

# Profielwerkstuk

Effecten en boventonen van Gitaren.

Stefan Soede

6W

2004/2005

Coördinator: Rob Hazelzet



## **Hoofdvraag:**

*Veranderen de boventonen van een gitaar bij het gebruik van andere speelwijzen en het gebruik van effecten?*

*Deelvragen:*

- 1. Wat zijn boventonen?*
- 2. Hoe werkt mijn zelfgebouwde effect?*
- 3. Veranderen boventonen bij verschillende speelwijzen?*
- 4. Veranderen boventonen bij het gebruik van effecten?*

## **Voorwoord**

*Ik heb gekozen voor het onderwerp: 'Effecten en boventonen van gitaren' omdat ik hierin zeer geïnteresseerd ben, en ik zelf ook basgitaar speel. Ik heb bij de experimenten dus ook mijn eigen spullen gebruikt. Ik heb veel plezier gehad in het maken van mijn profielwerkstuk en het uitvoeren van de experimenten. Ik hoop dat degenen die het lezen het ook zullen waarderen, en ik hoop dat ik alles duidelijk genoeg heb gemaakt voor de gemiddelde leek zonder kennis van boventonen.*

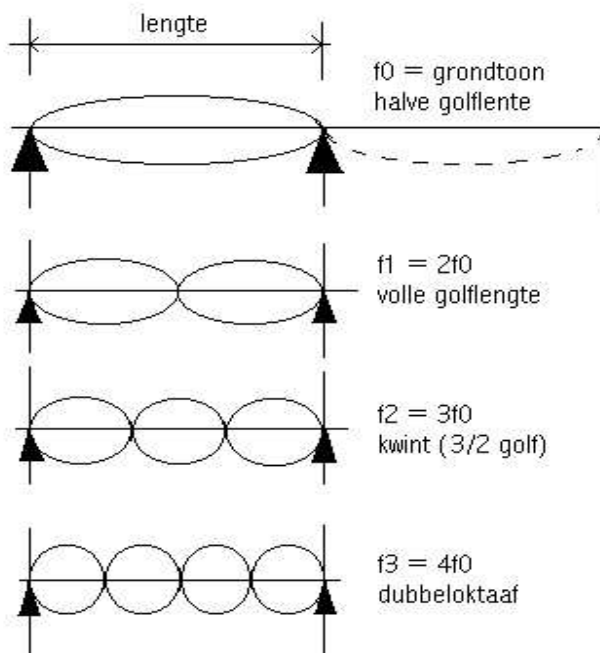


## Inhoudsopgave:

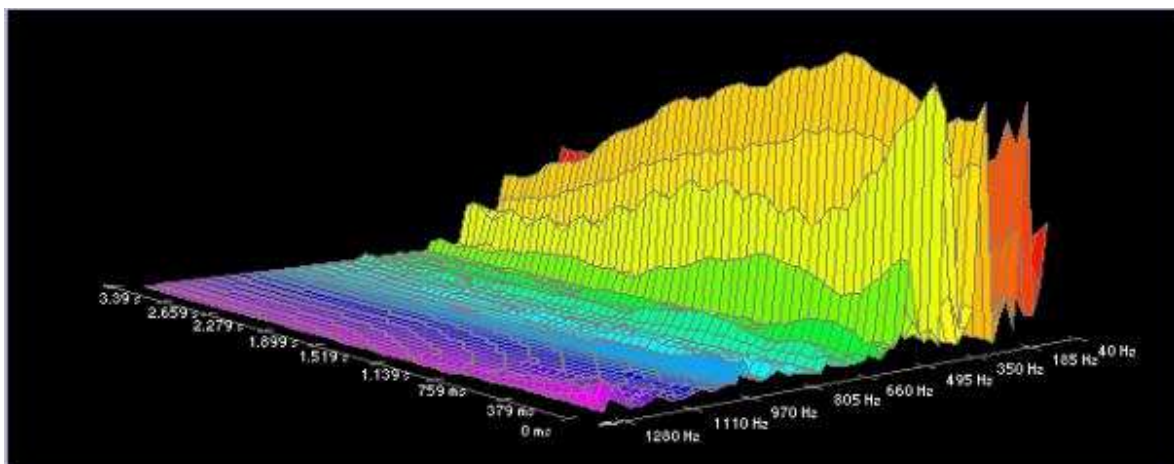
- Hoofd- en deelvragen
- Voorwoord
- Inleiding
- Deelvraag 1: Wat zijn boventonen?
- Deelvraag 2: Hoe werkt mijn zelfgebouwde effect?
- Deelvraag 3: Veranderen boventonen bij verschillende speelwijzen?
- Deelvraag 4: Veranderen boventonen bij het gebruik van effecten?
- Conclusie
- Verslag van experiment
- Bronvermelding
- Bijlagen

## Wat zijn boventonen?

Bij het aanslaan van bijvoorbeeld een A op een gitaar (zie het plaatje van de hals in de inleiding), is de frequentie van de grondtoon 110 Hz. Maar behalve deze grondtoon klinken er meerdere tonen mee, dit zijn de boventonen. Boventonen zijn vermenigvuldigingen van de grondtoon, de eerste boventoon is dus 220 Hz dit is weer een A alleen dan een octaaf hoger, de tweede boventoon is 330 Hz en is anderhalve octaaf hoger en is dus geen A maar een E. De derde boventoon is 440 Hz en is daarmee 2 octaven hoger dan de grondtoon en is dus weer een A.



