

Erforschung von Hördimensionen mit Umweltgeräuschen

K. Johannsen, H. Prante; Institut für Technische Akustik der TU-Berlin

Einleitung

Bisherige Untersuchungen zur auditiven Wahrnehmung lassen sich grob in zwei grundsätzlich verschiedene Vorgehensweisen einteilen: Zum einen werden durch Variation von physikalischen Parametern die wahrgenommenen Eigenschaften von synthetischen Geräuschen in Hörversuchen skaliert. Damit werden sogenannte Empfindungsgrößen bestimmt, die mit den physikalischen Reizgrößen über eine Empfindungsfunktion verknüpft sind [2],[5],[18]. In einer alternativen Methode werden natürliche Geräusche im Hörversuch z.B. dem semantischen Differential beurteilt [10]. Der Zusammenhang zwischen Geräusch und Beurteilung wird i.a. über statistische Methoden, wie z.B. der Faktorenanalyse mit anschließender (multiplen) Regression, hergestellt. Ergebnis dieser Methode sind gegenüber den Empfindungsgrößen komplexere Wahrnehmungsdimensionen, die aufgrund der angewendeten Faktorenanalyse linear unabhängig sind und in ihrer Gesamtheit einen möglichst großen Anteil der Wahrnehmung erklären [6],[15],[16],[17]. Beide Wege haben Vorteile und Grenzen. So können aus den mit der erstgenannten Methode bestimmten Empfindungsfunktionen Berechnungsverfahren entwickelt werden, mit denen aus Geräuschen Empfindungsgrößen berechnet werden können. Diese Berechnungsverfahren sind jedoch nicht ohne weiteres auf Umweltgeräusche übertragbar, da sie mit synthetischen Geräuschen entwickelt wurden. Außerdem sind mit dieser Methode die Hördimensionen durch die Variation bestimmter physikalischer Parameter bereits vor den Hörversuchen festgelegt. Sowohl die Zusammenhänge zwischen einzelnen Dimensionen als auch eine vollständige Abdeckung des Wahrnehmungsraumes kann mit dieser Methode schwer erreicht werden. Der zweitgenannte Ansatz kann diese Ganzheitlichkeit erreichen, die so gefundenen Dimensionen sind jedoch nur mit umfangreichen mathematischen Modellen nachzubilden [13].

Vorgehensweise

In der vorliegenden Arbeit sollen Zusammenhänge der Ergebnisse beider Methoden untersucht werden. Hierzu wird der zweitgenannte "ganzheitliche" Weg unter Verwendung des semantischen Differentials eingeschlagen. In einer zu Beginn durchgeführten Literaturrecherche wurden Adjektivpaare und Geräuscheigenschaften gesammelt. In einer Befragung wurden ausgewählte Geräuscheigenschaften anschließend Adjektive und Geräusche zugeordnet. Die Geräusche wurden mit einem Kunstkopf aufgezeichnet und Versuchspersonen (Vpn) in einem Hörversuch binaural präsentiert. Die Ergebnisse der Beurteilungen der Geräusche mit dem semantischen Differential wurden einer Faktorenanalyse unterzogen. Die so ermittelten Faktoren stellen Dimensionen der Hörwahrnehmung dar. Diese wurden durch eine Korrelationsanalyse auf Zusammenhänge mit berechneten psychoakustischen Parametern untersucht. In einem unabhängigen Schritt wurden für einzelne Dimensionen repräsentative Geräuschprototypen bestimmt.

Auswahl der Geräusche und Adjektive

Ausgangspunkt war eine Literaturrecherche [12], in der 29 Geräuscheigenschaften und 154 Adjektivpaare zur Beschreibung von Geräuschen zusammengestellt wurden. In einer anschließenden Befragung wurden 17 Vpn gebeten, den Geräuscheigenschaften Adjektivpaare zuzuordnen. Die Vpn konnten hierbei auch neue Adjektive nennen und waren aufgefordert, ihnen spontan einfallende Geräuschessoziationen zu den Geräuscheigenschaften anzugeben. Da 29 Geräuscheigenschaften als zu umfangreich angesehen wurden, erfolgte mit einer Clusteranalyse anhand der Nennungshäufigkeiten eine Reduktion auf 12 sinnvolle Gruppen (Tab 1).

