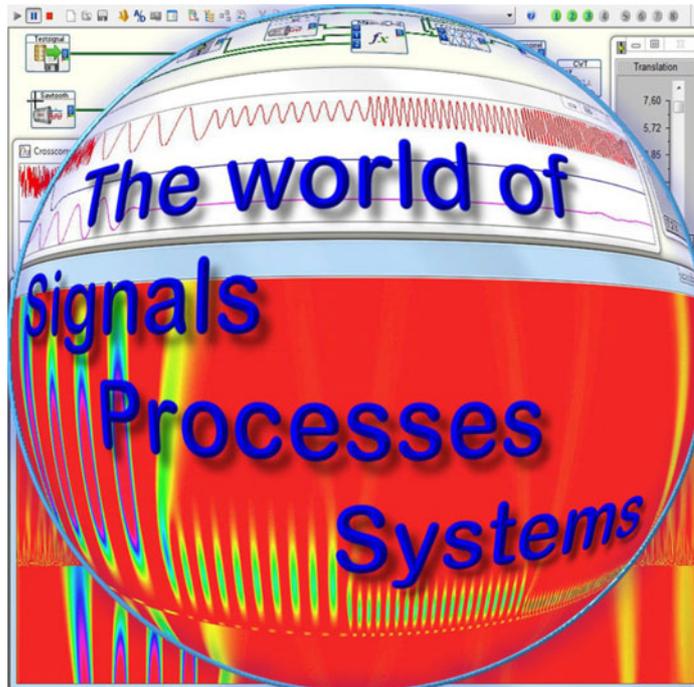


***Die neuen Medien in Schule und Lehre
am Beispiel „Die Welt der Signale – Prozesse – Systeme“, 7. deutsche Auflage***



- Dieses „Lernsystem“ besteht aus dem gedruckten Buch sowie dem identischen digitalen Dokument, welches am Bildschirm multimedial und interaktiv „zum Leben erweckt“ werden kann.
- Vergleichbar einem Flugsimulator lassen sich alle Inhalte experimentell überprüfen. Neben reinen Simulationen ist sogar auch die Verarbeitung realer Signale gang und gäbe.
- Selbsterforschendes Lernen ist möglich, weil alle vorprogrammierten Beispiele nach Belieben modifiziert und optimiert werden können; eigene Ideen lassen sich entwurfsmäßig leicht umsetzen.
- Mit wenigen Klicks lassen sich qualitativ hochwertige Messvorrichtungen erstellen, die noch in den neunziger Jahren ein kleines Vermögen gekostet haben, z.B. Frequenz-Zeit-Landschaften mithilfe der Kurzzeit-FOURIER-Transformation bei 16 Bit Genauigkeit.
- Das vorliegende didaktische Konzept ermöglicht den kürzesten Weg von den wissenschaftlichen Grundlagen hin zu wichtigen, aktuellen Applikationen.
- Das didaktische Konzept sowie die Inhalte sind zeitlos, weil als strukturierende Elemente physikalische Gesetzmäßigkeiten herangezogen werden. Naturgesetze veralten nicht!
- Es gibt wohl kein anderes Buch bzw. „Lernsystem“, welches – basierend auf lediglich drei physikalischen Prinzipien – das fachliche Netzwerk so umfassend aufspannt wie dieses Werk.
- Auch derzeit hochaktuelle Themen werden multimedial und interaktiv erschlossen, z.B. „Moderne digitale Modulationsverfahren“, „Neuronale Netze“, bis hin zu „Komplexe dynamische Systeme und Selbstorganisation“.
- Verzichtet wird dabei zunächst auf höhere Mathematik. Damit soll verhindert werden, dass sich die eigentlichen Inhalte im Dickicht eines mathematischen Dschungels verlieren.

- Wichtige Prozesse werden inhaltlich durch den Vergleich von Eingangs- und Ausgangssignal anschaulich erläutert und anhand einfacher Anwendungen vertieft.
- Durch die Kombination mehrerer Prozesse – in DASYSLab als *Module* bezeichnet – entstehen Systeme beliebiger Komplexität. Feintuning geschieht durch Optimierung der einstellbaren Parameter.
- Die lange Liste der vorhandene Module deckt weite Einsatzgebiete der Mess-, Steuer-, Regelungs- und Automatisierungstechnik fast vollständig ab.
- Werden im wissenschaftlichen Bereich neuartige Verfahren und Methoden erprobt, so können ggf. spezielle mathematische Algorithmen über eine Python-Schnittstelle als neue Module eingebunden werden.
- Hierdurch wird DASYSLab 2016 zu einer universellen Entwicklungsumgebung, welche auch für reine Informatiker interessant wird, weil Zeit und Aufwand minimiert werden.
- Die Studienversion DASYSLab S 2016 enthält bereits spezielle neuartige Module, mit denen sich die o.a. neuen Themen grafisch veranschaulichen und experimentell erschließen lassen, die sogar in der kommerziellen Industrieversion nicht vorhanden sind.
- Hochschulen und Akademien können hiermit erhebliche Mittel für entsprechende Labore einsparen. Laborversuche und Projekte können nunmehr auch am heimischen PC durchgeführt werden.
- Das „Lernsystem“ bietet allen Dozenten in der Vorlesung die Möglichkeit zu zeigen, was die mathematisierte Theorie bewirkt, wenn sie auf reale Signale losgelassen wird.
- Das Lernsystem wurde ursprünglich für Schüler und Lehrer an Berufsbildenden Schulen konzipiert. In der Vergangenheit wurde es sogar versuchsweise bereits ab Klasse 10 des Gymnasiums erfolgreich eingesetzt und evaluiert!
- Der Verzicht auf höhere Mathematik macht es nunmehr auch möglich, im *berufsbildenden* Schulbereich von der bislang lediglich faktenhaften Darstellung auf die strukturierte Ebene der Fachwissenschaft zu wechseln.
- Derzeit wird das „Lernsystem“ jedoch weltweit – es existieren auch englische und chinesische Auflagen bzw. Ausgaben – zu über 90 % an Hochschulen und Akademien eingesetzt.
- Die Einarbeitungszeit ist beispiellos kurz. Bereits nach wenigen Minuten können einfache Anwendungen realisiert werden. Vorkenntnisse sind nicht nötig.
- Bereits das z.T. aufwändige Bildmaterial kann hervorragend in Unterricht und Lehre eingesetzt werden.
- Erst im letzten Kapitel werden die mathematischen Modelle der *Signale – Prozesse – Systeme* behandelt. Durch die Erfahrungen und Experimente in den vorherigen Kapitel sind dann die Inhalte bereits verinnerlicht und veranschaulicht worden. Dies erleichtert den Zugang zum mathematischen Formalismus bzw. zu den Algorithmen erheblich.
- Zusammengefasst: Multimediale und interaktive Lernsysteme in gedruckter und digitaler Form – also Dokumente, die quasi zum Leben erweckt werden können und selbsterforschendes Lernen ermöglichen – scheinen immer mehr im Trend der Zeit zu liegen!

Erfahrungen

Seit 1992 wurde gezielt dieses Lernsystem entwickelt, erprobt und evaluiert. In 2000 erschien die erste Auflage. Ende 2016 erscheint nun die 7. Auflage. Seitdem wurde die Erfahrungen zahlreicher Dozenten/Lehrer ausgewertet. Folgende Aussagen zum Einsatz dieses Lernsystems *außerhalb einer Vorlesung* wurden gesammelt:

- Der Lehrer/Dozent ist bei dieser Arbeitsweise mehr *Betreuer und Berater* denn Vortragender. Er sieht die Schüler in Gruppen selbstständig lernend, ausprobierend, analysierend und greift „lediglich“ impulsgebend ein.
- Quasi zum Nulltarif bekommt die Schule/Hochschule modernstes Equipment. Die Investitionskosten für teure Labors können weitgehend vermieden werden.
- Jeder Schüler/Student besitzt sein eigenes, mobiles Entwicklungslabor auf seinem PC, Notebook oder Netbook. Er kann zu beliebigen Zeiten zu Hause selbsterforschend tätig werden, auch offline.
- Entwicklungsprojekte mehrerer Schüler oder Studenten, ja selbst Abschlussarbeiten und Dissertationen können teilweise auch außerhalb der Hochschule, z.B. am heimischen PC durchgeführt werden.
- Die Schüler/Studenten bekommen zunehmend Gelegenheit, ihre Ergebnisse multimedial zu präsentieren. Sie sehen sich in Konkurrenz zu parallelen Entwicklungsgruppen und sind stolz, ggf. die optimale Lösung vorstellen zu können. Ihre Lern- und Sprachkompetenz wird hierbei ganz anders geschult als bisher. Die Kommunikation innerhalb der Klasse/Gruppe bekommt eine Eigendynamik. Der Dozent/Lehrer greift ggf. moderierend ein.
- Wie nie zuvor ist es möglich, *individuell differenzierte Unterweisung* durchzuführen. Schwache Schüler/Studenten können Erfolgserlebnisse genauso erfahren wie Überflieger. So bekam der Autor bereits Lösungsvorschläge, die viel eleganter als die eigenen waren.
- Da diese Schüler/Studenten alle zu Hause einen Computer besitzen, können solche „Entwicklungsaufgaben“ auch als Hausaufgabe gestellt und auf einem Datenträger abgespeichert werden. In der Schule begonnene Entwicklungsprojekte können zu Hause weitergeführt werden, weil die gleiche Infrastruktur – Computer und „Entwicklungslabor“ – auch dort vorhanden ist.
- Anhand des Lernsystems kann konkret überprüft werden, in welchem Maße die Schüler/Studenten in der Lage sind, selbstständig zu lernen. Sie können auch Antworten auf ihre Fragen auf experimentellem Wege finden. Die gemeinsam an einem Projekt beteiligten Schüler/Studenten lernen im Team zu arbeiten, die Arbeit aufzuteilen, sich gegenseitig zu helfen und auch zu kontrollieren.
- Schließlich verbessern sie ihre berufliche Qualifikation bzw. ihre Chancen auf einen qualifizierten Arbeitsplatz, weil sie sich in eine professionelle, weltweit eingesetzte Software zur Erstellung signaltechnischer Systeme für die Mess-, Steuer-, Regelungs- bzw. Automatisierungstechnik einarbeiten.