Het geheel van boventonen leidt dan tot het frequentiespectrum wat de klank van een instrument bepaald, hieronder zie je het frequentiespectrum van een Fender Stratocaster elektrische gitaar, bij een aangeslagen A.



Hierin is goed te zien dat niet de grondtoon (110Hz) maar de 1<sup>e</sup> (220Hz) en 3<sup>e</sup> (440Hz)boventonen het hardst klinken, en dus het geluid en de karakteristieke klank geven.

Deze boventonen zijn weer te geven door gebruik te maken van Fourier-analyse.

### **Fourier-analyse**

De Franse wiskundige Jean Baptiste Joseph Fourier (1768–1830) bedacht een wiskundige analyse waarmee hij elke periodieke golfvorm kon opdelen in een harmonische reeks, bestaande uit de frequenties, fase en de bijbehorende amplitude. Deze *Fourier analyse* is in eerste instantie dus niet ontwikkeld om geluid mee te analyseren maar periodieke golven in het algemeen. De uitkomst van deze analyse kan dus oneindig veel harmonische bevatten echter zijn niet alle componenten van belang voor de analyse: zeker de hogere boventonen hebben een dusdanig kleine amplitude dat ze te verwaarlozen zijn. De methode om een golfvorm om te zetten in de aparte harmonischen noemen we de *Fourier transformatie*. Om dat deze methode ervan uitgaat dat het om een periodiek signaal gaat wordt enkel één periode geanalyseerd. De eerste frequentie,  $f_1$ , waarvan de fase en amplitude wordt bepaald is dus  $1/\text{periode}$  (let op: er wordt ook de zogenaamde *offset* bepaald, van 0 Hz dus). De tweede frequentie is dus  $2f_1$ , de derde  $3f_1$  enzovoorts. Binnen de periode bepaalt de analyse dus niet de veranderingen maar de *gemiddelde* amplitude! Andersom werken kan uiteraard ook: de analysedata van een fourieranalyse terugbrengen naar het oorspronkelijke signaal: de inverse Fourier transformatie.

Een willekeurige periodieke functie kan dus geschreven worden als som van sinus- en cosinusfuncties:

$$f(x) = a_0 + a_1 \cos(x) + a_2 \cos(2x) + a_3 \cos(3x) + \dots + b_1 \sin(x) + b_2 \sin(2x) + b_3 \sin(3x) + \dots$$

Oftewel:

$$f(x) = a_0 + \sum_1^{\infty} [a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx)]$$

De functie moet alleen wel aan drie voorwaarden voldoen:

1. De functie  $f(x)$  moet eindig zijn.
2. Het aantal discontinuïteiten van  $f(x)$  moet eindig zijn.
3. De afgeleide van  $f(x)$  mag op een eindig aantal punten discontinu zijn.

De coëfficiënten zijn te vinden door:

$$a_0 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos(nx) dx$$

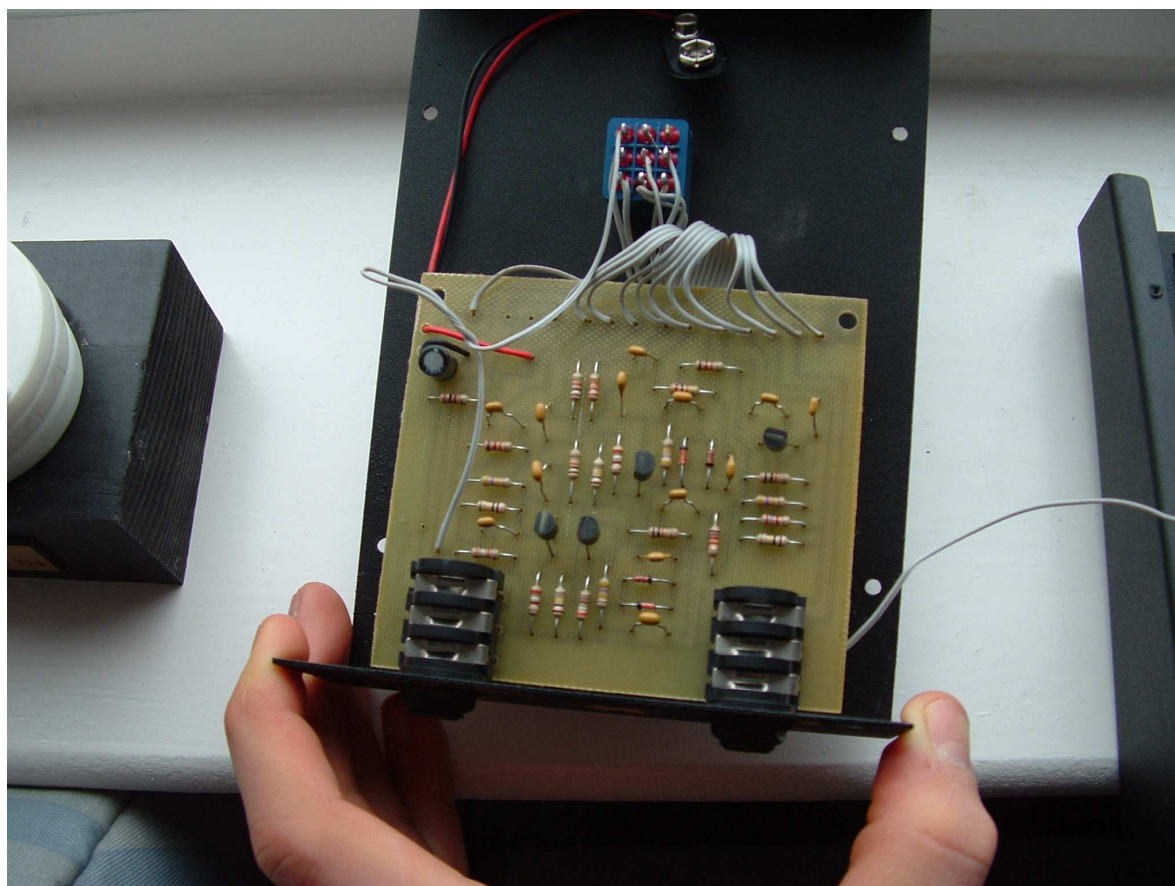
en:

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin(nx) dx$$





Dit is een bestaand schema, van een 'Big Muff' die door Electro Harmonix gebouwd wordt. Ik heb dit schema nageemaakt door de onderdelen te bestellen, en een kant en klaar printplaatje te bestellen bij de bouwers zelf. Hierop heb ik alle condensatoren, weerstanden en diodes gesoldeerd.



Het resultaat is een leuk klinkende en goed werkende distortion, die ik zelf ga gebruiken in bandverband.

## Hoe verschillen boventonen bij verschillende speelwijzen?

Voordat ik begin over de verschillen in boventonen tussen verschillende speelwijzen, zal ik eerst een korte beschrijving geven van deze speelwijzen.

Voor basgitaar zijn de volgende 'hoofdstromingen' in speelwijzen aan te wijzen:

- 'Fingerstyle'



Hierbij gebruikt de bassist zijn wijs- en middelvinger afwisselend om de snaren mee aan te slaan, hierbij hoort over het algemeen een wat 'doffe' klank in vergelijking met de andere speelwijzen. Deze speelwijze komt in principe af van de contrabas speelwijze waarbij men hetzelfde speelt alleen dan verticaal. Door de 'doffe' klank wordt deze speelwijze vooral in rustigere muziekstijlen gebruikt. Maar omdat er met twee vingers tegelijk aangeslagen kan worden is het mogelijk om zeer snel aan te slaan waardoor ook in 'hardere' muziekstijlen deze techniek wordt toegepast.

- 'Plectrum'



Deze stijl is pas later ontwikkeld op de basgitaar, daarvoor werden plectrums wel al gebruikt door gitaristen, maar de bassisten hielden zich toen nog aan de originele contrabasmanier van spelen. Bij deze manier van spelen gebruikt men een zogeheten plectrum wat meestal een plastic (soms staal) driehoekje is waarmee men de snaren kan aanslaan, deze manier van spelen is vooral bij gitaristen in trek doordat je niet met je vingers tussen de snaren hoeft te komen, bij bassisten wordt het plectrum vooral gebruikt om een vinnige en directe(re) klank te bewerkstelligen. De plectrums kunnen variëren in dikte waardoor de klank verschilt per plectrum.

- 'Slap'

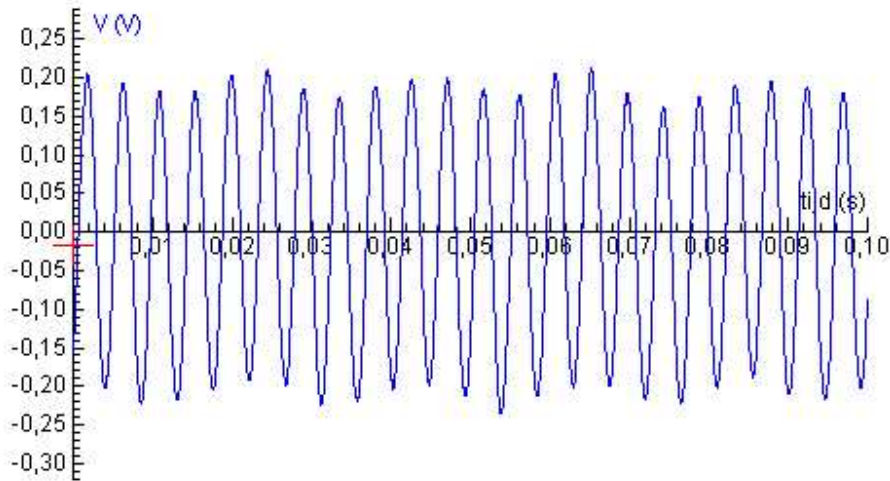


Deze speelstijl is de jongste van de drie, hij is bedacht en voor het eerst toegepast door Larry Graham die vlak voor een optreden erachter kwam dat de drummer er niet was. Toen hij dit hoorde besloot hij al zijn baslijntjes te 'drummen' dit deed hij door met zijn pols een draaiende beweging te maken zodat zijn duim op de snaar landde. Deze speelwijze is veel gebruikt in Funk omdat je heel makkelijk snelle percussieve grooves kunt spelen zonder dat je daar een drummer voor nodig hebt. De toon is redelijk diep en erg direct.