Tab 1: Unter Verwendung verschiedener Clusteranalysen angewendet auf die Matrix der Nennungshäufigkeiten zusammengefaßte Geräuscheigenschaften.

| Cluster-Nr. | Geräuscheigenschaften |
|-------------|---|
| 1 | Tonhaltigkeit, Klanghaftigkeit, Erstklassigkeit |
| 2 | Dichte, Fülle |
| 3 | Rauhigkeit |
| 4 | Spannung, Impulshaftigkeit, Nähe |
| 5 | Lebhaftigkeit, Schwankungsstärke |
| 6 | Härte, Metallhaftigkeit |
| 7 | Gefährlichkeit, Eindringlichkeit, Schärfe |
| 8 | Lautheit, Mächtigkeit |
| 9 | Lärmigkeit, Lästigkeit |
| 10 | Schönheit, Angenehmheit, Behaglichkeit |
| 11 | Durchsichtigkeit, Klarheit |
| 12 | Tiefe, Helle, Dumpfheit, Schwere |

Für jedes Cluster wurden 2 Adjektivpaare ausgewählt. Zur Auswahl wurden wieder die Nennungshäufigkeiten herangezogen. Da die Adjektivpaare sowohl hohe Häufigkeiten für das repräsentierende Cluster als auch eine hohe Spezifität hatten, ergab sich eine Matrix in Diagonalf orm (Tab. 2).

Die Auswahl von 25 Geräuschen erfolgte analog.

Tab 2: Nennungshäufigkeiten der Adjektivpaare in den Eigenschaftsclustern. Es sind nur das erste Adjektiv eines Paares und Häufigkeiten größer 3 dargestellt.

| Adjektive | Clusternummer | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------|-----|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|-----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| harmonisch/charaktervoll | 8/6 | | | | | | | | | 5/- | | |
| kompakt/reich | | 5/4 | | | | | | | | | | |
| rauh/kratzend | | | 8/6 | | | | | | | | | |
| aufregend/nah | | | | 6/4 | | | | | | | | |
| dynamisch/schwankend | | | | 4/- | 14/6 | | | | | | | |
| metallisch/kantig | | | | | | 9/4 | | | | | | |
| scharf/kreisend | | | | | | | 10/8 | | | | | |
| laut/kräftig | | | | | | | 6/- | 13/6 | 10/- | | | |
| erwünscht/angenehm | | | | | | | | | 6/8 | -/11 | | |
| behaglich/schön | | | | | | | | | | 11/8 | | |
| klar/deutlich | | | | | | | | | | | 9/6 | 5/- |
| hoch/dumpf | -/6 | | | | | | | 5/- | | | | 16/15 |

Durch diese Auswahl der Geräusche und Adjektive sollte gewährleistet sein, daß möglichst viele Hördimensionen abgedeckt sind.

Tab 3: Mittelwertmatrix der Urteile. Die Geräusche (1.Spalte) sind nach den Adjektivpaaren (erste und letzte Zeile) sortiert. Das Vorzeichen der Mittelwerte gibt an, ob das obere Adjektiv (positiv) oder das untere (negativ) häufiger angegeben wurde. Extreme Urteile sind hervorgehoben, Urteile mit Betrag unter 1,5 weggelassen. Besonders die Geräusche Zahnarzt, Säge und Preßluft haben hohe Werte außerhalb der erwarteten Diagonalf orm der Matrix.