Website: www.asat.de

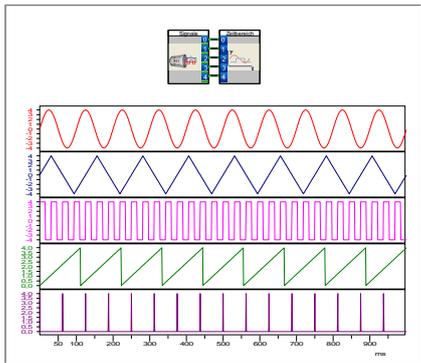
Referenzen: www.asat.de/html/referenzen.html



Nachfolgend wird aussagekräftiges Bildmaterial zu einigen Kapiteln und Themen präsentiert

Jean Baptist FOURIER 1768 - 1830

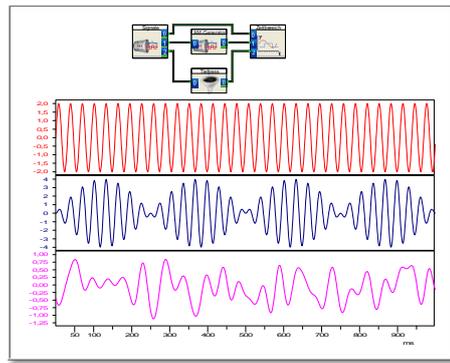
Flyer zu Kapitel 2 „Signale im Zeit- und Frequenzbereich“



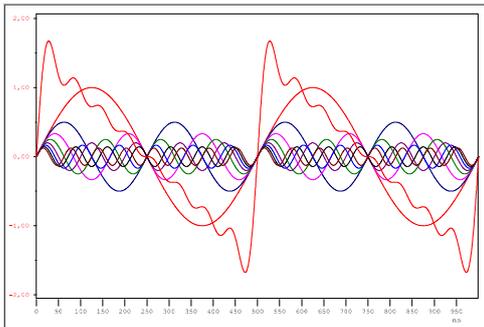
Stehen immer am Anfang: Periodische Signale



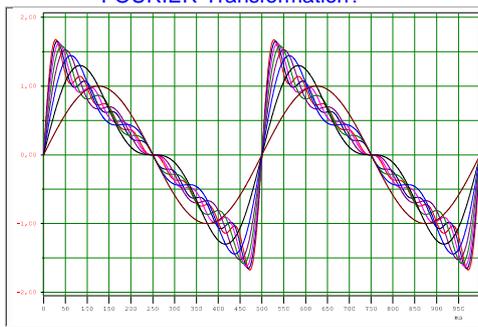
Was wäre Signalverarbeitung ohne
FOURIER-Transformation?



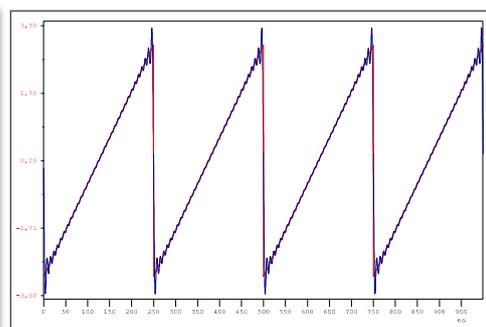
Welches Signal transportiert die meiste
Information pro Zeiteinheit?



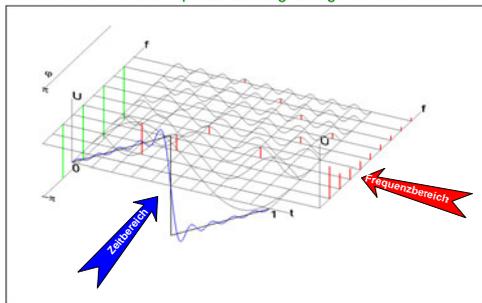
Warum enthalten periodische Signale nur die ganzzahlig Vielfachen der Grundfrequenz? Lösung: Bild genau anschauen!



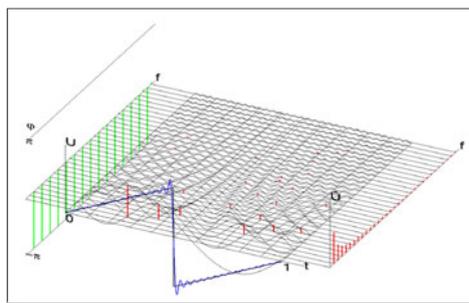
FOURIER-Synthese Sägezahn



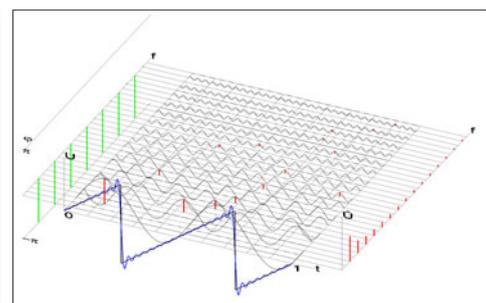
Je mehr Vielfache der Grundschwingung, desto besser das Resultat



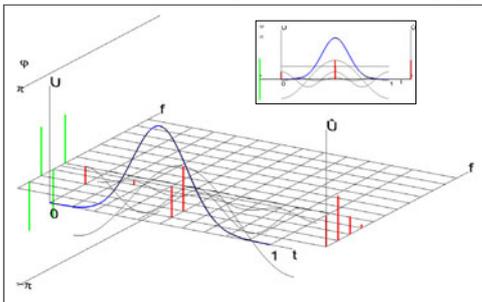
FOURIER-Transformation als „Spielwiese“ von Sinusschwingungen



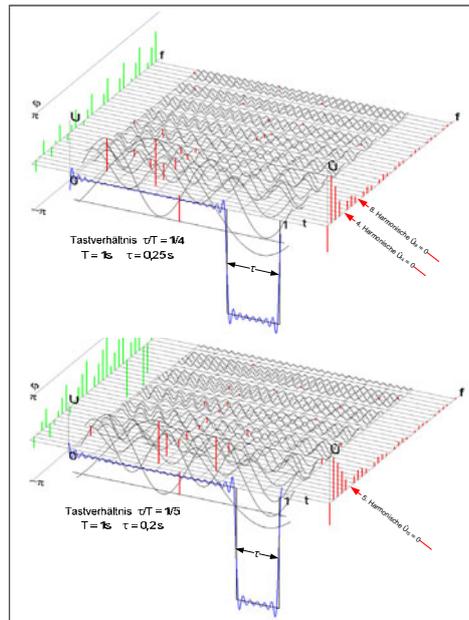
FOURIER-Analyse und -Synthese mit 32 Frequenzen



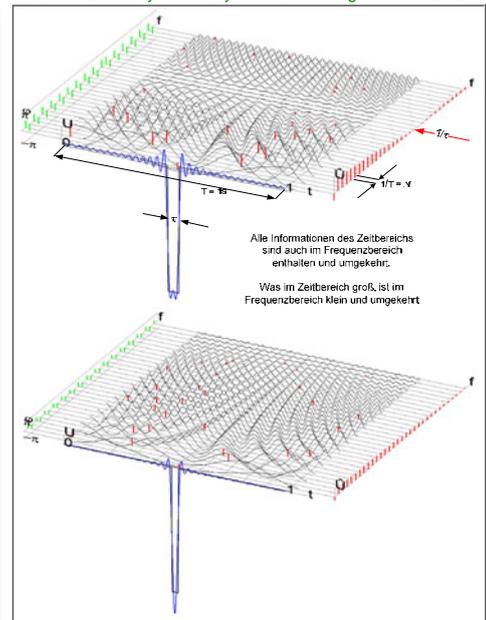
FOURIER-Analyse und -Synthese eines Sägezahn mit 2 Hz



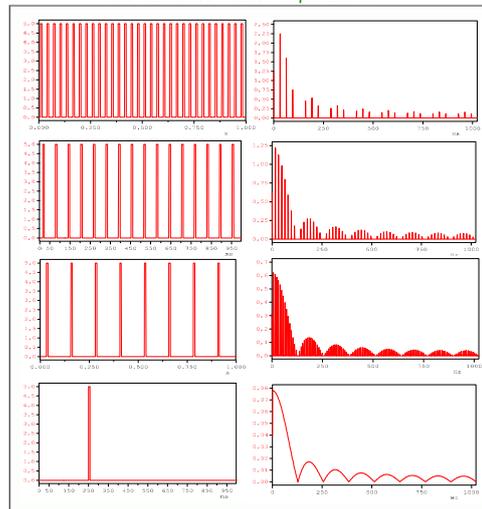
GAUSS-Impuls (1Hz) beginnt und ändert sich sanft, deshalb nur schmales Frequenzband



Wie die Informationen des Zeitbereichs im Frequenzbereich
enthalten sind und umgekehrt! (hier: Pulsbreite und Periodendauer)



Schritte in Richtung δ-Impuls. Weshalb theoretisch – aber nicht
praktisch – der δ-Impuls das ideale Testsignal ist!