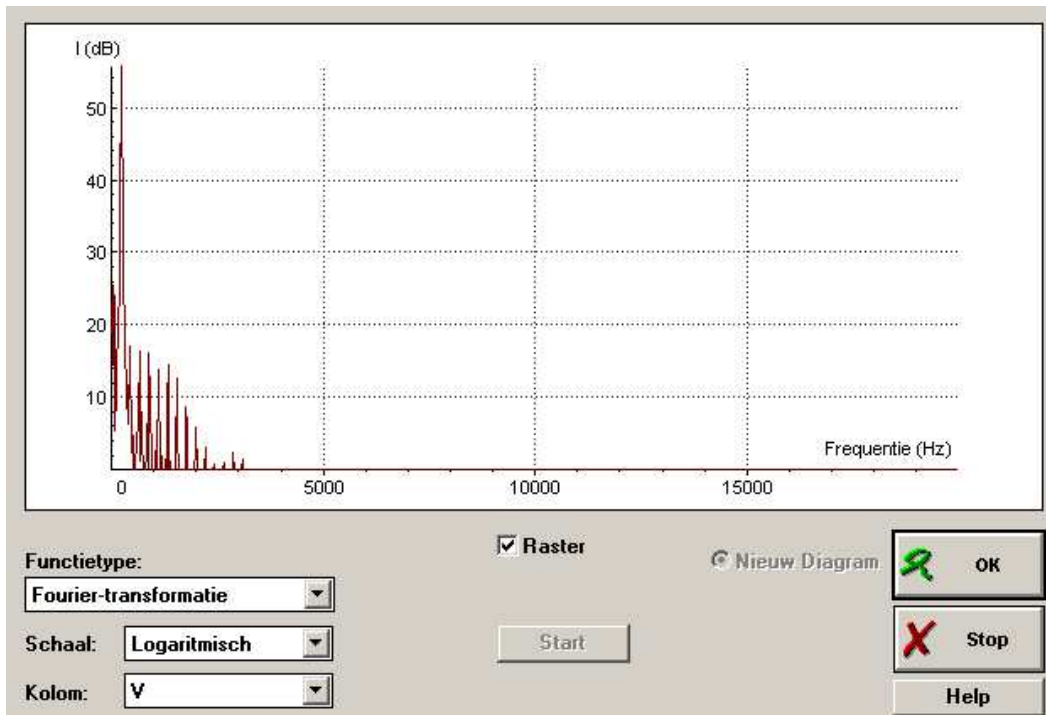


**De verschillen in boventonen:**

Aangezien 'Fingerstyle' de meestgebruikte techniek is zal ik beginnen met die uitkomsten:



In deze grafiek is de spanning (V in Volt) uitgezet tegen de tijd (in seconden). Deze werd weergegeven door Coachlab 5 bij het gebruik van de geluidsensor.

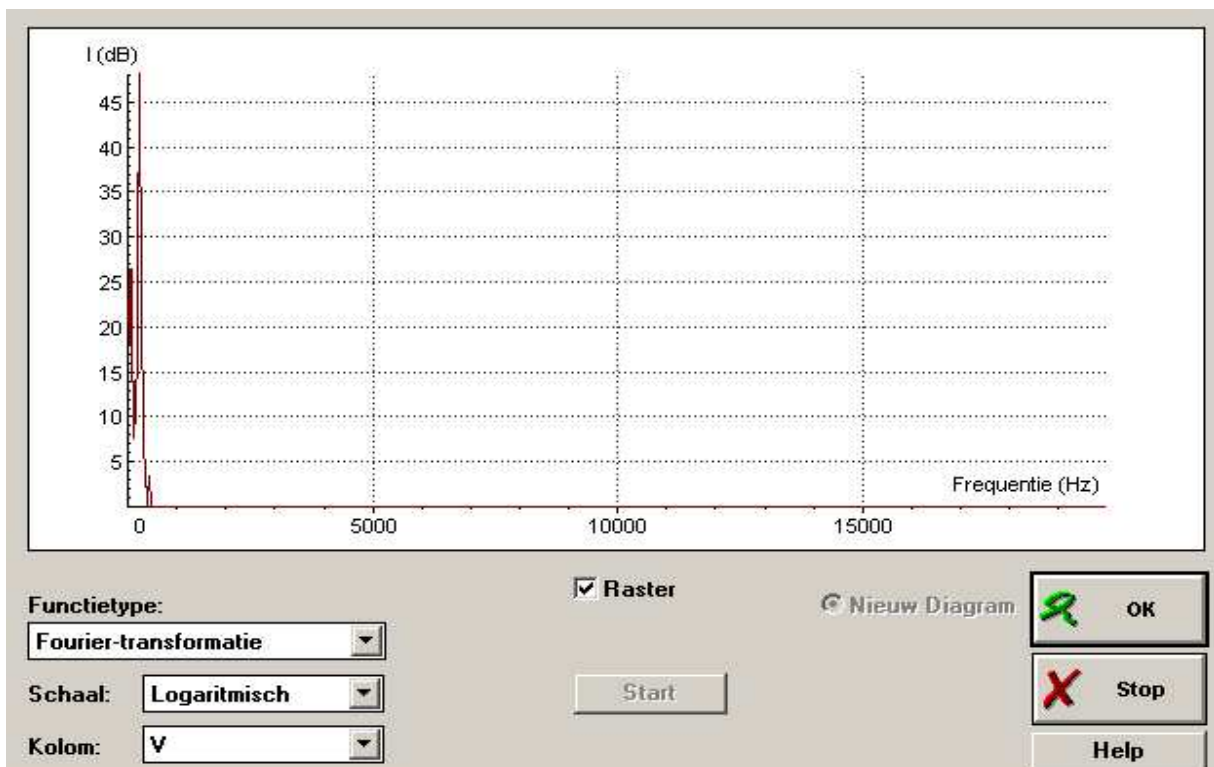
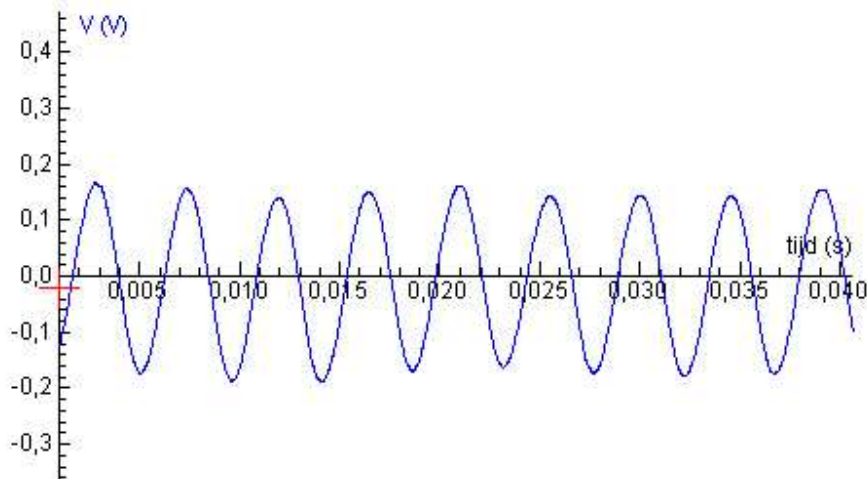