| Geräusch | harmoni- sch | charak- tervoll | erw. erw. | kom- pakt | reich | rauh | krat- zend | aufre- gend | nah | dyssi- misch | schwan- kend | metall- lich | rund | scharf | kreis- end | laut | kräftig | er- wünscht | ange- nehm | behag- lich | schön | klar | deutlich | hoch | dumpf |
|---------------------|-------------------|--------------------|--------------|----------------|----------|-------|---------------|-----------------|------|-----------------|---------------------|-----------------|--------|--------|---------------|-------|---------|------------------|-----------------|------------------|---------|------|-----------------|------|----------|
| Glocke | 1.8 | 2.1 | | 1.4 | | -1.5 | | | | 1.7 | 1.6 | 1.5 | | | | 1.8 | 1.9 | | | | 1.3 | 1.4 | 1.8 | | -2.4 |
| Lüfter | | -1.5 | | | | | | | | -2.5 | -2.8 | | | | | | | | -1.3 | -1.3 | | -1.3 | -1.5 | | |
| Fußballstadion | -1.6 | | | 2.3 | 1.7 | | 2.7 | 1.9 | | | | | | | 2.0 | 3.0 | 2.6 | | -1.7 | -1.9 | -1.7 | -1.4 | -1.5 | | |
| Wartehalle | | | -1.6 | 1.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -1.8 | |
| Tesafilm (abrollen) | | | | | 1.7 | 1.5 | | 1.5 | | | | | | 1.5 | | | | | | | | | | | |
| Schotterweg | | | -1.8 | | | | -1.8 | | | | | | | | -1.7 | -1.5 | -1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | | | | |
| Hufgetrappel | | 1.8 | -1.5 | | | | -1.7 | 1.3 | | | | | | | | | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | | | 1.3 | | |
| Schreibmaschine | | | | | | | | 1.4 | | | | | -2.0 | 1.4 | | | | | | | | 1.9 | 2.5 | | |
| Wespe | | | | | | | | 2.6 | 1.7 | 2.0 | | | | | | | -1.3 | -1.6 | | -1.3 | | | | | |
| Kindergarten | | | -1.8 | | | | | | 1.6 | 1.7 | | | | | 1.5 | | | | | | | | | 2.2 | -1.3 |
| Windheulen | 1.5 | | | | | -1.8 | -1.4 | | | | | | 1.7 | | | -1.6 | -1.8 | | | | | | | | |
| Schmiedehammer | | | 1.5 | | | | 1.4 | 1.6 | | | 2.8 | -2.1 | 1.6 | | 1.9 | 1.9 | -1.8 | -1.4 | -1.3 | | 2.0 | 2.1 | 1.9 | -1.6 | |
| Blechdose | -1.6 | | | | | 1.3 | | 1.4 | 1.3 | 2.1 | -2.3 | 1.4 | | | | | -1.3 | | | | | 1.3 | | | |
| Zahnarztbohrer | -1.9 | | | | 1.6 | 1.6 | 2.3 | 2.1 | | | 1.3 | | 2.1 | 2.6 | 1.6 | 1.3 | -2.8 | -2.6 | -2.7 | -2.6 | | | | 2.7 | |
| Kreissäge | -2.3 | | 1.4 | | 2.1 | 2.6 | 2.8 | 1.7 | -1.7 | 2.4 | -1.4 | | 2.6 | 2.9 | 2.9 | 2.6 | -2.8 | -2.7 | -2.7 | -2.8 | | 1.3 | 2.1 | | |
| Pressluft | -2.2 | -1.5 | | | 1.6 | 2.2 | 2.3 | 1.9 | -2.0 | | | | 2.3 | 1.7 | 1.7 | 1.4 | -2.6 | -2.3 | -2.5 | -2.4 | | | | 2.0 | |
| Wasserfall | | | | | 2.3 | | | 1.5 | -1.9 | | | | | | | 2.3 | 2.3 | | | | | -1.6 | -1.6 | | |
| Typhon | | 1.9 | 1.9 | | | | | | | | | | | | | 2.5 | 3.0 | | | | | | | -2.0 | |
| Verkehrslärm | -1.4 | | | | 1.7 | | 1.4 | | | | -1.6 | | | | | 2.0 | 1.5 | -2.4 | -1.9 | -1.7 | -1.7 | -1.8 | -1.4 | -1.8 | |
| Meeresraschen | | | | | 1.3 | | -1.8 | | | | | 1.6 | | | -1.6 | | | 1.9 | 1.9 | 2.1 | 2.0 | | | | |
| Klangschale | 2.5 | 1.7 | | | -2.0 | -2.1 | -1.3 | | | | 1.8 | 2.3 | | -1.6 | | | | 1.3 | 1.3 | 1.9 | 2.2 | 2.2 | | -2.5 | |
| Glas (anschlagen) | 1.9 | | | | -1.6 | -1.6 | | | | | 1.5 | 1.4 | -1.7 | -1.4 | | | | | | | | 2.3 | 2.0 | 1.9 | -2.7 |
| Brunnen (Stein in) | | | | | | | | | | 1.5 | 1.4 | -1.7 | -1.4 | | | | | | | | | | | -2.0 | 1.4 |
| Glöckchen | | | | | -1.7 | -1.3 | | | 1.3 | | | 2.6 | 1.7 | | | | | | | | | 2.6 | 2.4 | 2.5 | -2.5 |
| Gummihammer | | -1.7 | 1.6 | -2.6 | | | | | | | | -2.8 | | -2.4 | | | | | | | | | | -1.7 | 2.9 |
| | unhar- monisch | charak- terlos | erw. erw. | unkom- pakt | schlecht | glatt | gleitend | beruhig- end | fern | statisch | gleichblei- bend | dumpf | kantig | stumpf | ruhig | leise | schwach | unerwün- scht | unange- nehm | unbehag- lich | häßlich | trüb | undeut- lich | tief | klingend |