Vom periodischen Signal schrittweise zum einmaligen Signal
(Pulsbreite ist konstant!): Vom diskreten Linienspektrum zum
kontinuierlichen Spektrum!

Ulrich Karrenberg **Signale
Prozesse
Systeme**

Kapitel 2
Signale im Zeit- und Frequenzbereich

- Die Fourier-Transformation
- Die Fourier-Synthese
- Die Fourier-Transformationspaare

Eine multimediale
und interaktive Einführung
in die Signalverarbeitung

**Die Welt der
Signale Prozesse
Systeme**

Installation

Dokumentation

Abtbe Reader

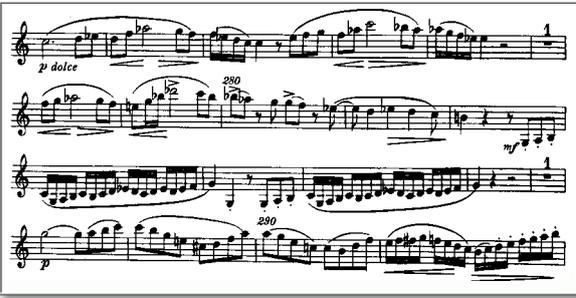
Ende

www.meack.de

www.asst.de

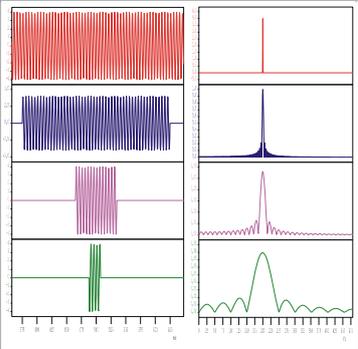
Springer

Das (klassische) Unschärfe-Prinzip

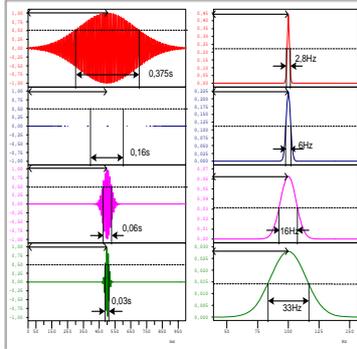


Norbert WIENER, der weltberühmte Mathematiker und Vater der Kybernetik, schreibt in seiner Autobiographie (ECON-Verlag): "Nun sehen wir uns einmal an, was die Notenschrift wirklich bezeichnet. Die vertikale Stellung einer Note im Liniensystem gibt die Tonhöhe oder Frequenz an, während die horizontale Stellung diese Höhe der Zeit gemäß einteilt" ... „So erscheint die musikalische Notation auf den ersten Blick ein System darzustellen, in dem die Schwingungen auf zwei voneinander unabhängige Arten bezeichnet werden können, nämlich nach Frequenz und zeitlicher Dauer".

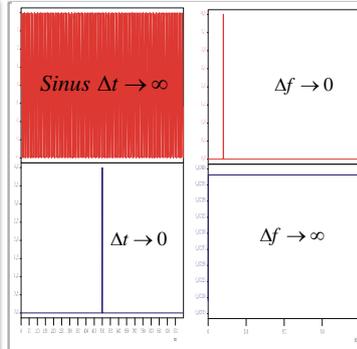
Nun sind „die Dinge doch nicht so ganz einfach. Die Zahl der Schwingungen pro Sekunde, die eine Note umfasst, ist eine Angabe, die sich nicht nur auf die Frequenz bezieht, sondern auch auf etwas, was zeitlich verteilt ist“ ... „Eine Note zu beginnen und zu enden, bedingt eine Änderung ihrer Frequenzkombination, die zwar sehr klein sein kann, aber sehr real ist. Eine Note, die nur eine begrenzte Zeit dauert, muss als Band einfacher harmonischer Bewegungen aufgefasst werden, von denen keine als die einzig gegenwärtige einfache harmonische Bewegung betrachtet werden darf. Zeitlich Präzision bedeutet eine gewisse Unbestimmtheit der Tonhöhe, genau wie die Präzision der Tonhöhe eine zeitliche Indifferenz bedingt".



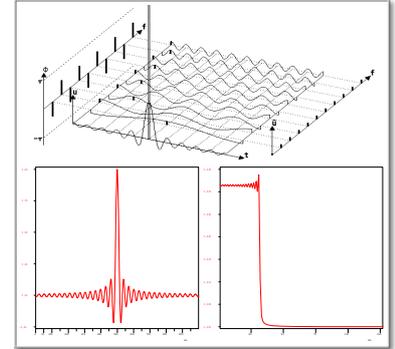
Zeitliche Eingrenzung bedeutet Ausweitung des Frequenzbandes $\Delta f \cdot \Delta t \geq 1$



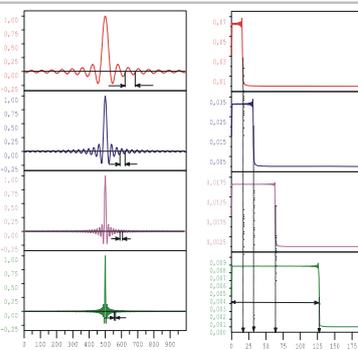
Grenzfall des Unschärfe-Prinzips $\Delta f \cdot \Delta t = 1$



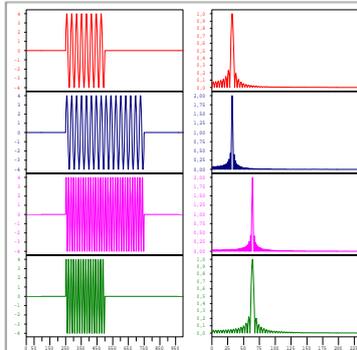
δ-Funktion im Zeit- und Frequenzbereich



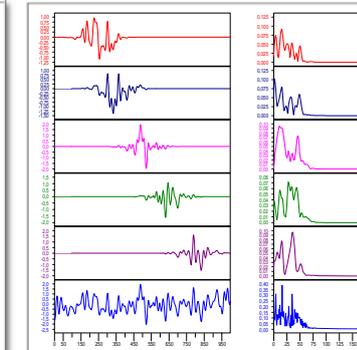
Impulsantwort eines idealen Tiefpasses



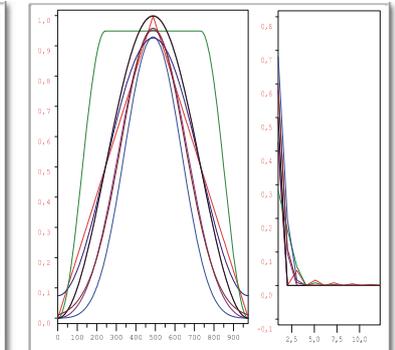
Impulsantwort - Si-funktion - bei verschiedenen Bandbreiten (Welligkeit entspricht der Grenzfrequenz)



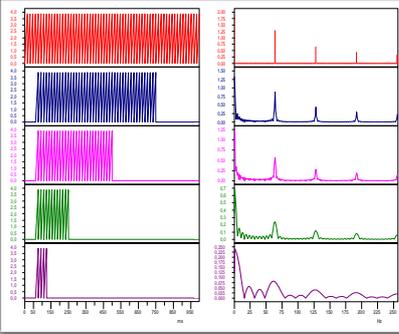
Entscheidet die Messdauer oder die Signaldauer die Messpräzision?



