

Die Erkennung und Bewertung von Obertönen in der Sonografie von Vogelstimmen.

Durch meinen Umzug nach Schierstein im August 2017, musste ich die idealen Beobachtungsbedingungen für Mauersegler leider aufgeben. In der neuen Umgebung hier in WI-Schierstein, habe ich noch keinen Ersatz für aktive Beobachtungen der Mauersegler gefunden.

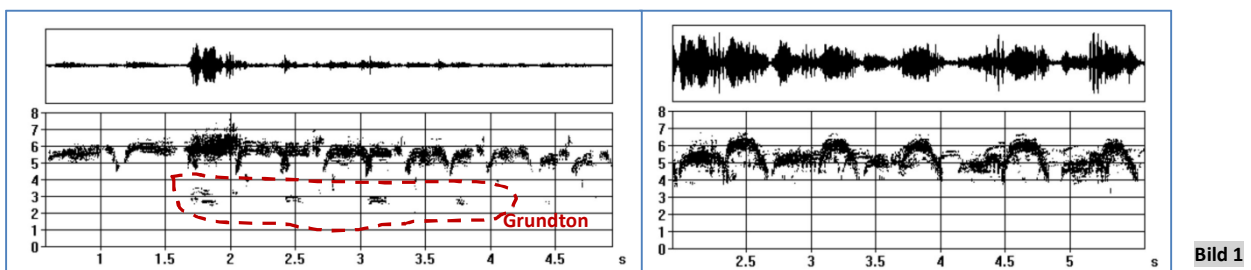
Die sichere Unterscheidungsmöglichkeit der Rufe nach Weibchen und Männchen, durch Vergleich der Sonogramme mit den Rufen genetisch bestimmter Vögel, war 2015 ein erster Schritt und der motivierte mich, mich mit der Sonografie noch intensiver zu befassen. (Bild 2)

http://static1.hgon.de/fileadmin/media/Downloadbereich/AK/wi/Jahresbericht_2016-17_online.pdf

Nach meinem Bericht im JB2016/17 (HGON) begann ich mit der Physik von Klängen genauer zu befassen und konnte die Bewertung der Rufe durch Sonografie besser verstehen und auch erklären.

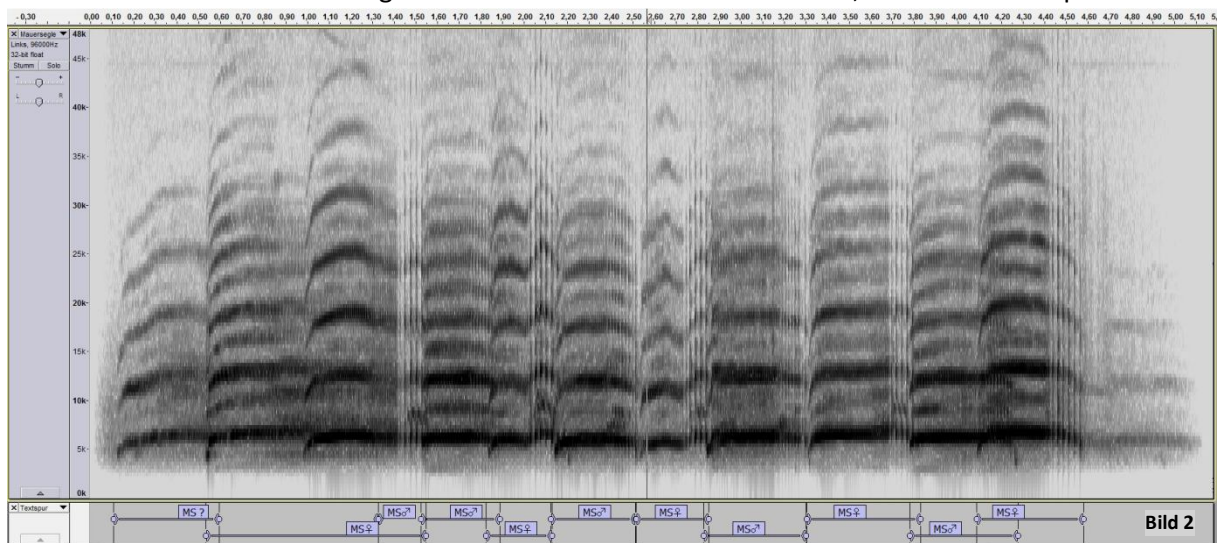
Im Vergleich zu meinen Aufzeichnungen wurde mir deutlich, dass die gezeigten Sonogramme in älteren Publikationen nur sehr vereinfachten Grafiken sind. Das ist vermutlich dem historischen Umstand geschuldet, dass die ersten Systeme *nur diese begrenzte Darstellung erlaubten*, man das als vertrauten Darstellung beibehalten hat und sich bei Vogelstimmen nur mit dem Frequenzbereich beschäftigt, den Menschen hören können.

2 ältere Beispiele mit der Darstellung des zeitlichen Verlaufs des Frequenzspektrums.



Durch die Reduzierung der Darstellung auf den lautesten der Partialtöne der Mauerseglerrufe, wird der Eindruck vermittelt, als wäre das der wichtigste Frequenzbereich.