Zusätzlich sollten die für eine Dimension ausgewählten Adjektivpaare eine hohe Spezifität für diese Dimension haben.

Hörversuch

Die ausgewählten Geräusche wurden mit einem Kunstkopf (Head-Acoustics) auf DAT-Band aufgezeichnet und 20 normalhörenden Vpn über Kopfhörer in Originallautstärke präsentiert. Die Vpn bewerteten die Geräusche mit den Adjektivpaaren unter Verwendung einer siebenstufigen Skala. Die Mittelwerte der Urteile sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Da die Geräusche nach den Adjektivpaaren sortiert sind, findet sich auch in dieser Matrix eine besetzte Hauptdiagonale wieder. Allerdings ist die Spezifität der Adjektive und Geräusche bei den Beurteilungen deutlich niedriger als bei der Voruntersuchung. Hier kommt der Sachverhalt zum Ausdruck, daß Geräusche, die für eine Eigenschaft als repräsentativ genannt wurden durchaus auch hohe Werte bei Adjektiven anderer Eigenschaften haben können.

Im allgemeinen kann die Auswahl der Adjektivpaare und Geräusche als gelungen angesehen werden. Bezüglich der Beurteilungen in der Diagonalen (stark umrandete Felder der Tab 3) gibt es nur wenige Ausnahmen, bei denen die Auswahl nicht optimal war: der Schotterweg für die Attribute kratzend und rauh bzw. das Windheulen für die Adjektive schwankend und dynamisch.

Die Ergebnisse des Hörversuchs wurden einer Faktorenanalyse unterzogen. Diese ergab 6 Faktoren, die insgesamt 72% der Gesamtvarianz erklären. Die Faktoren wurden folgendermaßen bezeichnet: Angenehmheit, Metallhaftigkeit, Rauigkeit, Kräftigkeit, Schwankhaftigkeit und Deutlichkeit. Sie stehen in guter Übereinstimmung mit bisherigen Forschungsergebnissen: So sind zwei der Faktoren Wahrnehmungsgrößen der "Münchener Schule" (Rauigkeit und Schwankungsstärke) [2],[18]. Die Lautheit ist im Faktor Kräftigkeit repräsentiert. Die Faktoren Angenehmheit, Kräftigkeit und Metallhaftigkeit sind häufig als Ergebnis von Untersuchungen mit dem semantischen Differential zu finden [7],[14],[15],[16]. Das Eigenschaftscluster Schärfe ist in der vorliegenden Arbeit auf die zwei Faktoren Metallhaftigkeit und Angenehmheit aufgeteilt (Abb. 1). Hier kommt der Zusammenhang zwischen der psychoakustischen Schärfe und dem sensorischen Wohlklang zum Ausdruck [1].

onsanalyse. Es ergaben sich große Zusammenhänge zwischen dem Faktor Kräftigkeit sowie den Attributen laut und kräftig und dem A-bewerteten Schalldruckpegel, der immer höher korrelierte als die berechnete Lautheit. Auch zwischen den Attributen scharf und kreisend und der berechneten Schärfe ergaben sich hohe Korrelationskoeffizienten (Tab 4). Für die berechnete Rauigkeit und Schwankungsstärke resultierten nur geringe Korrelationen zu den jeweiligen Faktoren und Attributen. Daraus kann geschlossen werden, daß diese Berechnungsverfahren für Umweltgeräusche noch verbessert werden müssen.

Bestimmung von Geräuschprototypen

Für verschiedene Wahrnehmungsdimensionen konnten Geräusche ausgewählt werden, die diese besonders gut repräsentieren. Bei der Auswahl wurde nicht nur eine hohe Bewertung auf den zu repräsentierenden Attributen vorausgesetzt, sondern eine hohe Spezifität angestrebt. Die ausgewählten Prototypen sind in Tabelle 5 aufgelistet.