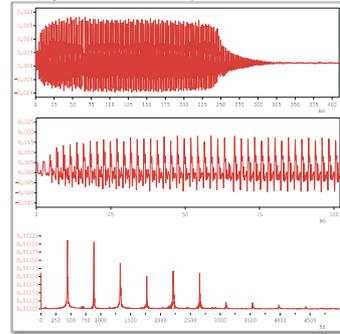
Abschnittsweise Analyse eines lang andauernden Signales über das GAUSS-Fenster



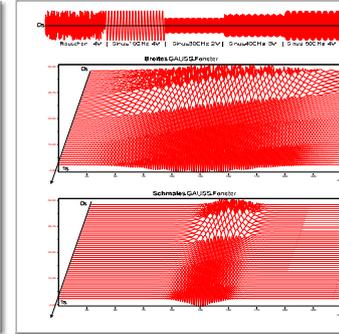
Verschiedene Fenstertypen zur Minimierung der frequenzmäßigen Unschärfe



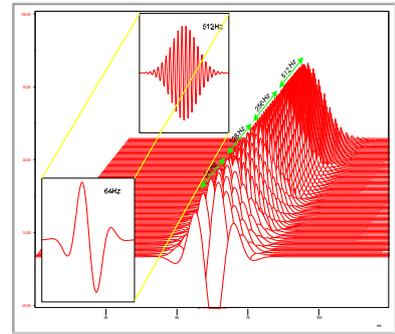
Zeitliche Einschränkung erhöht die frequenzmäßige Unschärfe und umgekehrt



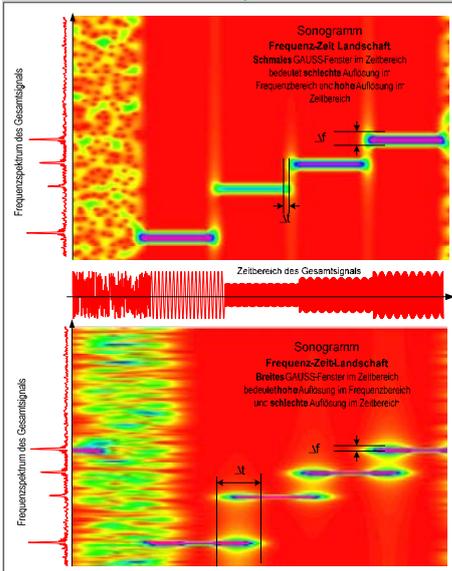
Klarinetton als fastperiodisches Signal mit spektraler Unschärfe



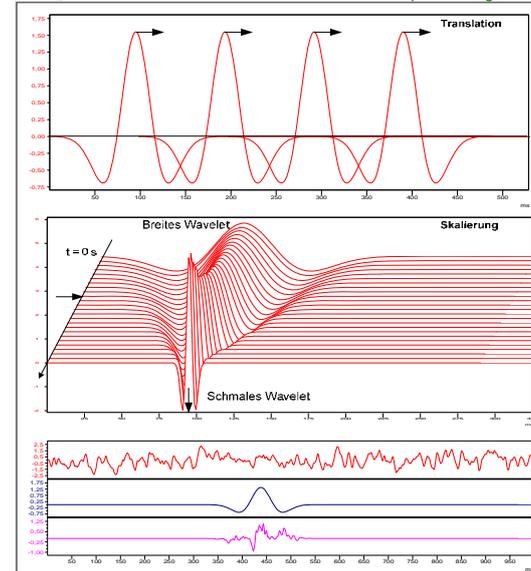
Die Breite des Zeitfensters entscheidet über die frequenzmäßige Unschärfe



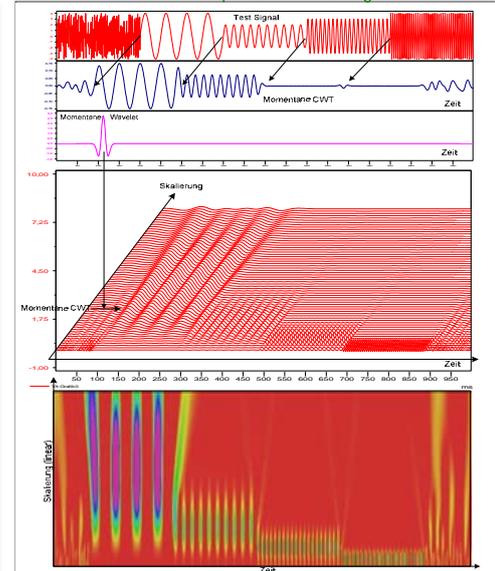
Bei einem Zeitfenster konstanter Dauer werden die tiefen Frequenzen unschärfer gemessen!



Höhere frequenzmäßige Auflösung (breites GAUSS-Fenster) bedingt größere zeitliche Unschärfe und umgekehrt.



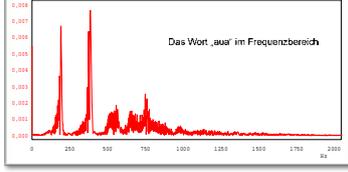
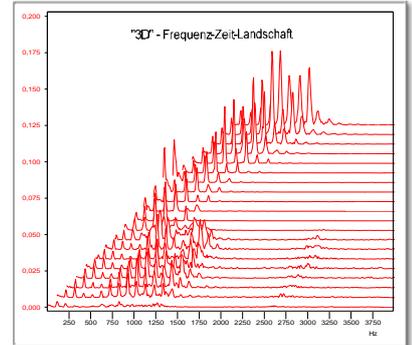
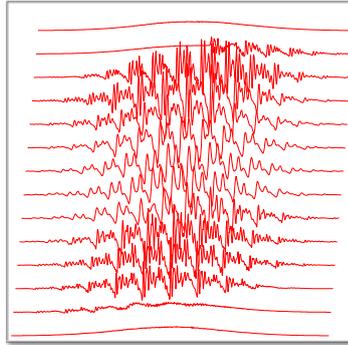
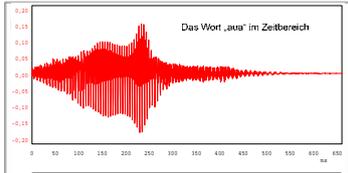
Abhilfe: Kontinuierliche Wavelet-Transformation ... Die Fensterbreite wird kontinuierlich verändert, um alle Größenordnungen gleich präzise zu erfassen



Veranschaulichung der kontinuierlichen Wavelet-Transformation: die momentane Wavelet-Transformierte ändert sich ständig!

University of Applied Science: „Sprache als Informationsträger“

Die Wissenschaft ist bislang daran gescheitert, Sinneswahrnehmungen wie das Hören und die damit verbundene Signalverarbeitung eindeutig zu erklären und deren Struktur mathematisch zu modellieren.
Und alles, was nicht mathematisch beschreibbar ist, wird in den Lehrbüchern zur Theorie der Nachrichtentechnik/Signalverarbeitung weitgehend ausgeklammert.

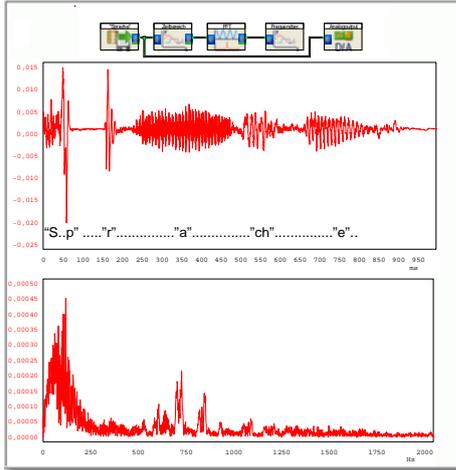


Das Wort „aua“ als einmaliges Signale im Zeit- und Frequenzbereich

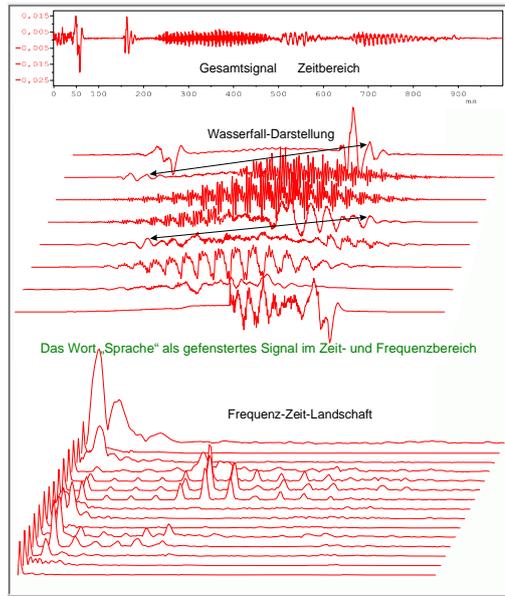
Fastperiodizität von Vokalen

„Wasserfalldarstellung“ des Wortes „aua“

Was unser Gehirn wahrnimmt ... Frequenzen!

