internationalen Einsatz vorgeschlagen (Fastl 1993). Vergleichende Pilotstudien zur Einsilbervständlichkeit wurden für Ungarisch und Slowenisch mit den Störgeräuschen nach CCITT Rec. G. 227 bzw. nach Fastl durchgeführt und Referenzdaten für Deutsch gegenübergestellt.

Sprachmaterial

Ungarisch gehört der finnougriischen Sprachgruppe an und wurde stellvertretend für weitere Sprachen - wie Lappisch, Ostseefinnisch, Wolgafinnisch, Permisch und Obugrisch - dieser Gruppe untersucht. Kennzeichnend für diese Sprachen sind Vokalharmonie, Bildung grammatikalischer Beziehungen durch Suffixe und fehlendes grammatikalisches Geschlecht.

Die slawischen Sprachen gehören innerhalb der indo-germanischen Sprachen zur Saterngruppe und werden untergliedert in Ostslawisch (Russisch, Ukrainisch, Weißrussisch), Westslawisch (Tschechisch, Slowakisch, Ober- und Niedersorbisch, Polnisch) und Südslawisch (Slowenisch, Serbokroatisch, Bulgarisch, Makedonisch). Slowenisch ist eine dem Serbokroatischen verwandte südslawische Sprache. Kennzeichen aller slawischen Sprachen sind das stark ausgebaute System der Verbalaspekte und die Palatalisierung (Erweichung) der Konsonanten (Brockhaus 1993). Sowohl für Ungarisch als auch für Slowenisch mußten neue Aufnahmen der üblicherweise in diesen Ländern verwendeten Sprachtests erstellt werden.

Für diese Pilotstudie wurde als ungarisches Sprachmaterial der von Professor Dr. Arpád Götze 1961 entwickelte und 1971 von Gy. Révész modifizierte Einsilbertest verwendet (modifizierter Götze- bzw. Révész-Test). Beim ursprünglich phonetisch ausbalancierten Test wurden altfremdliche, ungebrauchliche Wörter ersetzt. Da die Hörversuche in München mit muttersprachlichen jungen Ungarn/innen oder Personen, die schon lange in Deutschland leben, durchgeführt wurden, wurde diese modifizierte Form des Götze-Tests aufgrund des zeitgemäßen Wortschatzes bevorzugt. Der Test ist aus 10 Listen mit je 20 Wörtern aufgebaut, die ersten Wörter lauten: rét, zöld, eb, szag usw.. Dieser Test wurde von einem professionellen muttersprachlich ungarischen Sprecher gesprochen in einem Tonstudio erneut auf DAT aufgenommen, da die üblicherweise in der Klinik verwendeten Aufnahmen von äußerst schlechter Qualität sind. Der Sprecher wurde bei den Aufnahmen angehalten, die Wörter jeweils mit gleicher Lautstärke zu sprechen. Die obere und untere Wahrscheinliche Schwankung der mit der Zeitkonstante „fast“ gemessenen maximalen A-bewerteten Schallpegel L_{AFmax} pro Wort unterscheiden sich nur um ± 2 dB vom Median aller Wörter, so daß nachträglich keine Pegelkorrekturen einzelner Wörter mehr vorgenommen werden mußten. Der angegebene Schallpegel entspricht dem Median des A-bewerteten Maximalpegels L_{AFmax} aller Wörter des Tests.

In der Audiometrie in Slowenien wird meist ein einsilbiger Sprachtest, aufgebaut aus neun Listen mit jeweils 25 Wörtern, verwendet. Die ersten Wörter der ersten Liste lauten: lak, mah, vir, grm, dlan ... Trotz Nachforschungen an verschiedenen Kliniken und am Zentrum für Funktionsstörungen des Gehörs in Maribor/ Slowenien konnte kein offizieller Name dieses Sprachtests ermittelt werden. Für diese Pilotstudie wurde eine Aufnahme des Tests im reflexionsarmen Raum mit einem muttersprachlichen Slowenen erstellt. Die Streuungen der Schallpegel L_{AFmax} sind bei dem nicht professionellen Sprecher etwas größer, die obere Wahrscheinliche Schwankung weicht um 4 dB, die untere um 3 dB vom Median der maximalen Schallpegel L_{AFmax} aller Wörter des slowenischen Sprachtests ab.