In deze grafiek is de Intensiteit (I in dB) uitgezet tegen de Frequentie (in Hz). Deze grafiek werd gegeven door signaalanalyse uit te voeren in Coachlab 5

Uit de voorgaande grafiek van de Fourier-transformatie, is zeer duidelijk op te maken dat de 3<sup>e</sup> boventoon van de A (440 Hz) het duidelijkst naar voren komt in het geluids-spectrum, terwijl de grondtoon (110 Hz) helemaal niet zo sterk aanwezig is. Verder zijn vooral de octaven (Octaven zijn steeds een verdubbeling van de vorige octaaf, dus de 1<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup>, 7<sup>e</sup> etc.) tot ongeveer de 20<sup>ste</sup> boventoon (2200 Hz) aanwezig in het spectrum. Daarna zijn de boventonen bijna niet aanwezig. Hierdoor heeft de 'Fingerstyle' manier een redelijk 'rijk' geluid en klinkt het ook vol.

- 'Plectrum'

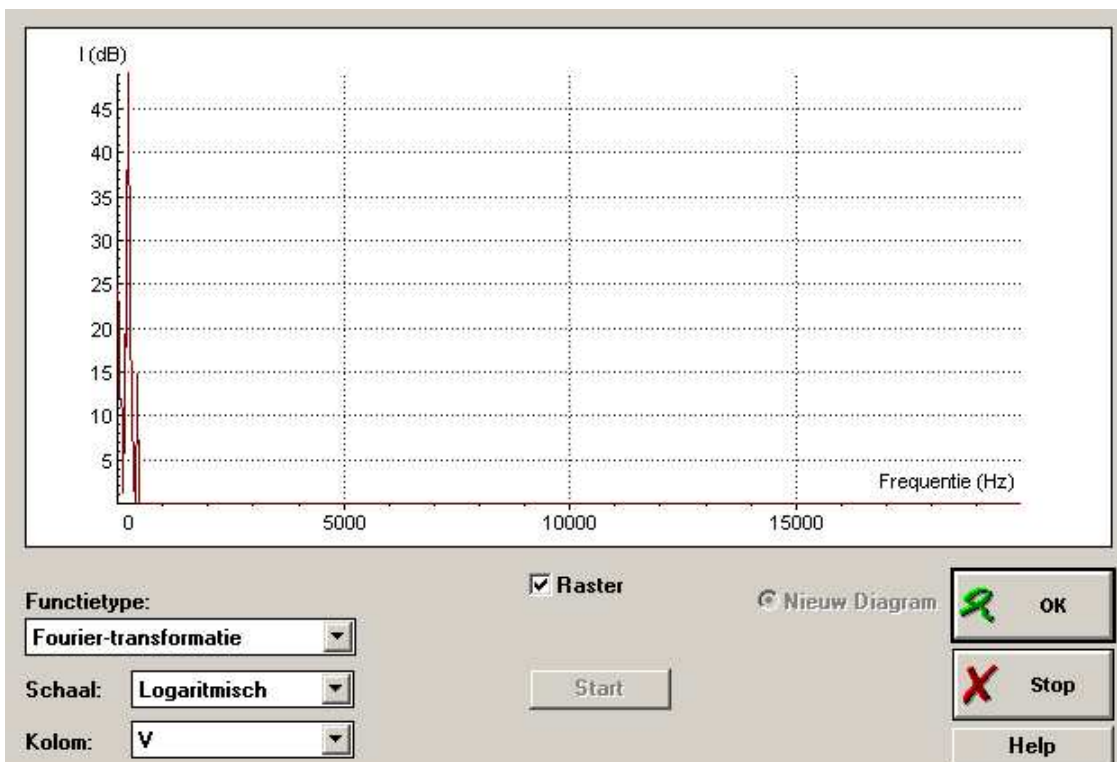
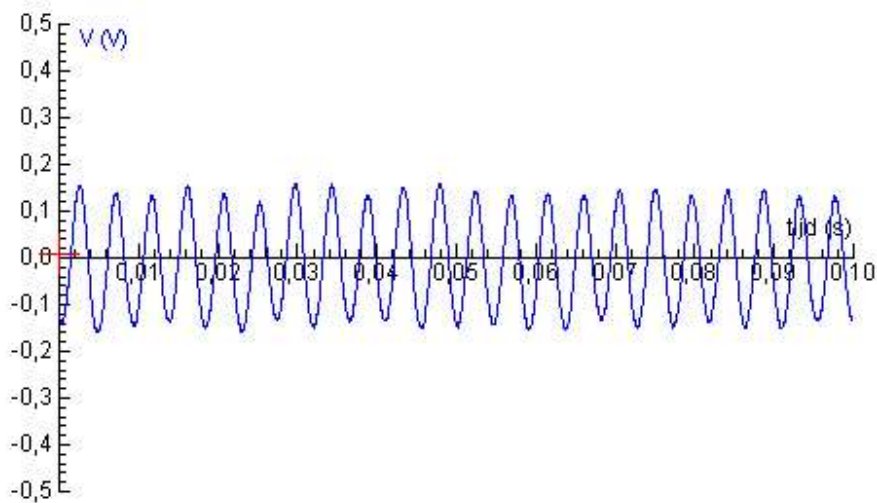
Hierbij eerst de resultaten van het experiment waarbij gebruik gemaakt werd van het plectrum.