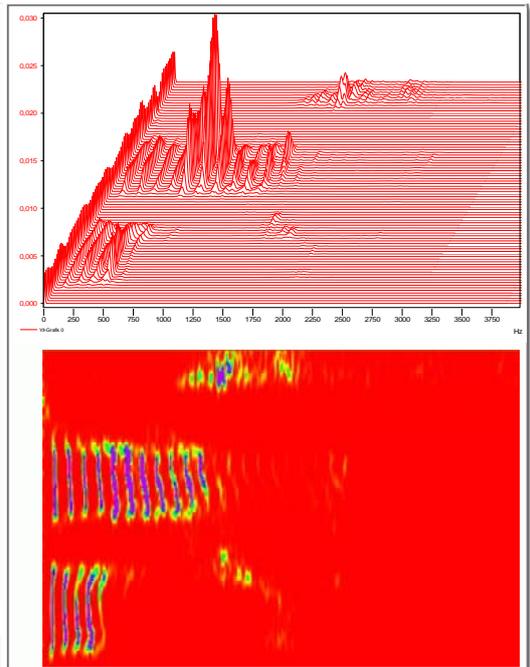


Das Wort „Sprache“ als einmaliges Signale im Zeit- und Frequenzbereich

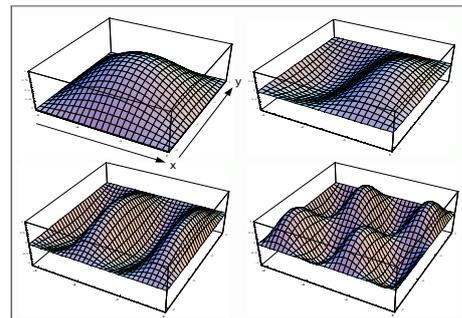


Das Wort „Sprache“ als gefensterstes Signal im Zeit- und Frequenzbereich

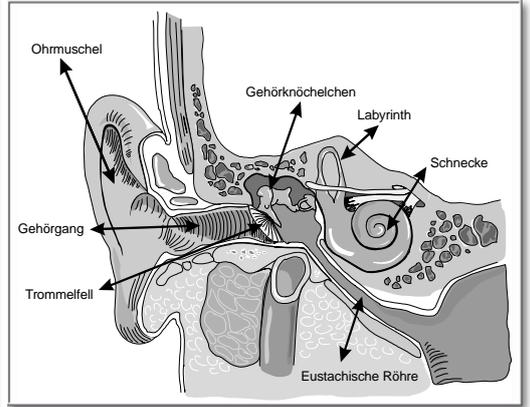
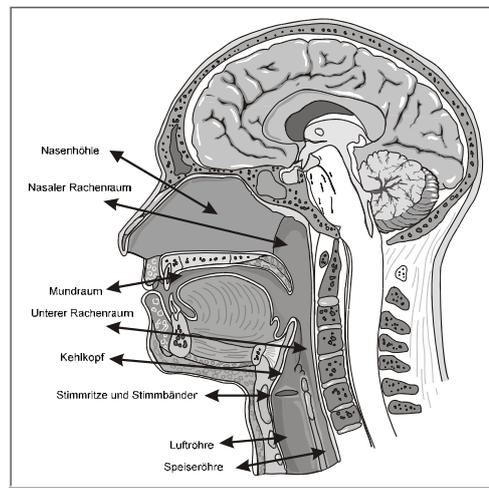
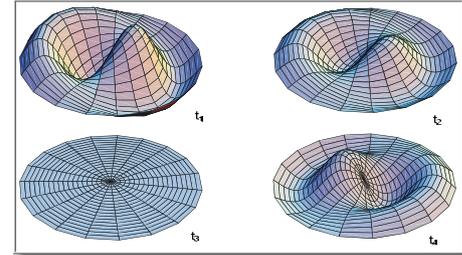
Frequenz-Zeit-Landschaft



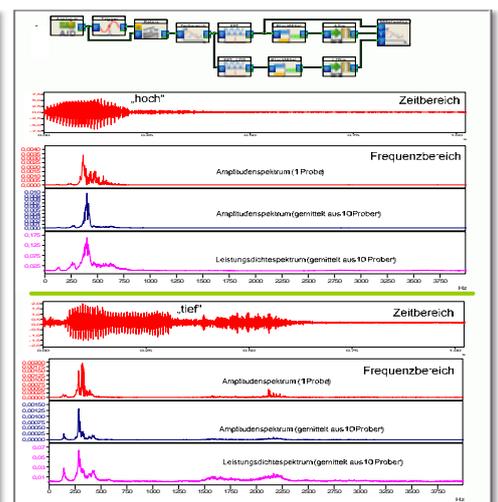
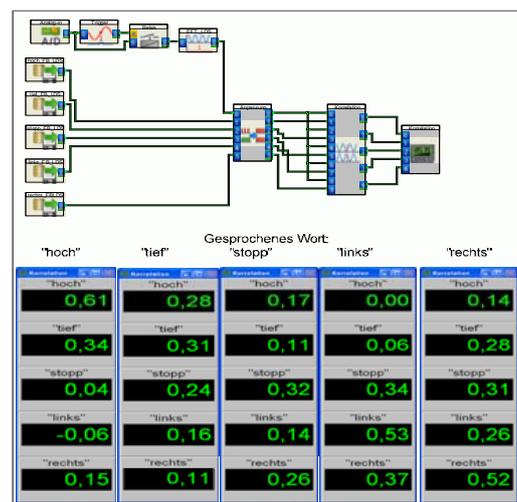
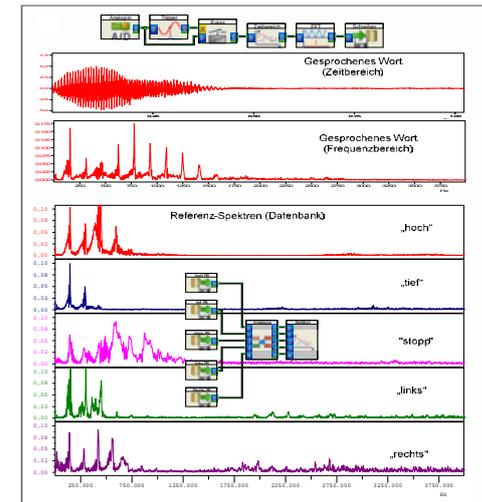
Das Wort „Sprache“ als Frequenz-Zeit-Landschaft und als Sonogramm



Zweidimensionale Schwingungen von Rechteck- und Kreismembran



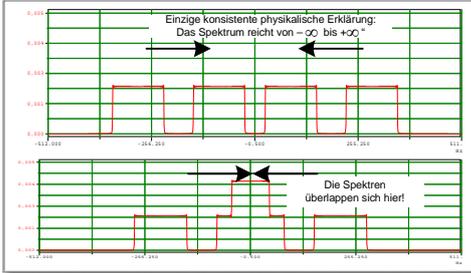
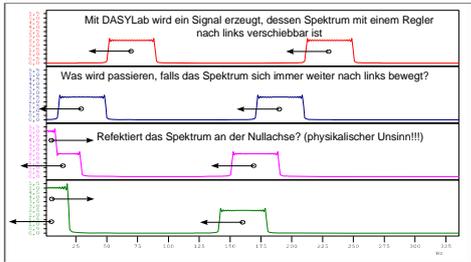
Wie Sprache, Töne, Klänge entstehen und wahrgenommen werden



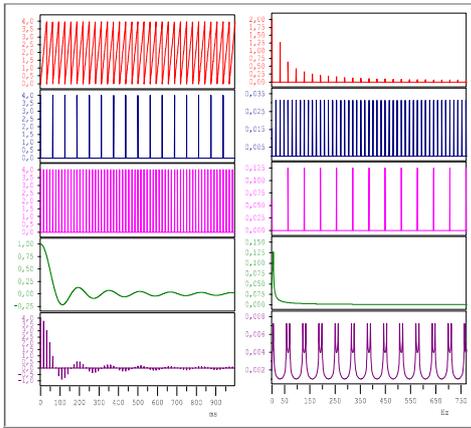
Versuche und einfacher Systementwurf zur Spracherkennung

Flyer: Das fundamentale Symmetrie-Prinzip

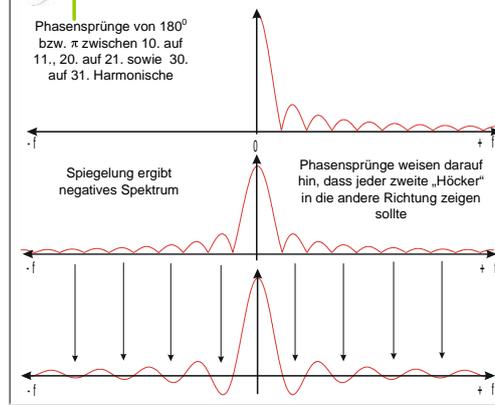
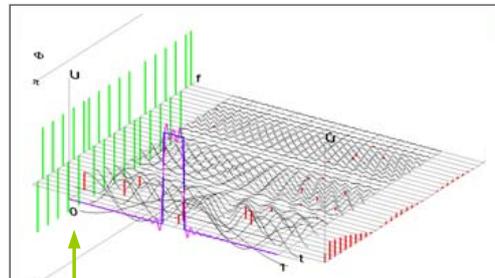
Das Symmetrie-Prinzip leitet sich aus der formalen Symmetrie von FOURIER-Transformation und Inverser FOURIER-Transformation ab. Das wichtigste Ergebnis ist die physikalische Existenz positiver und negativer Frequenzen, wie hier durch Experimente bewiesen wird. Erst hierdurch werden die Eigenschaften sowie physikalische Notwendigkeit komplexer Zahlen wirklich transparent und anschaulich vermittelbar.