Bei meinen ersten Aufzeichnungen habe ich mich noch verleiten lassen, mit einem Hochpassfilter



unterhalb von 4 kHz alle Nebengeräusche abzuschneiden. Dabei wurde dann auch wie hier die **Grundfrequenz** entfernt.

Das Internet ermöglicht es mir zu dem Thema anderer Fachbereiche zu erschließen.

Bei LeifiPhysiks

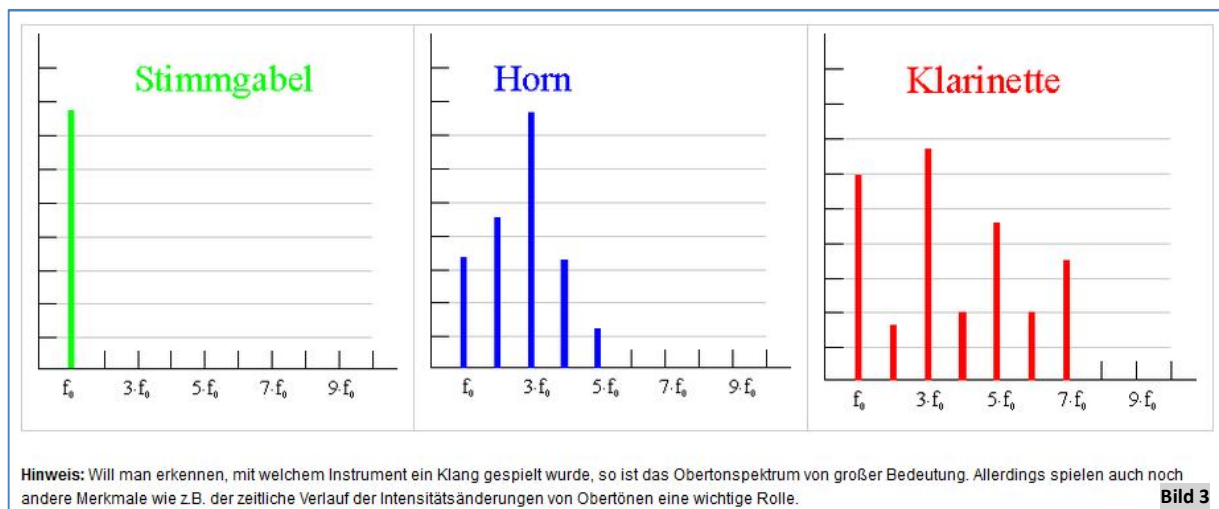
<https://www.leifiphysik.de/akustik/akustische-wellen/versuche/fourier-analyse-und-synthese#>

habe ich sehr schöne Darstellungen mit Erklärungen gefunden, die den mathematischen Zusammenhang der **Partialtöne** bei Musikinstrumenten erklären. Wichtig ist mir, mich bei meiner Erklärung an bereits festgelegte Begriffe zu halten (Terminologie). Im Folgenden habe ich mich bemüht die physikalischen Begriffe aus anderen Fachbereichen zu übernehmen.

Angefangen habe ich mit der Klanganalyse der Instrumente.

Zitat LeifiPhysik:

Bei der **Klanganalyse** des Horns stellt man neben dem **Grundton** noch eine Reihe weiterer **Obertöne** ($f_1 = 2 \cdot f_0$; $f_2 = 3 \cdot f_0$; $f_3 = 3 \cdot f_0$; ...) fest. Beim Horn ist insbesondere der **zweite Oberton** sehr stark vertreten.



Die hier für die Instrumente dargestellten Frequenzspektren zeigen die **Partialtöne**, die immer ein Vielfaches der **Grundfrequenz** sind. So wie in der ersten alten Grafik (**Bild 1**) oben links bei ~ 3 kHz noch Teile des **Grundtons** zu sehen sind, finde ich auch bei meinen Aufzeichnungen noch tiefere **Frequenzbereiche**, die zum Mauersegler-Ruf **dazu gehören**. (→ **Bild 4**)

Die unterschiedliche Intensität der Partialtöne lässt bei Instrumenten erkennen, **von welchem Instrument** der Klang (Ton) erzeugt wird. Das trifft auch so auf die menschliche Stimme zu. Das Hörvermögen ist in der Lage in einer Vielzahl von Stimmen, bekannte Stimmen herauszuhören und wiederzuerkennen.

→ <https://www.stimme-veraendern.de/was-beeinflusst-die-klangfarbe-der-stimme/>

Zitat:

Die Klangfarbe der Stimme setzt sich aus mehreren Bereichen zusammen.

Wenn du zum Beispiel auf irgendeiner Tonhöhe ein „O“ singst, egal ob du glaubst singen zu können oder nicht, hörst du alle Bereiche, die zur Klangfarbe deiner Stimme gehören.

Genau genommen singst du dann nämlich nicht nur einen Ton, sondern ganz viele Töne gleichzeitig übereinander.

