

F_0 (= Grundfrequenz, *fundamental frequency*) und Tonhöhe (*pitch*):

Die Grundfrequenz ist eine physikalische Eigenschaft des Signals, die Tonhöhe ist eine subjektive Wahrnehmung, die i.d.R. der Grundfrequenz entspricht. Meist werden beide Begriffe synonym verwendet, obwohl das formal nicht korrekt ist (z.B. spricht Praat von *pitch*, obwohl das Programm die Grundfrequenz berechnet).

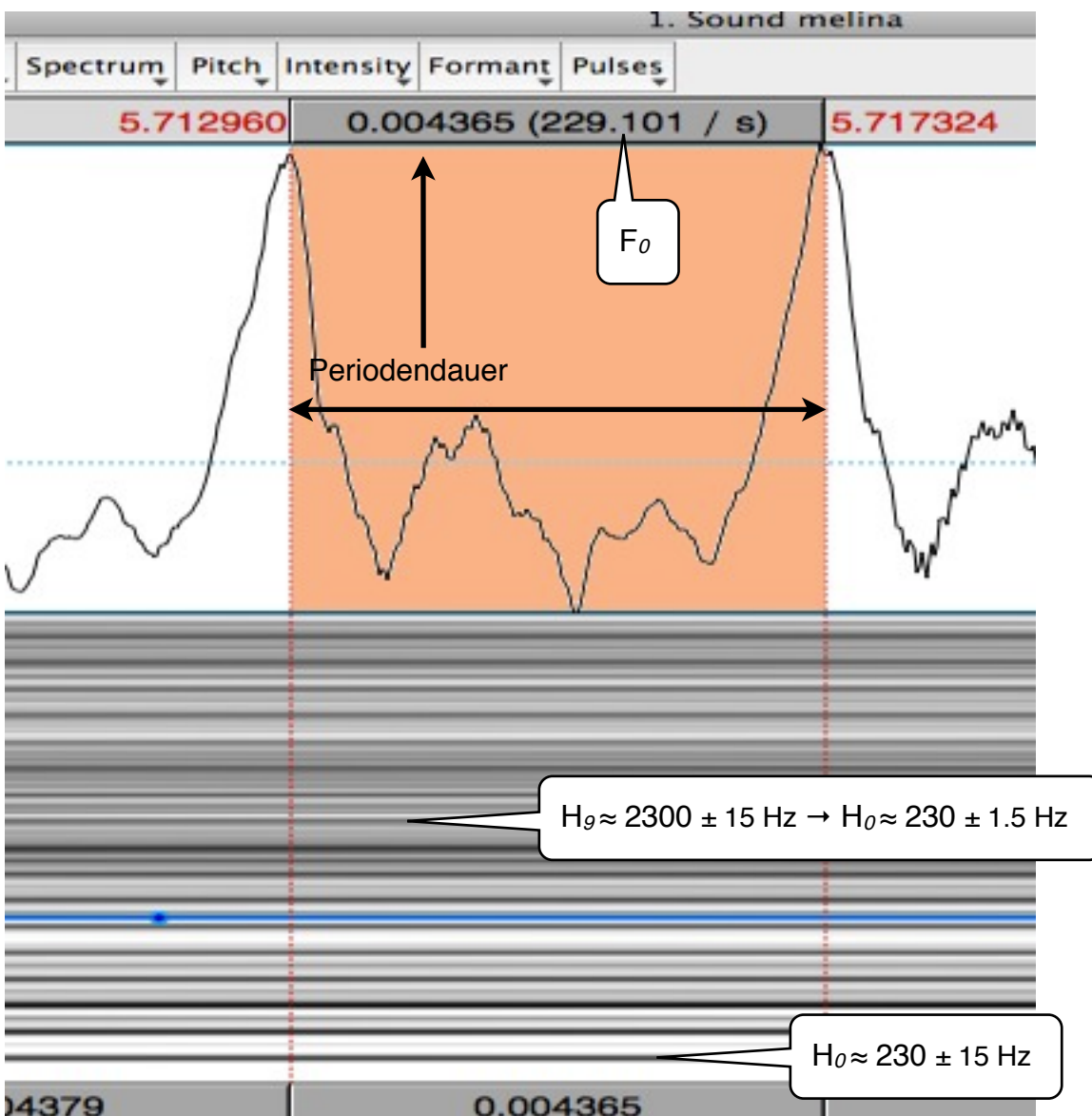
Methoden, F_0 zu messen:

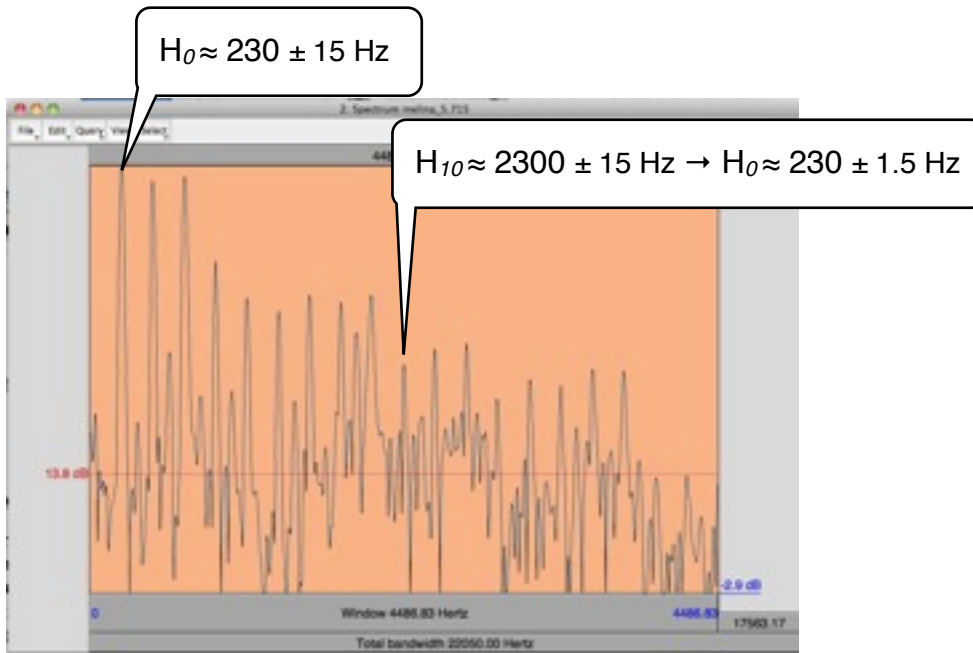
Im Zeitbereich als Kehrwert der Periodendauer: $F_0 = \frac{1}{T_0}$, $\text{Grundfrequenz}[Hz] = \frac{1}{\text{Periodendauer}[s]}$.

Probleme: Rauschen und Überlagerungen durch andere Signale kann das Erkennen der Periodendauer erschweren.

Im Frequenzbereich, im Schmalband-Spektrogramm als erste Spektrallinie; im FFT-Spektrum als Wert der ersten Harmonischen.

Probleme: Für genaue Messungen sind große Fensterbreiten notwendig, die unterschiedliche Signalteile vermischen können; Harmonische sind nicht immer gut sichtbar; 'Zentrum' der Harmonische nicht gut zu lokalisieren (Abhilfe: höhere Harmonische (z.B. 10te) nehmen und durch Nummer der Harmonische (z.B. 10) teilen – dadurch wird der Fehler auf z.B. ein Zehntel reduziert).





Im Cepstrum (Spektrum des Spektrums): Das Spektrum wird wie ein Signal behandelt und die Regelmäßigkeit im Spektrum (aufgrund der Harmonischen) wird zu einem Maximum im 'Cepstrum'.

Probleme: Unklare harmonische Struktur im Spektrum führt zu unklarem Maximum im Cepstrum.

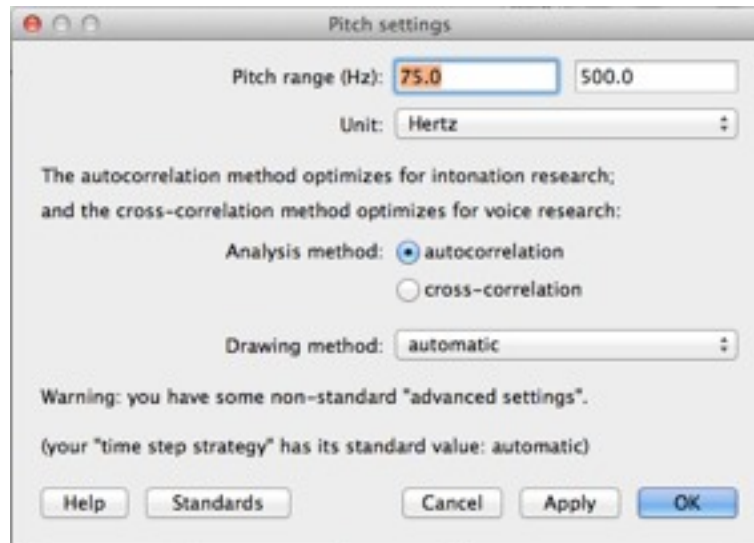
Auto- oder Kreuz-Korrelation: Ähnlichkeit zweier Perioden (unabhängig ihrer Komplexität) führt zu einem Maximum wenn alle Samples eines Abschnittes über sich selbst 'geschoben' werden und miteinander Multipliziert werden. (Dieses Verfahren wird von Praat verwendet, als *ac* (auto-correlation) und *cc* (cross-correlation) bezeichnet.)

Probleme: eine sich schnell ändernde Grundfrequenz (starke F_0 -Bewegung) wird nicht erkannt; Rauschen kann kurzzeitig eine Eigenähnlichkeit aufweisen.