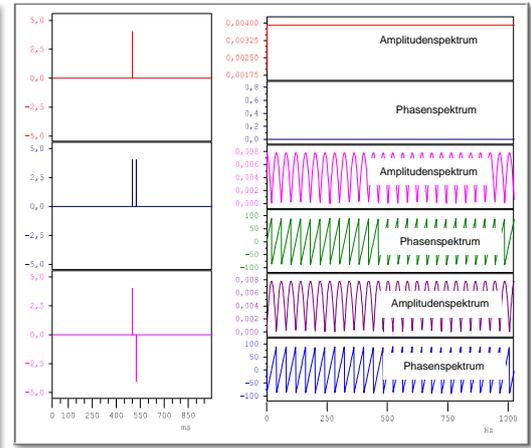
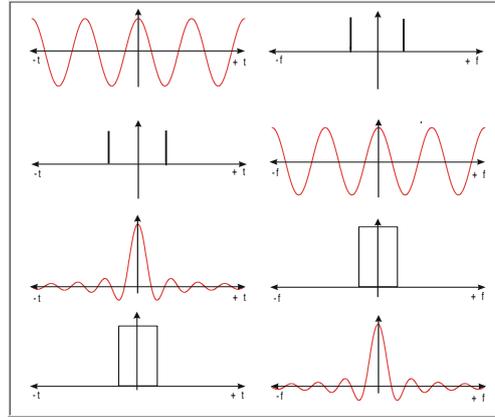
Lösung: Das **symmetrische** Spektrum, wie es die FOURIER-Transformation fordert



Warum besitzen digitale Signale periodische Spektren?
 Lösung: Symmetrie-Prinzip:
 Periodische Signale besitzen diskrete Linien gleichen Abstands im Frequenzbereich, deshalb: Diskrete Linien gleichen Abstands im Zeitbereich (Samples) ergeben periodische Spektren im Frequenzbereich!



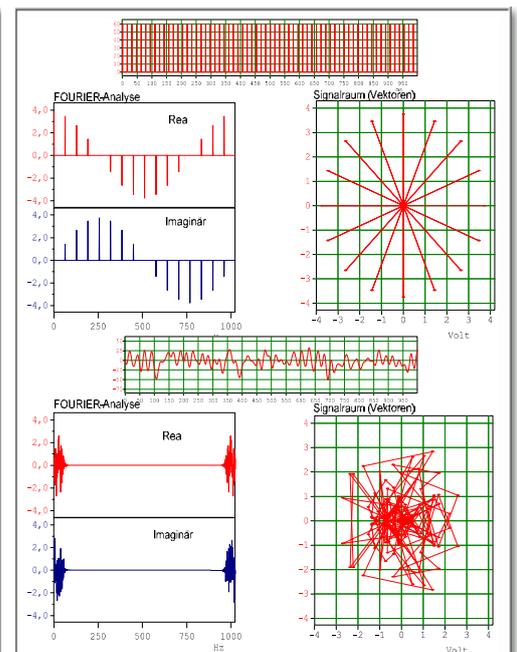
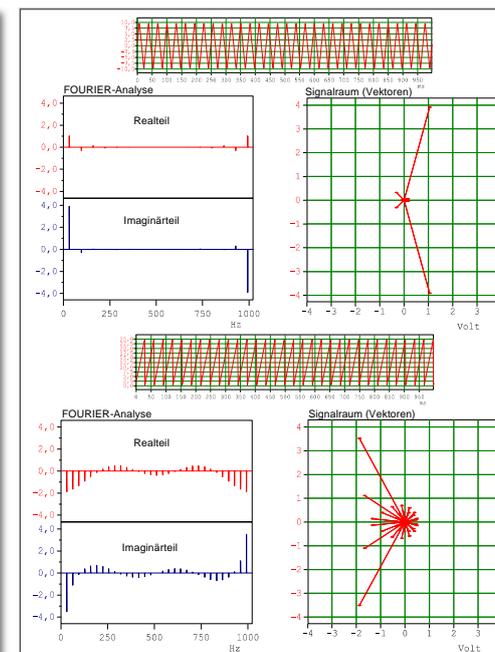
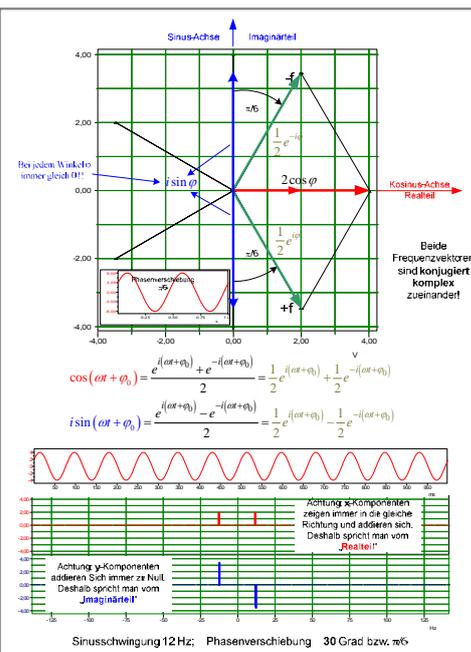
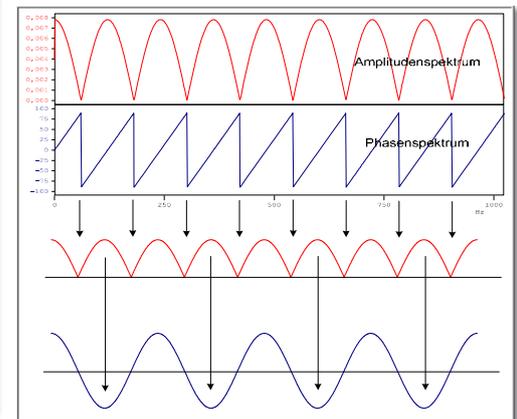
Symmetrie-Bilanz



Nächster physikalischer Beweis des Symmetrie-Prinzips:
Oben: Eine Linie im Zeitbereich (δ -Impuls) ergibt eine konstante Funktion im Frequenzbereich (alle Frequenzen mit gleicher Amplitude)
Mitte und unten: Zwei Linien im Zeitbereich ergeben sinus- bzw. cosinusförmiges Spektrum! Deshalb: Sinusschwingungen im Zeitbereich ergeben immer zwei Linien im Frequenzbereich, nämlich $+f$ und $-f$. Beachten Sie Punkt- und Spiegelsymmetrie.

$$FT \quad X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j\omega t} dt \quad \text{mit } \omega = 2\pi f$$

$$IFT \quad x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega) e^{j\omega t} d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} X(f) e^{j\omega t} df$$



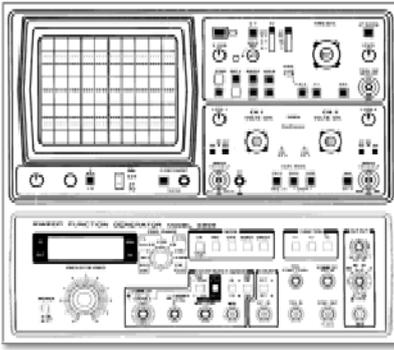
Darstellung verschiedener Signalformen in der GAUSSschen Ebene („Signalraum“)

Die Darstellung der Sinusschwingung in der GAUSSschen Zahlenebene ergibt in vektorieller Darstellung zwei entgegengesetzt rotierende (konjugiert komplexe) Zeiger. Die beiden imaginären Anteile addieren sich immer zu Null, d.h. **imaginär** bedeutet hier: Beide Imaginärteile sind physikalisch relevant, heben sich aber gegenseitig auf. In diesem Sinne eine schöne Interpretation von imaginär. **Real**, weil physikalisch messbar, ist die Summe beider Realteile. Dies ist die einzig konsistente mathematische Darstellung der Entstehung einer Sinusschwingung.

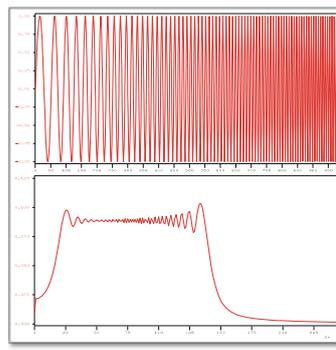
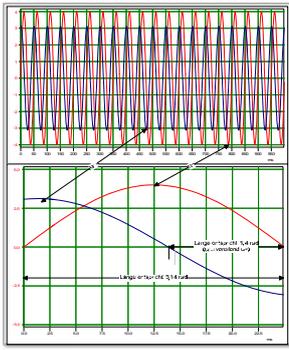
Alle hier aufgeführten Darstellungen und Experimente sind im „Lernsystem“
 Signale – Prozesse – Systeme ... eine multimediale und interaktive Einführung in die
 Signalverarbeitung (Springer Verlag, 6. Auflage)
 im 5. Kapitel „Das Symmetrie-Prinzip“ enthalten. DASYLab, 280 vorprogrammierte
 Systeme und HD-Videos finden Sie auf der dem Buch beiliegenden DVD

Flyer Systemanalyse (Kapitel 6)

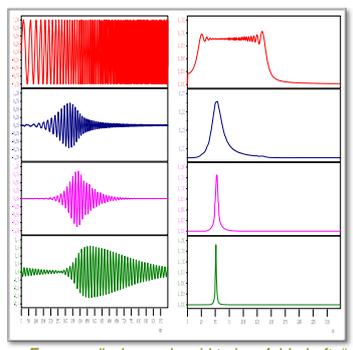
Bei der messtechnischen Systemanalyse wird ein bestimmtes Testsignal auf den Eingang gegeben. Aus dem Vergleich von Eingangs- und Ausgangssignal werden die Systemeigenschaften ermittelt.