Das was ich mit **Audacity** als Frequenzspektrum darstellen kann, ist der **zeitliche Verlauf des Frequenzspektrums**, indem die Schwärzung die momentane Intensität der Teiltöne erkennen lässt. Die von mir im Nistkasten verwendeten kleinen Mikrofone hatten einen auf 20 kHz beschränkten Frequenzbereich. Mit dem DR-05 Rekorder (Tascam) kann ich theoretisch bis 48kHz aufzeichnen, aber eine Aufzeichnung der Stimmen direkt im Kasten war mir mit dem Rekorder nicht möglich.

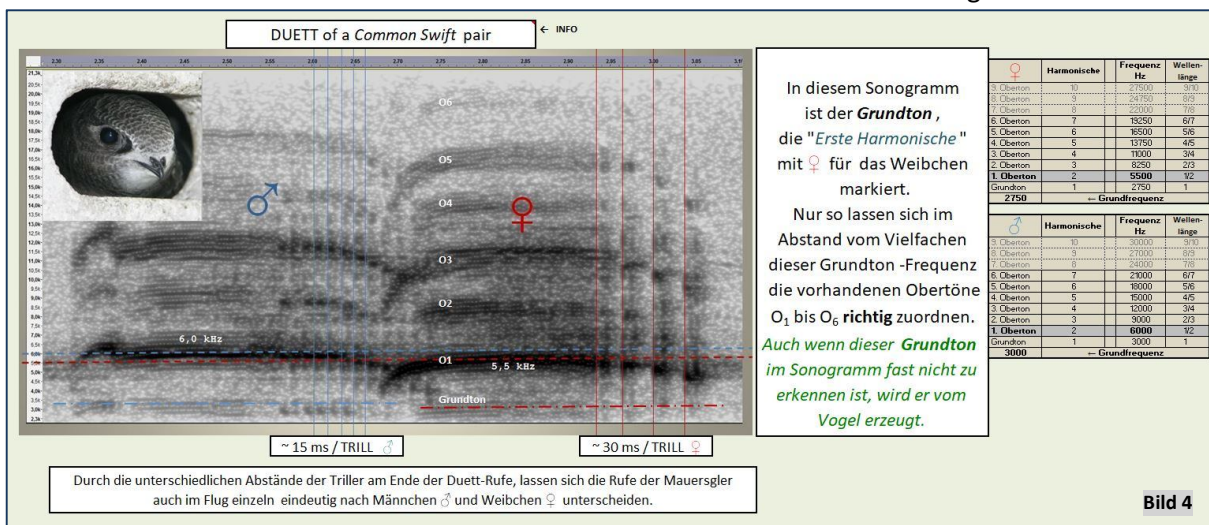
Durch den Dopplereffekt ergibt sich für **Aufnahmen im Flug** auch Frequenzverschiebung.

→ <https://www.leifiphysik.de/akustik/akustische-wellen/doppler-effekt>

Das Spektrum von Mauersegler-Rufen im Flug, die zwischen den Häusern nahe genug vorbei flogen (**Bild 2**), zeigt beginnend beim 1. Oberton (~6,6 kHz) bis zum 13. Oberton (~46 kHz) Partialtöne mit unterschiedlicher Intensität (Schwärzung). Der Grundton mit (~3,3kHz) wurde -- für eine bessere Darstellung -- durch einen Hochpassfilter zusammen mit den lauten Umweltgeräuschen entfernt.

Nachdem ich ausgehend vom **Grundton** mit den dazugehörigen Obertönen, die immer ein Vielfaches des Grundtones sind, den physikalischen Zusammenhang der Teiltöne (den *Harmonischen*) in einem Klang erkannt hatte, musste in meinen Sonogrammen der intensivste (lauteste) Teilton der **1.Oberton** sein.

Dieses Sonogramm (**Bild 4**) von einem Duett habe ich bereits 2015 benutzt, um erstmals den Unterschied von Männchen und Weibchen darzustellen und zeige nun darin ergänzend die Abstände der Obertöne bis 20kHz bis zum 6. Oberton. Mit anderen Mikrofonen sind höhere Obertöne möglich.



Wenn ich die Analogie von der Unterscheidung der Musikinstrumente über die Erkennung von vertrauten Stimmen der menschlichen Sprache und Singstimme, zu allen Tierstimmen betrachte, dann ermöglichen in ihren Stimmen die Obertöne, auch ihnen die Partnererkennung.

Dass bei meinen beobachteten beiden Paaren, jeweils das Männchen mit gering höherer Frequenz als das Weibchen rief, mag nicht immer bei allen Paaren so sein, widerlegt aber die bisher angenommene Lehrmeinung, wie sie noch bei Wikipedia zu lesen ist.

→ <https://de.wikipedia.org/wiki/Mauersegler#Stimme>

Mein Versuch [*Falsifikation*] das zu klären und verbessern, fand bei Wiki noch keine Akzeptanz.

Gelöscht wurde es aber auch (noch) nicht.

→ https://de.wikipedia.org/wiki/Diskussion:Mauersegler#Mauersegler_Stimme_-_%22Eindeutiger_Unterschied_zwischen_M%C3%A4nnchen_und_Weibchen_im_Sonogramm%22