Messungen

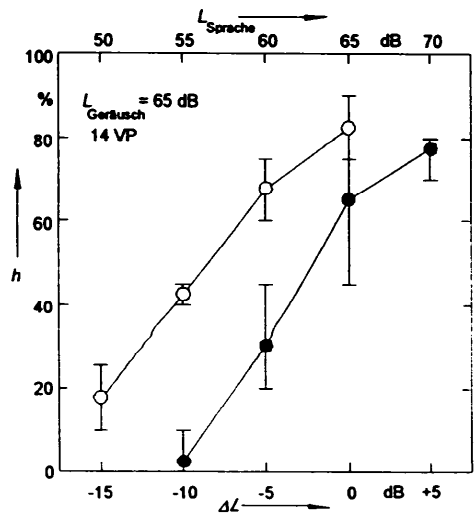
Das gleichförmige CCITT-Rauschen wurde von einem Rauschgenerator RG-1 von Wandel & Götermann erzeugt. Der verwendete Störgeräuschpegel beträgt 65 dB und entspricht dem energieäquivalenten Dauerschallpegel des CCITT-Rauschens. Das schwankende Störgeräusch nach Fastl wurde von der Westra CD

Nr.11 dargeboten. Das Fastl-Rauschen wurde über das ebenfalls auf der Westra CD enthaltene CCITT-Rauschen (Track Nr.44) kalibriert. Einsilbertests und Störgeräusche wurden für die Sprachverständlichkeitstests im gewünschten Sprach-Geräusch-Abstand addiert und diotisch über einen freifeldentzerrten dynamischen Kopfhörer (Beyer DT 48) in einer schallisolierten Meßkabine dargeboten. Jede Liste der Einsilber wurde mit einem anderen Sprach-Geräusch-Abstand dargeboten, um in Abhängigkeit davon eine Schwelle für 50% Sprachverständlichkeit zu ermitteln. Die jeweils verwendeten Listen wurden dabei pro Versuchsperson variiert.

Bei den Versuchspersonen (VPn) handelt es sich um neun muttersprachliche Ungarn/innen zwischen 20 und 58 Jahren (Median 25) bzw. fünf Slowenier/innen im Alter von 20 bis 29 Jahre. Alle Versuchspersonen waren normalhörend, ihre Ruhehörschwelle wick maximal 20 dB von der Norm ab. Die VPn mußten die von ihnen verstandenen Wörter in ein Protokoll eintragen. Ausgewertet wurde die Häufigkeit h richtig notierter Wörter pro Liste in Prozent.

Ergebnisse

Die Vergleichsdaten für die Sprachverständlichkeit im Störgeräusch für Deutsch wurden mit dem Freiburger Wörtertest nach DIN 45621 von 14 Versuchspersonen ermittelt (Stemplinger et al. 1994). Zentralwerte und Wahrscheinliche Schwankungen sind in Figur 1 dargestellt. 50% Sprachverständlichkeit wird bei vorhandenem Störgeräusch nach CCITT Rec. G. 227 (ausgefüllte Symbole) bei einem Sprach-Geräusch-Abstand von -2,25 dB erreicht. Bei dem schwankendem Störgeräusch nach Fastl (unausgefüllte Symbole) profitieren die Versuchspersonen von den im Signal vorhandenen zeitlichen Lücken und können selbst bei einem Sprach-Geräusch-Abstand von -8,75 dB noch 50% der Wörter richtig verstehen. Erstellte Referenzdaten über 88 VPn für den Einsilbertest beim Fastl-Störgeräusch gehen von -7,5 dB Sprach-Geräusch-Abstand aus (Hautmann und Fastl 1993). Die geringere maskierende Wirkung des Fastl-Störgeräusches gegenüber dem CCITT-Rauschen entspricht einem Unterschied im Sprach-Geräusch-Abstand von etwa 6 dB.