Het is in de bovenstaande grafiek duidelijk te zien dat de boventonen bij het gebruik van een plectrum zeer duidelijk verschillen met de boventonen van het 'Fingerstyle'-experiment. Er zijn veel minder boventonen die echt meespelen in het spectrum, de echt significante zijn de natuurlijk de grondtoon (110 Hz) en de 1<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> boventoon. (Dit zijn de eerste 2 octaven, van respectievelijk 220 Hz en 440 Hz) Het geluid van een plectrum klinkt dus wat dunner in vergelijking met het volle geluid van een 'fingerstyle'-aanslag.

- 'Slap'

Hier eerst weer de uitkomsten van het experiment:





Het boventonenspectrum van een 'geslachte' noot komt redelijk overeen met dat van een noot die met een plectrum is aangeslagen. Alleen zit er nog een 4<sup>e</sup> boventoon bij van 550 Hz, die voor wat meer 'punch' in het geluid zorgt, waardoor het zo goed te herkennen is als een geslachte noot. De V/T grafiek vertoont geen verschillen bij alle drie de technieken, dit is ook geen grote verrassing aangezien alle noten even hard werden aangeslagen op dezelfde plaats op de hals. Uit dit alles is dus op te maken dat de boventonen wel degelijk verschillen bij het gebruik van verschillende speelwijzen.

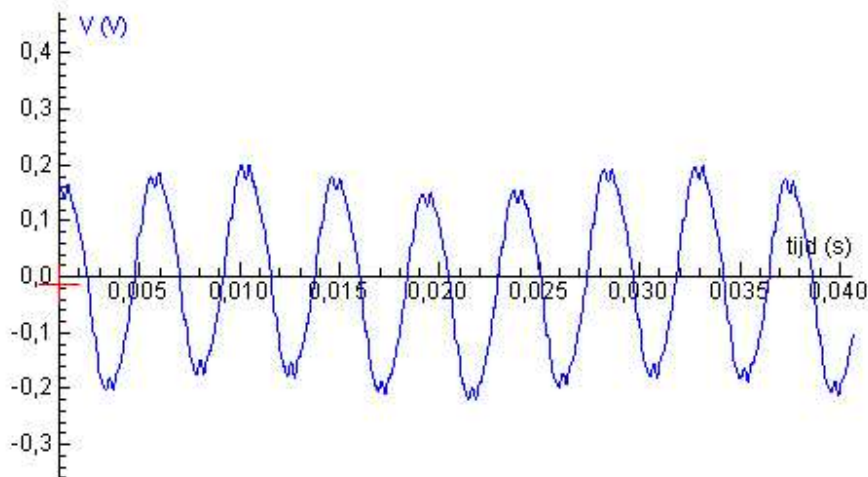
## **Veranderen de boventonen bij het gebruik van effecten?**

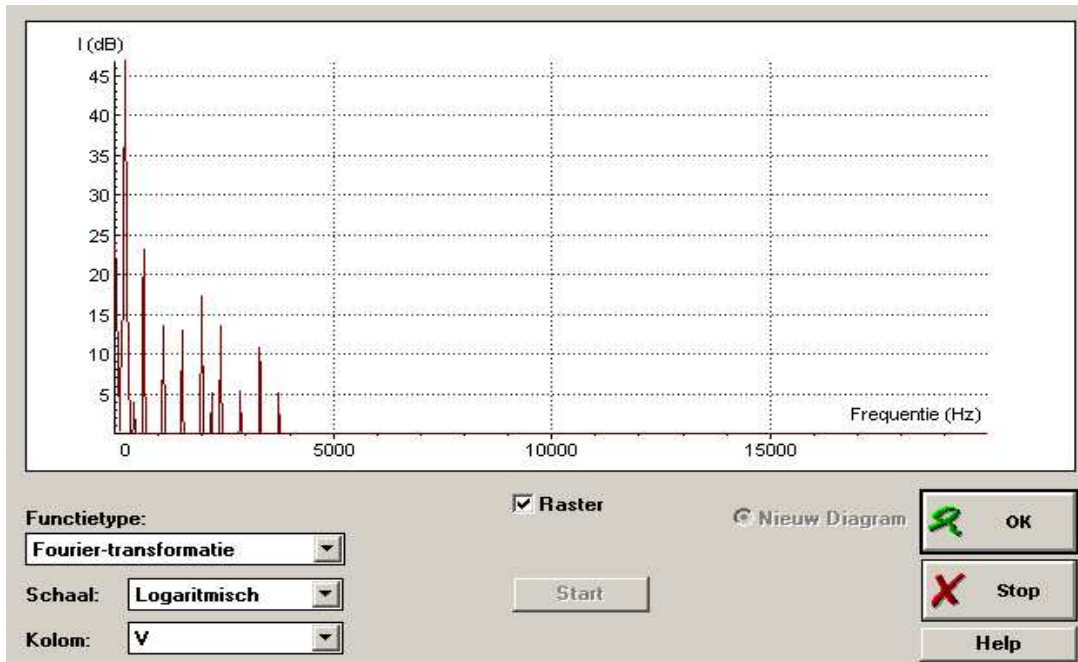
In de hedendaagse (gitaar-)muziek zijn effecten bijna niet weg te denken, elk galmpje dat je hoort, elke echo die je hoort in de muziek zijn gegenereerd door effecten. Naast deze relatief subtiele effecten bestaan er ook 'grovere' effecten, die het signaal zwaar veranderen. Enige voorbeelden zijn Wah's (het signaal wordt door een filter gehaald, waardoor een 'Wah' geluid ontstaat), Phaser's (zorgt voor faseverschuivingen in het signaal) .

