

# Merkmalsextraktion von Klicklauten zur Erkennung von Meeressäugern

Roman Kreimeyer

Digitale Signalverarbeitung und Systemtheorie Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Deutschland, Email: rok@tf.uni-kiel.de

## Einleitung

Meeressäuger orientieren sich unter Wasser und kommunizieren untereinander mit Hilfe von Schall, wozu sie unterschiedliche Laute wie zum Beispiel Pfeiftöne oder Klicks verwenden. Letztere sind die am häufigsten auftretenden Laute und können zur Erkennung der Spezies herangezogen werden. Hierzu wird eine Parametrierung der Klicks benötigt, die neben der Frequenzlage auch den zeitlichen Bezug der Klicks zueinander einschließt. In der Praxis besteht ein wesentliches Problem darin, dass Meeressäuger häufig in Gruppen auftreten und sich somit die Klickserien einzelner Tiere überlagern. Weitere Faktoren wie Echos durch Reflexionen, welche beispielsweise an Sprungschichten der Wassertemperatur entstehen, müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Es wird eine Vorgehensweise beschrieben, bei der geeignete Merkmale von Klicklauten extrahiert werden, um auch bei den oben erwähnten Situationen eine Erkennung zu ermöglichen.

## Motivation

Meeressäuger können durch Unterwasserlärm, z.B. durch den Einsatz von aktiven Sonarsystemen, in ihren Fähigkeiten, sich unter Wasser zu orientieren und zu kommunizieren, beeinträchtigt werden. Die Auswirkungen reichen hierbei von einer Änderung des Verhaltens bis zum Tod [1]. Eine Untersuchung des umliegenden Seegebietes ermöglicht es, mit artspezifischen Maßnahmen zu reagieren. Auf diesem Wege kann eine taktische Sonar-Einsatzfähigkeit bei gleichzeitigem Schutz der Meeressäuger erhalten werden. Klicklaute werden von der Gruppe der Zahnwale nahezu kontinuierlich verwendet [3] und stellen somit eine gute Grundlage für eine Erkennung mit passiven Sonaranlagen dar.

## Ziele

Zielsetzung der hier gezeigten Vorgehensweise ist eine robuste Parametrierung der Klicklaute, ermöglicht durch die Trennung der überlagerten Klickserien einzelner Tiere oder Spezies.

## Herangehensweise

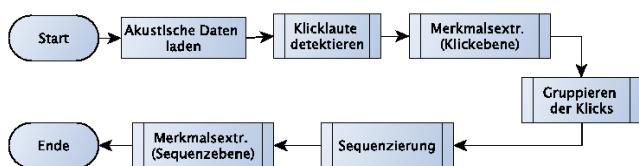


Abbildung 1: Gesamtablauf

Die detektierten Klicklaute werden, wie in Abb. 1 gezeigt, zuerst einzeln parametrierung und anschließend geclustert. Zur Gewinnung der zur abschließenden Parametrierung benötigten Sequenzen wird clusterweise das Interklickintervall (ICI) bestimmt. Sprungstellen im Verlauf des ICI bilden die Grenzen der zu bestimmenden Segmente, welche die Grundlage für die abschließende Parametrierung bilden.

## Detektion und Merkmalsextraktion auf Klickebene

Mit dem in [2] vorgestellten Verfahren werden die in den geladenen Daten enthaltenen Klicklaute detektiert. Das Verfahren wurde um eine Bandbreitenschwelle  $b_{min}$  erweitert, um ein Ansprechen des Detektors bei schmalbandigen Signalen wie z.B. Pfeiftönen zu vermeiden. Desweiteren werden anschließend aneinandergrenzende Segmente, welche Detektionen enthalten, zu einer Detektion zusammengefasst, um den möglichen Einfluss von Nachhall zu reduzieren.

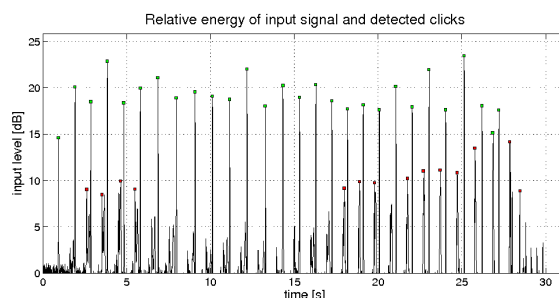


Abbildung 2: Klick-Detektion

Der in Abb. 2 über der Zeit aufgetragene "input level"  $i_l$  gibt den Abstand der Energie des jeweiligen Segmentes zur geschätzten Rauschleistung wieder und stellt das Detektionskriterium dar. Die so bestimmten Detektionen werden einzeln parametrierung, wie in Tab. 1 und Tab. 2 gezeigt,

Tabelle 1: Zeitbereichsparameter

Variable	Bez.	Einh.
$t_c$	Lage des Maximums	[s]
$t_{RMS}$	Dauer	[s]
$k_s$	Crest-Faktor	[1]

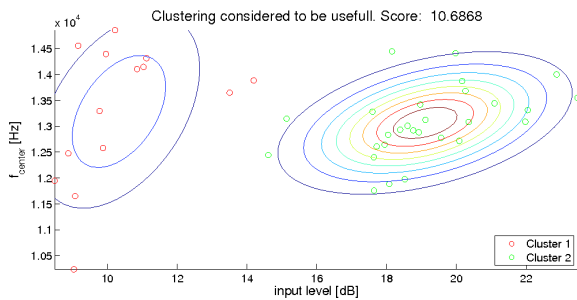
## Clusterbildung mit GMM's

Die Clusterung der erkannten Klicklaute erfolgt mittels eines Gauss'schen-Mixtur-Modells anhand der Schwerpunktfrequenz  $f_{center}$  und des "input levels"  $i_l$ .