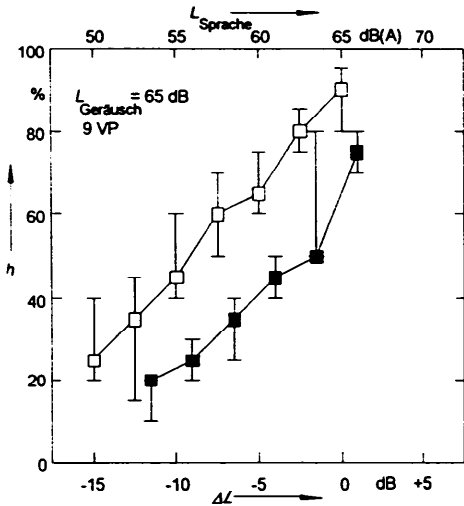


Deutsch:

○ : Störgeräusch nach Fastl

● : Störgeräusch nach CCITT Rec. G. 227

Fig. 1: Einsilbervständlichkeit für Deutsch



Ungarisch:

□ : Störgeräusch nach Fastl

■ : Störgeräusch nach CCITT Rec. G. 227

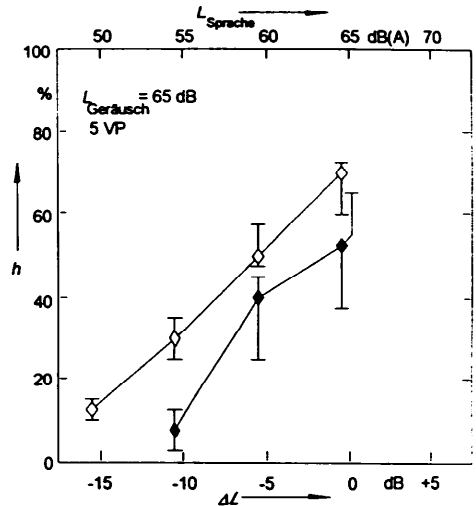
Fig. 2: Einisilverständlichkeit für Ungarisch

In Fig. 2 sind die Ergebnisse für die Sprachverständlichkeit von Ungarisch im Störgeräusch nach Fastl (leere Symbole) und nach CCITT (ausgefüllte Symbole) dargestellt. 50% Sprachverständlichkeit wird bei Ungarisch beim CCITT-Rauschen bei einem Sprach-Geräusch-Abstand von -1,5 dB und beim Fastl-Störgeräusch bei -9,2 dB erreicht. Vergleicht man die Ergebnisse der Sprachverständlichkeit für Ungarisch mit denen für Deutsch, zeigt sich, daß vor allem beim Störgeräusch nach Fastl sich die Wahrscheinlichen Schwankungen stark überlappen und die Mediane bei beiden Sprachen nur gering voneinander abweichen. Sowohl der absolute Sprach-Geräusch-Abstand für 50% Sprachverständlichkeit als auch seine relative Lage von Fastl- zu CCITT-Störgeräusch entsprechen bei Ungarisch nahezu den Ergebnissen bei deutscher Sprache.

In Fig. 3 sind die Ergebnisse für Slowenisch mit der gleichen Symbolik dargestellt. 50% Sprachverständlichkeit wird in Kombination mit dem Rauschen nach CCITT bei -1,5 dB exakt wie beim Ungarischen erreicht. Slowenische Einsilber im schwankenden Störgeräusch nach Fastl werden zu 50% verstanden bei einem Sprach-Geräusch-Abstand von -5,5 dB. Dieser Wert liegt etwa 2 dB über dem der Referenzdaten für Deutsch, kann jedoch aufgrund der geringen Versuchspersonenanzahl und den größeren Streuungen der gemessenen Maximalschallpegel $L_{AF,max}$ der einzelnen slowenischen Einsilber durchaus noch vergleichbar in seinem Resultat zur deutschen Sprache betrachtet werden. Vergleichbare Ergebnisse für das zu den westslawischen Sprachen gehörende Polnisch wurden bereits von Hojan und Fastl veröffentlicht (Hojan und Fastl 1995). 50% Sprachverständlichkeit wird im Störgeräusch nach Fastl bei Polnisch bei einem Sprach-Geräusch-Abstand von -8 dB erreicht (Hojan und Fastl 1995).