En ook distortions, waarmee ik mijn proef heb uitgevoerd. In deze distortions, wordt het signaal als het ware door een slechte versterker gehaald, die de sinus niet mooi laat gaan maar hem afkapt boven een bepaald niveau, omdat de versterker bijvoorbeeld niet kan versterken boven dat niveau. Zodat een soort blokgolf ontstaat in plaats van de eigenlijke sinus (of combinatie van sinusfuncties). Dit fenomeen is net als de ander effecten niet meer weg te denken uit de hedendaagse muziek, de jankende gitaren en 'harde' metal-riffs komen door dit effect veel beter over. Hoe het distortion-pedaal dat ik gebruikt heb werkt is te zien in de 2<sup>e</sup> deelvraag.

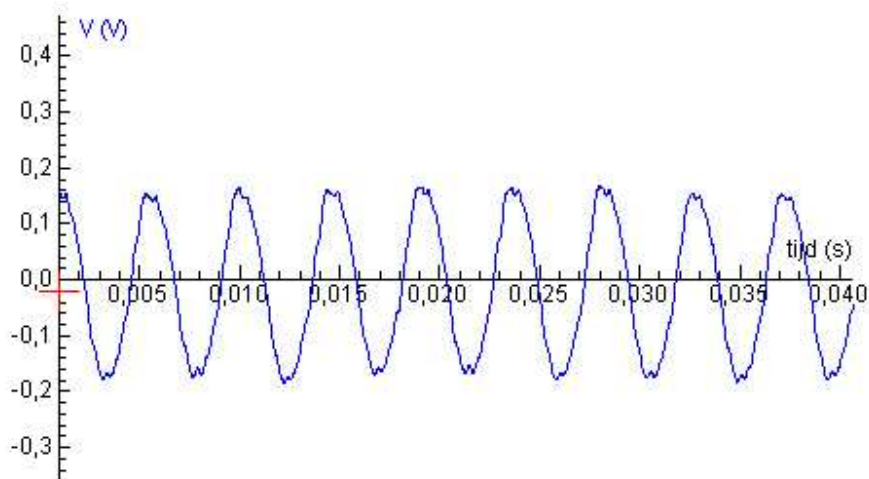
Hierbij eerst de uitkomsten van het experiment:

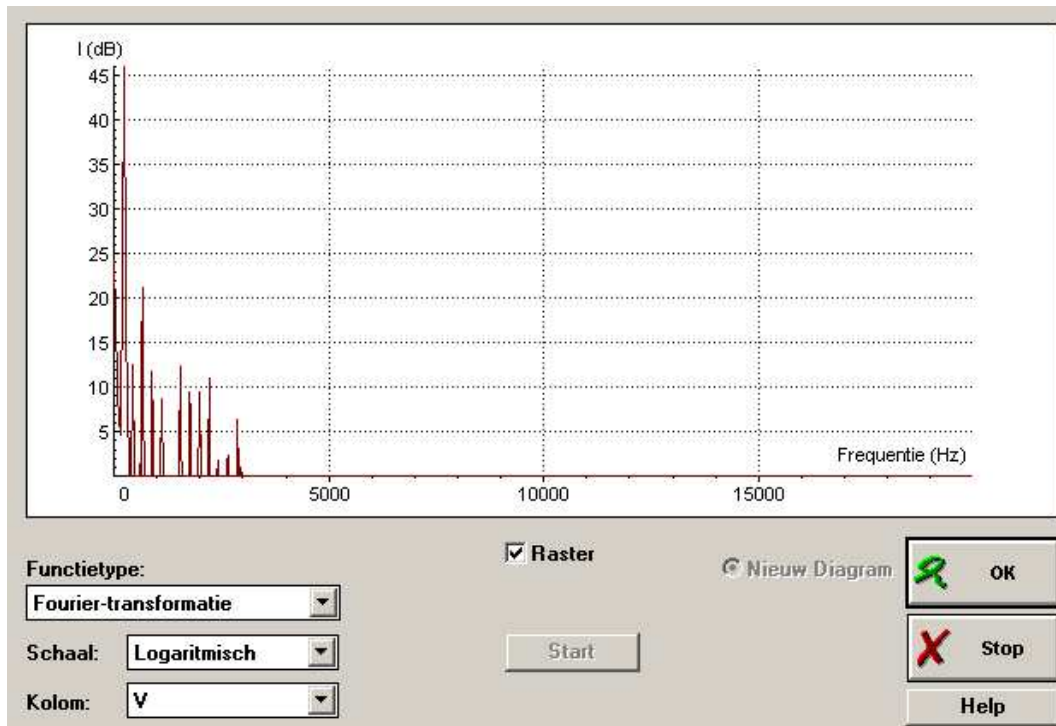
(Deze zijn verkleind om goed in de tekst te passen, voor de grotere afbeeldingen zie bijlagen.)