Tab. 5: Geräuschprototypen für die Faktoren. Diese Geräusche repräsentieren die genannten Faktoren besonders gut. Für den Faktor Deutlichkeit konnte kein Prototyp gefunden werden.

| Faktor | Prototyp |
|-------------------|------------------------------|
| Angenehmheit | Meeresrauschen, Hufgetrappel |
| Metallhaftigkeit | Glöckchen |
| Rauigkeit | Tesafilm |
| Kräftigkeit | Typhon (Schiffshupe) |
| Schwankhaftigkeit | Wespe |

Die Auswahl kann anhand der Mittelwertmatrix überprüft werden. Es zeigt sich, daß die geforderte Spezifität nicht für alle Prototypen eingehalten wird. Das Abrollen des Tesafilms wird von den Versuchspersonen nicht nur als rau, sondern auch als scharf empfunden. Ähnliches gilt für die Wespe bezüglich der Nähe. Eine vollständige Unabhängigkeit der Prototypen von anderen Wahrnehmungsdimensionen kann jedoch auch nicht erwartet werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Es wurden Zusammenhänge zwischen den in einem Hörversuch ermittelten Hördimensionen und errechneten psychoakustischen Parametern ermittelt. Als ein Ergebnis dieser Untersuchung kann die bestehende Unzulänglichkeit der Berechnungsverfahren für die Rauigkeit und Schwankungsstärke von Umweltgeräuschen angesehen werden. Diese Verfahren sollten in Zukunft optimiert werden. Der Auswahl der Geräusche und Adjektive für den Hörversuch wurde besondere Aufmerksamkeit gezollt. Die in einer Befragung erfolgte Zuordnung von Adjektiven zu Geräuscheigenschaften konnte im Hörversuch bestätigt werden. Dieser Weg führt zur Erlangung möglichst vieler klar unterscheidbarer Hördimensionen. Für einzelne Hördimensionen wurden in einem letzten Schritt Geräuschprototypen ermittelt. Diese können zukünftig dazu verwendet werden, Berechnungsverfahren zu entwickeln oder zu optimieren. Eine Anwendung der Geräusche zur Anpassung von Hörgeräten ist denkbar.

Literatur

[1] Aures, W. (1985). "Der sensorische Wohlklang als Funktion psychoakustischer Empfindungsgrößen"; Acustica 58. S. 282-290.
 [2] Aures, W. (1985). "Ein Berechnungsverfahren der Rauigkeit"; Acustica 58. S. 268-281.
 [3] Aures, W. (1985). "Berechnungsverfahren für den sensorischen Wohlklang beliebiger Schallsignale"; Acustica 59. S. 130-141.
 [4] Bienvenue, G., Nobile, M. (1991). "Prominence Ratio for Noise Spectra with Discrete Tones: A Procedure based on Zwickers Critical Band Research"; Inter-Noise 91.
 [5] Bismarck, G. von (1974). "Sharpness as an Attribute of the Timbre of Steady Sounds"; Acustica 30. S. 159-172.
 [6] Bismarck, G. von (1974). "Timbre of Steady Sounds: A Factorial Investigation of its Verbal Attributes"; Acustica 30. S. 146-159.
 [7] Björk, E.A. (1985). "The Perceived Quality of Natural Sounds"; Acustica 57. S. 185-188.
 [8] Daniel, P., Weber, R. (1997). "Psychoacoustical Roughness: Implementation of an Optimized Model"; Acta Acustica 83. S.113-123.
 [9] DIN 45 681 (Entwurf) (1992). "Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschemissionen".
 [10] Guski, R. (1996). "Psychological Methods for Evaluating Sound Quality and Assessing Acoustic Information"; Acta Acustica 83. S. 765-774.
 [11] ISO R 532 B (1966). "Method for Calculating Loudness Level".
 [12] Johansen, K. (1997). "Zusammenhangsanalyse zwischen physikalischen Merkmalen und Hauptkomponenten der Beurteilungsattribute von Umweltgeräuschen"; Diplomarbeit, Institut für Technische Akustik Berlin.
 [13] Koop, L., Prante, H. (1998). "Klassifikation von Geräuschen mit stationären und zeitabhängigen Merkmalskarten"; DAGA 98.
 [14] Kuwano, S., Namba, S., Fastl, H., Schick, A. (1997). "Evaluation of the Impression of Danger Signals - Comparison between Japanese and German Subjects"; In "Results of the Seventh Oldenburg Symposium on Psychological Acoustics." . S. 115-128.
 [15] Kuwano, S., Namba, S., Hato, T. et. al. (1994). "Psychologische Bewertung von Lärm in Personenzügen: Analyse nach Nationalität, Alter und Geschlecht"; Zeitschrift für Lärmbekämpfung 41. S. 78-83.
 [16] Prante, H. (1997). "Predicting Categorical Judgements of Sound: A Contribution using Artificial Neural Networks"; In "Results of the Seventh Oldenburg Symposium on Psychological Acoustics." . S. 107-114.
 [17] Solomon, L. (1958). "Semantic Approach to the Perception of Complex Sounds"; J. Acoust. Soc. Am. 30. S. 421-425.
 [18] Zwicker, E., Fastl, H. (1990). "Psychoacoustics"; Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York.