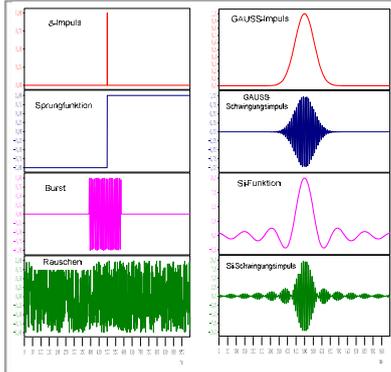
Umständlich, fehlerbehaftet, zeitaufwändig: Über eine schrittweise Änderung der Frequenz wird der Amplituden- und Phasenverlauf des Systems protokolliert und zeichnerisch dargestellt.



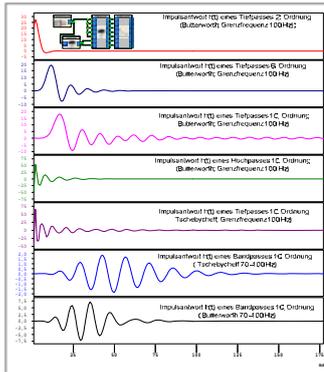
Beim Wobbelsignal ändert sich die Frequenz linear von f_{Start} bis f_{Stop} .



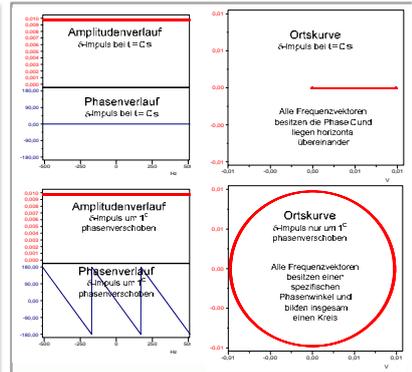
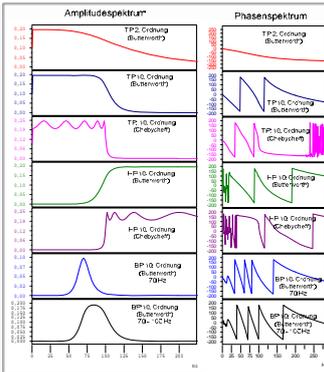
Diese Frequenzänderung bewirkt eine „fehlerrhafte“ Darstellung (Unschärfe-Prinzip!), hier Bandpass; eine FFT korrigiert weitgehend diesen „Fehler“ (rechts)



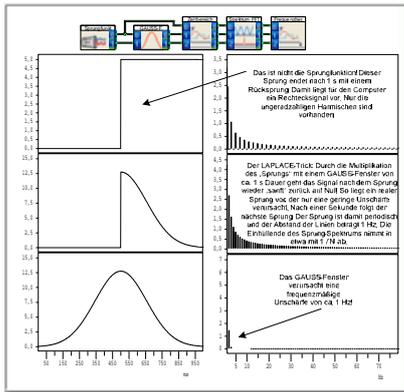
Moderne Testsignale testen das System gleichzeitig mit vielen Frequenzen, d.h. einem ganz bestimmten Spektrum



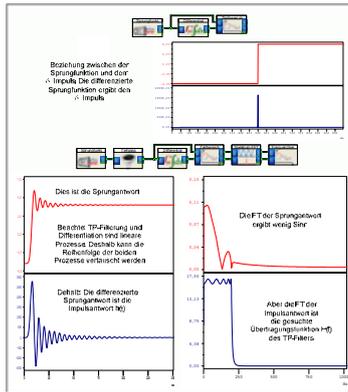
Aus theoretischer Sicht ist der δ -Impuls das ideale Testsignal; die FFT der Impulsantwort liefert sofort die Übertragungsfunktion. Realer Nachteil: Energiemäßig zu „schwach“



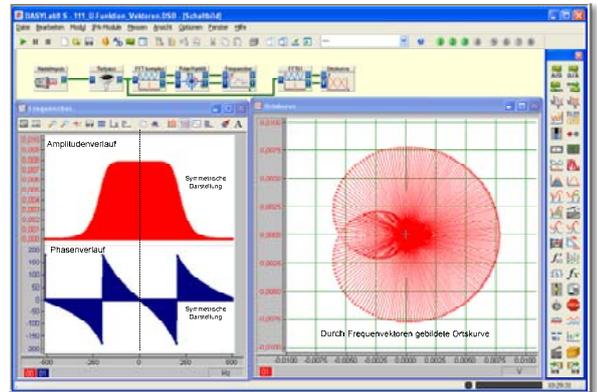
Amplituden- und Phasenverlauf des Systems ergibt die Übertragungsfunktion. Die Ortskurve fasst beide Darstellungen in der GAUSSschen Ebene zusammen



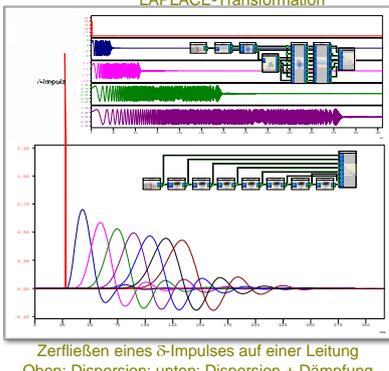
Die Sprungfunktion wäre das beste reale Testsignal, mathematisch jedoch nicht handbar. Ausweg: LAPLACE-Transformation



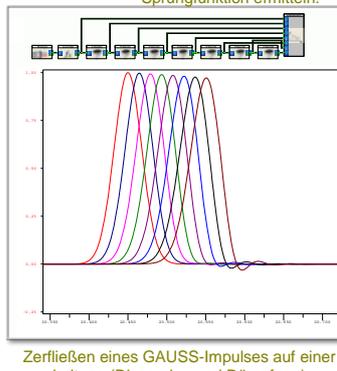
Durch diesen „Trick“ lässt sich die Übertragungsfunktion messtechnisch über Sprungfunktion ermitteln!



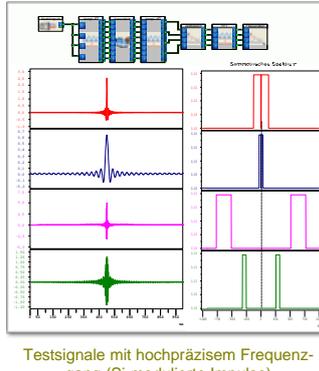
Grafische Programmierung mit DASYLab: Einige Module sinnvoll kombiniert, schon ist ein komplexer Messplatz generiert!



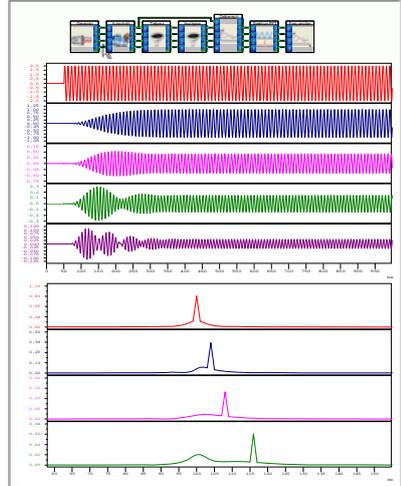
Zerfließen eines δ -Impulses auf einer Leitung
Oben: Dispersion; unten: Dispersion + Dämpfung



Zerfließen eines GAUSS-Impulses auf einer Leitung (Dispersion und Dämpfung)



Testsignale mit hochpräzisiertem Frequenzgang (Si-modulierte Impulse)



Einschwingvorgänge: Das System erzählt etwas über sich selbst!

Erst im eingeschwungenen – stationären – Zustand kann Information übertragen werden. Hier werden Burst-Impulse verschiedener Frequenz auf den Eingang eines Bandfilters gegeben. Je breiter der Frequenzgang des Filters, desto kürzer die Einschwingzeit (Unschärfe-Prinzip!), desto mehr Information pro Zeitintervall kann transportiert werden.