Deze meting is gedaan met een plectrum als speeltechniek, deze grafiek moet dus ook worden vergeleken met een grafiek waarbij een plectrum is gebruikt over een niet 'distorted' signaal. Hierna nog de resultaten waarbij 'Fingerstyle' gespeeld is over een distortion:





Uit de V/T grafieken is zeer duidelijk af te lezen dat het signaal inderdaad afgekapt wordt, en begint te lijken op een blokgolf. Het apparaat werkte dus goed, alhoewel de oversturing hier nog redelijk licht was, aangezien de sinus zijn eigenlijke vorm nog grotendeels behoud.

In de I/F grafieken (die door signaal-analyse verkregen zijn) is duidelijk te zien dat de hogere harmonischen (vanaf ongeveer de 6<sup>e</sup> harmonische toon) redelijk veel aan sterkte hebben gewonnen, in tegenstelling tot de lagere harmonischen (2<sup>e</sup> tot de 6<sup>e</sup> harmonischen) die niet veel zijn toegenomen in sterkte. Door deze verschillen in boventonen, klinkt het distorted signaal, dankzij de nu veel duidelijker aanwezige hogere harmonischen, veel vuiger en misschien ook lichtelijk vals. Dit komt doordat niet alleen de octaven nu zeer duidelijk meeklinken, maar de andere harmonischen ook duidelijk merkbaar in het spectrum zitten, de frequenties van deze boventonen zijn wel vermenigvuldigingen van de grondtoon, maar zijn geen octaven. Daardoor kan het dat ze in combinatie met elkaar en de grondtoon vals(er) klinken.

De verschillen tussen het met plectrum verkregen signaal en het doormiddel van 'fingerstyle' verkregen signaal zijn niet erg groot, maar wel aanwezig. In het spectrum van het plectrum experiment, zijn de boventonen erg afgebakend (*er is duidelijk te zien welke tonen er in zitten en welke niet*) en ze zijn allemaal ongeveer even sterk. In de 'fingerstyle' grafiek zitten ook nog een paar wat minder duidelijke boventonen, die wat minder sterk naar voren komen in het spectrum. Verder heeft het 'plectrum'-signaal meer hoge boventonen waardoor het distortion-effect meer tot zijn recht komt, en dus nog viezer en vuiger klinkt.

## **Conclusie**

Uit de het experiment en de daaruit voortgekomen deelvragen, blijkt dat mijn hypothese: 'Boventonen veranderen niet bij het gebruik van effecten of bij verschillende speelwijzen.' onjuist is. De uit het onderzoek blijkt namelijk dat deze wel degelijk verschillen van elkaar. Hier per deelvraag de conclusie en bevindingen:

### **Bij het gebruik van verschillende speelwijzen:**

Bij het gebruik van verschillende speelwijzen blijken de boventonen wel degelijk te verschillen, bij de 'Fingerstyle' techniek zijn er redelijk veel boventonen in het spectrum aanwezig, namelijk tot de 20<sup>ste</sup> boventoon (2200 Hz) Deze boventonen zijn bijna allemaal octaven. Hierdoor heeft deze techniek een vol en 'rijk' geluid.

Dit in tegenstelling tot de 'Plectrum' techniek, waarbij er in het spectrum geen boventonen hoger dan 440 Hz. De enige boventonen die echt meetellen in het spectrum zijn de 1<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> boventonen (respectievelijk 220 Hz en 440 Hz) Hierdoor klinkt het geheel wat dunner dan de 'Fingerstyle techniek'.

De 'Slap' techniek lijkt qua spectrum zeer op de Plectrum techniek weer veel minder boventonen dan bij de 'Fingerstyle' techniek. Alleen is er een uitschieter bij de 550 Hz (4<sup>e</sup> boventoon) Deze zorgt voor het stukje 'High end' waardoor een geslapte noot zo herkenbaar is.

De conclusie van deze deelvraag is dus: De boventonen verschillen wel degelijk bij het gebruik van verschillende speelwijzen.

### **Bij het gebruik van effecten:**

Ook bij het gebruik van effecten verschillen de boventonen duidelijk. Sowieso verschillen de V/T grafieken al duidelijk, de eigenlijke sinus wordt 'afgekapt' tot een soort blokgolf. In zowel het distorted 'Plectrum' en het distorted 'Fingerstyle' spectrum zijn er in vergelijking met de 'cleane' spectra meer boventonen te vinden, tot ongeveer 3000 Hz, hierdoor klinkt het signaal 'viezer' en ietwat vals. Dit doordat er in het spectrum nu veel meer boventonen zitten die geen octaven zijn.

Ook hier is dus de conclusie dat de boventonen verschillen bij het gebruik van effecten.

De algehele conclusie van mijn onderzoek is dus: Boventonen veranderen bij het verschillende speelwijzen en het gebruik van effecten.