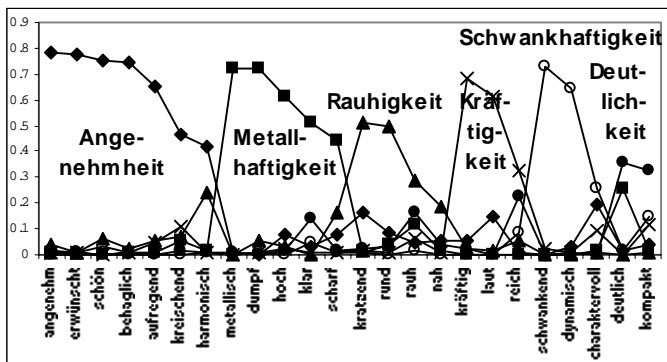


Abb. 1: Quadrierte Faktoraladungen der einzelnen Faktoren zu den verwendeten Adjektiven.

Zusammenhangsanalyse

In einem weiteren Schritt wurden die Zusammenhänge zwischen den ermittelten Hördimensionen und bestehenden psychoakustischen Wahrnehmungsgrößen untersucht. Die Berechnung der psychoakustischen Parameter Lautheit, Schärfe, Tonhaltigkeit, Rauigkeit und Schwankungsstärke sowie dem Schalldruckpegel erfolgte mit Hilfe verschiedener Berechnungsverfahren [3],[4],[8],[9],[11],[18] im wesentlichen auf Basis der Programmimplementationen von Arbeiten an der Uni Oldenburg. Für die weitere Analyse fanden ausgewählte Perzentile und Mittelwerte der Parameter für jedes Geräusch Verwendung. Die Untersuchung der Zusammenhänge erfolgte mit der Korrelati-

Tab. 4: Ergebnisse der Zusammenhangsanalyse. Dargestellt sind signifikante Korrelationskoeffizienten zwischen den Faktoren sowie ausgewählten Attributen und den einzelnen berechneten Parameterklassen. Angegeben ist jeweils der vom Betrag her größte Koeffizient einer Parameterklasse (I: Intensitäts-, S: Schärfe-, R: Rauigkeits-, Ton: Tonhaltigkeits-, SST: Schwankungsstärkeparameter). Hochsignifikante Korrelationskoeffizienten sind hervorgehoben.

| Parameter | F. Angenehm | F. Metall | dumpf | F. Rauh | rauh | kratzend | F. Kräftig | laut | kräftig | F. Schwankh. | dynamisch | schwankend | F. Deutlich | scharf | kreisend |
|-----------|-------------|-----------|-------|---------|------|----------|------------|------|---------|--------------|-----------|------------|-------------|--------|----------|
| I | | | | 0.6 | 0.5 | | 0.9 | 0.9 | 0.9 | | | | | | |
| S | -0.5 | 0.4 | | 0.7 | 0.6 | 0.8 | | 0.5 | 0.5 | | | -0.4 | -0.6 | 0.5 | 0.7 |
| R | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ton | | 0.8 | -0.9 | -0.6 | -0.7 | -0.5 | | | | | | | 0.5 | | |
| SST | | | | | | | -0.5 | -0.5 | -0.4 | 0.4 | | | 0.4 | | |