**Tabelle 2:** Frequenzbereichsparameter

Variable	Bez.	Einh.
$f_{center}$	Schwerpunktfreq.	[Hz]
$f_{peak}$	Freq. max. Leistung	[Hz]
$b_{RMS}, b_{10dB}$	Bandbreite	[Hz]

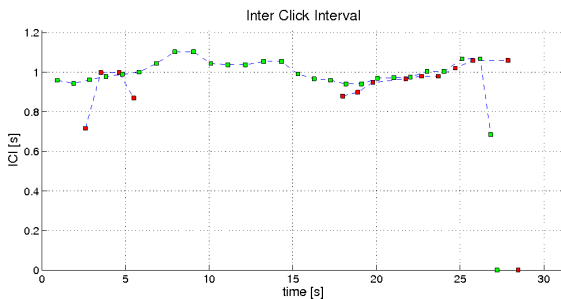
Hierzu wird iterativ die Komponentenanzahl erhöht, wobei ein Abbruch erfolgt sobald, keine weitere signifikante Verbesserung erzielt wird. Durch die Clusterbildung an dieser Stelle können überlagerte Klicksequenzen mehrerer Tiere getrennt und Klicksequenzen mehrerer Spezies parallel erkannt werden. Abb. 2 zeigt zwei überlagerte Pottwal-Klickserien, welche durch die Clusterbildung, wie in Abb. 3 zu sehen, getrennt wurden.



**Abbildung 3:** Clusterbildung

### Sequenzierung

Für die Klicklaute jedes Clusters wird anschließend, basierend auf der Lage  $t_c$  des Maximums im Zeitbereich, das Interklickintervall (ICI) bestimmt. Detektionen, bei denen ein minimales Intervall  $ICI_{min}$  unterschritten wird, werden verworfen.



**Abbildung 4:** Sequenzierung

Das ICI bildet die Grundlage für die Sequenzbildung aus den erkannten Klicks eines Clusters. Hierzu werden in einem ersten Durchlauf alle Klicks zu einer Sequenz zusammengefügt. An Stellen, an denen das ICI eine Schwelle  $ICI_{max}$  oder eine maximale Änderung überschreitet,  $\Delta ICI_{max,\downarrow} > \Delta ICI > \Delta ICI_{max,\uparrow}$ , wird die Sequenz unterteilt. So ergeben sich aus den Detektionen aus Abb. 2 die in Abb. 4 gezeigten Sequenzen.

### Merkmalsextraktion auf Sequenzebene

Die abschließende Parametrierung basiert auf den gewonnenen Klicksequenzen und schließt, wie in Tab. 3 und

Tab. 4 gezeigt, Merkmale im Frequenz- sowie im Zeitbereich ein.

**Tabelle 3:** Zeitbereichsparameter

Variable	Bez.	Einh.
$t_{RMS}, var(t_{RMS})$	Dauer der einzelnen Klicks	[s], [s <sup>2</sup> ]
$t_{series}$	Dauer der gesamten Serie	[s]
$ICI, var(ICI)$	Interklickintervall	[s], [s <sup>2</sup> ]
$P_{ICI}$	Interpol.-Pol. des Interklickintervalls	[1]

**Tabelle 4:** Frequenzbereichsparameter

Variable	Bez.	Einh.
$f_{center}, var(f_{center})$	Schwerpunktfreq.	[Hz], [Hz <sup>2</sup> ]
$f_{peak}, var(f_{peak})$	Frequenz mit maximaler Leistung	[Hz], [Hz <sup>2</sup> ]
$b_{RMS}, var(b_{RMS}), b_{10dB}, var(b_{10dB})$	Bandbreite	[Hz] [Hz <sup>2</sup> ]

Verwendet wird jeweils der Mittelwert des Parameters über die Sequenz sowie dessen Varianz. Pottwale z.B. weisen sehr konstante Klickfolgen auf, wohingegen Delfine eine sehr hohe Varianz in fast allen Parametern aufweisen.

### Fazit/Ausblick

Das vorgestellte Verfahren ergibt eine gute Parametrierung von Klicklauten verschiedenster Arten von Meeressäugern. Eine Erkennung tieftauchender Arten, z.B. von Schnabelwalen, wird im weieren durch gezielte Auswertung des Oberflächen-Echos weiter verbessert.[4]

### Literatur

- [1] D'Amico, A., Gisiner, R.C., Ketten, D.R., Hammock, J.A., Johnson, C., Tyack, P.L. und Mead J.: Beaked whale strandings and naval exercises. Aquatic Mammals 35(4) (2009), 452-472
- [2] Hirotsu R., Yanagisawa M., Ura T., Sakata M., Sugimatsu H., JKojima, J., and Bahl, R.: Localization of sperm whales in a group using clicks received at two separated short baseline arrays. J. Acoust. Soc. Am. 127(1) (2010), 133-147
- [3] Perrin, F.W., Würsing B. und Thewissen J.G.M. : Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press, 2009
- [4] Zimmer, W.M.X., Pavan, G. : Context driven detection/classification of Cuvier's beaked whale (Ziphius cavirostris). New Trends for Environmental Monitoring Using Passive Systems, Oct. 2008