Zusammenfassung

Vergleichende Studien zur Einisilverständlichkeit von Deutsch, Ungarisch und Slowenisch im Störgeräusch haben ergeben, daß die maskierende Wirkung der Störgeräusche nach CCITT Rec. G. 227 und nach Fastl bei allen drei Sprachen vergleichbar ist. Die für 50% Sprachverständnis für Normalhörende erforderlichen Sprach-Geräusch-Abstände entsprechen dabei für eine Sprache der finnisch-ugrischen Sprachgruppe (Ungarisch) sowie für eine slawische Sprache (Slowenisch) nahezu den Pegelabständen bei deutscher Sprache. 50% Sprachverständlichkeit wird bei Sprach-Geräusch-Abständen von -9,2 dB bis -5,5 dB im Fastl-Störgeräusch und von -2,25 dB bis -1,5 dB im CCITT-Rauschen für die



Slowenisch:

◇ : Störgeräusch nach Fastl

◆ : Störgeräusch nach CCITT Rec. G. 227

Fig. 3: Einisilverständlichkeit für Slowenisch

untersuchten Sprachen erreicht.

Der rein statistische Ansatz des schwankenden Störgeräusches nach Fastl, im Mittel sowohl die spektrale als auch zeitliche Hüllkurve von Sprache nachzubilden, scheint bei verschiedenen Sprachen unterschiedlicher Sprachgruppen trotz unterschiedlicher Phonemverteilungen - und damit im Bereich von 1 kHz bis 2 kHz um bis zu 8 dB geänderten Energiespektren (Tamóczy 1971) - und Spracheigenarten nahezu dieselbe Maskierung hervorzurufen.

Die Vorteile des schwankenden Störgeräusches nach Fastl für die Diagnose von Fehlfunktionen der zeitlichen Verarbeitung des Gehörs und zur Höreräteanpassung können daher wahrscheinlich auch bei weiteren Sprachen der finnisch-ugrischen und slawischen Sprachgruppe genutzt werden.

Eine Verwendung des Störgeräusches nach Fastl in der Audiometrie ist daher auch für diese Sprachen zu empfehlen.

Für Unterstützung hinsichtlich des Ungarischen sei Professor Ilenyi, Budapest, gedankt. Professor B. Horvat und Dr. Z. Kacic (Maribor) ermöglichten die Untersuchungen für Slowenisch. Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des SFB 204 „Gehör“ München gefördert.

Literatur

- Brockhaus (1993): in fünf Bänden. 8. neu bearb. Aufl., Brockhaus Mannheim, Leipzig.
- Fastl, H. (1987): Ein Störgeräusch für die Sprachaudiometrie. *Audiol. Akustik* 26, 2-13.
- Fastl, H. (1993): A masking noise for speech intelligibility tests. In: *TC Hearing, Acoust. Soc. of Japan*, H-93-70.
- Hautmann, I., Fastl, H. (1993): Zur Verständlichkeit von Einsilbern und Dreinsilbern im Störgeräusch. In: *Fortschritte der Akustik, DAGA 93*, 784-787.
- Hojan, E., Fastl, H. (1995): Intelligibility of Speech in noisy Environment, VI Symposium on Tonmeistering and Sound Engineering, Warszawa, 62-67.
- Stempler, I., Fastl, H., Schorn, K., Brügel, F. (1994): Zur Verständlichkeit von Einsilbern in unterschiedlichen Störgeräuschen. In: *Fortschritte der Akustik, DAGA 94*, 1469-1472.
- Tamóczy, T. (1971): Das durchschnittliche Energiespektrum der Sprache (für sechs Sprachen). *Acustica* 24, 57-74.
- Westra Audiometrie Disc Nr. 11 (1992): Zahlen- und Wörertest nach DIN 45621 mit Störgeräusch nach Prof. Dr.-Ing. H. Fastl