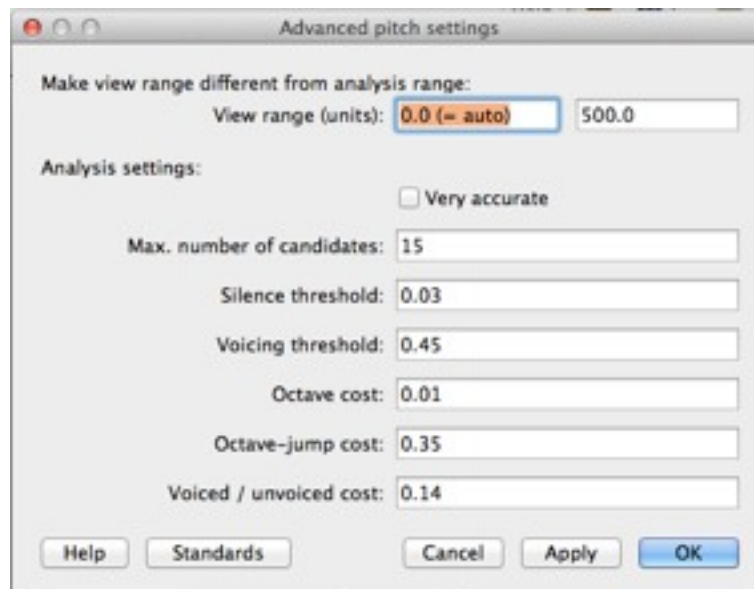


Parameter in der F_0 -Bestimmung:

Die wichtigsten Parameter sind die niedrigste und höchste Frequenz, die als F_0 erwartet wird und als Grenzwerte in den Berechnungsalgorithmus eingeht. Dieser Wert wird in den 'Pitch settings' eingestellt.



Normalerweise werden diese 'Pitch range' Werte auch verwendet, um den Darstellungsbereich festzulegen. In den 'Advanced pitch settings' von Praat kann man jedoch unabhängig den dargestellten Bereich einstellen. Das kann sinnvoll sein, wenn man den Pitch-Algorithmus zwingen will, nur in einem gewissen Bereich zu suchen (d.h., man stellt einen Wertebereich in den 'Pitch settings' ein) aber verschiedene Darstellungen vergleichen will, die alle den selben Hertz-Bereich verwenden (d.h. man stellt den dargestellten Bereich in 'Advanced pitch settings' ein).



In den ‘Advanced pitch settings’ gibt es eine Reihe von Parametern, die das interne Verhalten des Algorithmus steuern, deren Effekt nicht einfach vorhergesagt werden kann und eine intensive Kenntnis des Algorithmus selber voraussetzen. Sie werden i.d.R. nicht verändert. In der Darstellung gibt es die (meist verwendete) lineare Skala in Hertz, die logarithmische Skala, die Halbton-Skala (*semitones*), die an unserer ‘musikalischen’ Oktav-Wahrnehmung orientiert ist, sowie die mel und ERB (*equivalent rectangular bandwidth*)-Skalen, die dichter an der Tonhöhenwahrnehmung orientiert sind (die aber in Praat aus der Grundfrequenz-Berechnung abgeleitet werden, also keine echten Wahrnehmungsparameter sind).

Ein unangenehme Eigenschaft von Praat ist, dass sich berechnete F_0 Wert manchmal ändern, wenn man die Breite des dargestellten Signalfensters oder dessen Lage verändert: der Algorithmus ‘benutzt’ immer nur die Daten, die im Signal-Fenster zu sehen sind, und kommt dann auf Grund des unterschiedlichen Kontexts bei unterschiedlichen Fenster-Positionen zu anderen Werten (obwohl das Signal ja auch i.d.R. link und rechts vom Fenster existiert und auch mit zur Berechnung herangezogen werden könnte – macht Praat aber nicht).

Wenn man in Praat feststellt, dass die *pitch*-Werte falsch sind, hilft es oft, den *pitch range* zu verändern, und so den Algorithmus zu ‘zwingen’ auf die richtigen Frequenzen zu gehen, aber manchmal hat das auch ungeahnte Seiteneffekte – d.h., man muss nachkontrollieren und nicht einfach die errechneten Werte als richtig ansehen.

Tonhöhenverläufe, bzw. F_0 -Konturen sind nicht einfach zu beschreiben (und zu vergleichen, bzw. statistisch auszuwerten), da es eine Folge von Werte sind (und nicht einfach Einzelwerte über die man z.B. den Mittelwert berechnen kann). Oft werden nur Mittelwerte für einen Bereich, bzw. die Standardabweichung (als grobes Maß für die F_0 -Bewegung) oder der Wertebereich (Maximum, Minimum, *range*) angegeben, oder das Maß der Änderung pro Zeit (Steilheit, *slope*).