**Der Link zum Buch/Lernsystem
Signale – Prozesse - Systeme**

Ulrich Karrenberg

Signals, Processes, and Systems

An Interactive Multimedia Introduction to Signal Processing

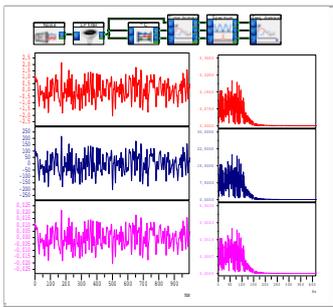
Chapter 6 System analysis

- Sweep
- Modern test signals
- The δ -pulse
- The transfer function as a locus curve
- The step function
- The GAUSSian pulse
- The GAUSSian oscillation pulse
- The Burst signal
- The SFfunction and the SFoscillation pulse
- Noise
- Transients in systems
- Exercises on chapter 6

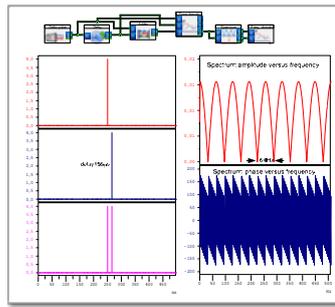
Rauschen als Testsignal: Je länger gemessen wird – hier durch Mittelung -, desto genauer der Frequenzgang

Flyer zum Kapitel 7: Lineare und nichtlineare Systeme

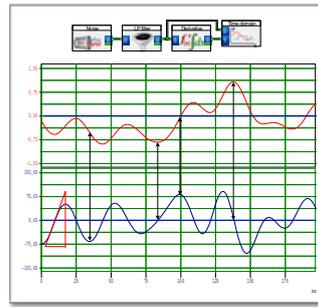
Alle signaltechnische Prozesse bzw. Systeme lassen sich in zwei Kategorien einteilen: Linear und nichtlinear bezüglich Sinusschwingungen



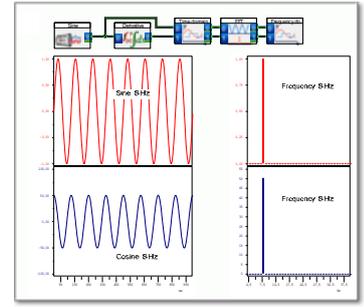
Die beiden einfachsten linearen Prozesse: Multiplikation mit einer Konstanten und Zeitverschiebung (links)



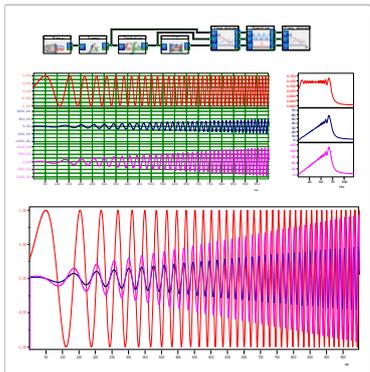
Addition und Zeitverschiebung z.B. ergeben bereits ein spezielles (Notch-) Filter



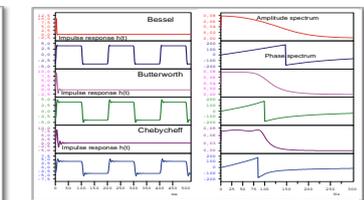
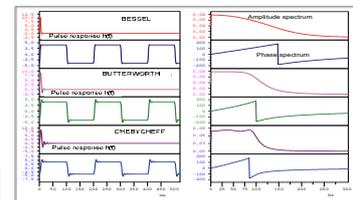
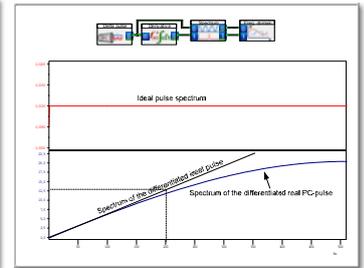
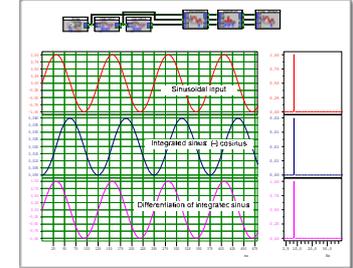
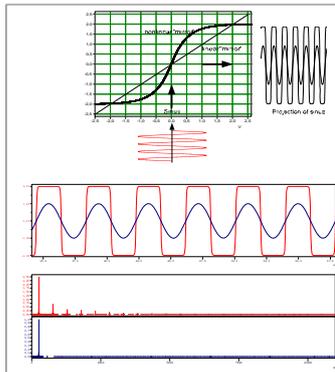
Veranschaulichung der Differenziation



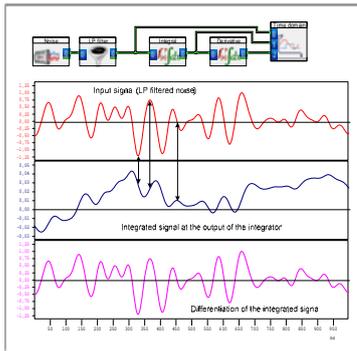
Differenziation einer Sinusschwingung im Zeit- und Frequenzbereich



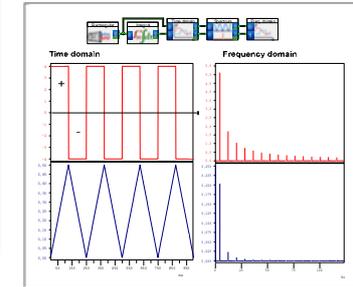
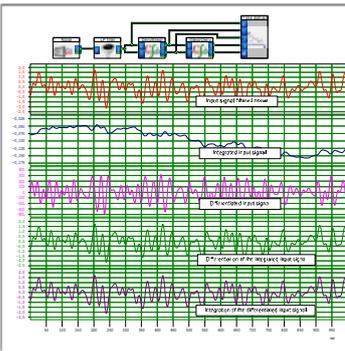
Differenziation eines Wobbelsignals im Zeit- und Frequenzbereich (Frequenzänderung linear)



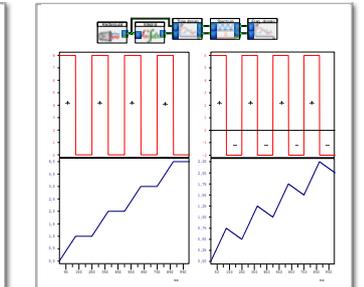
Herkömmliche Filter zeigen lineares Verhalten: es findet eine frequenzabhängige Dämpfung und Phasenverschiebung statt



Integration als Umkehrung der Differenziation; die Reihenfolge linearer Prozesse kann vertauscht werden. Signaltechnisch ist Differenziation Hochpassfilterung, Integration Tiefpassfilterung



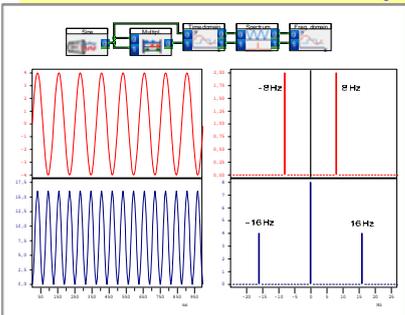
Integration einer periodischen Rechteckfolge (Teil 1)



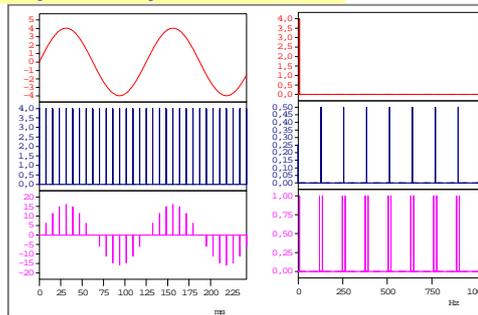
Integration einer periodischen Rechteckfolge (Teil 1)

Nichtlineare Prozesse

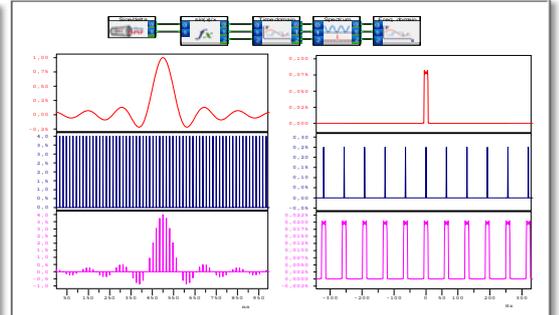
Theoretisch gibt es unendlich viele verschiedene nichtlineare Prozesse, jedoch sind nur eine Handvoll von ihnen von Bedeutung für die Signalverarbeitung



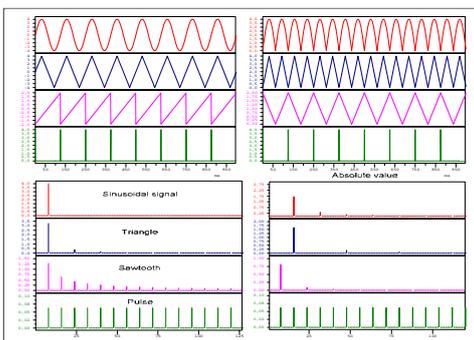
Die Multiplikation zweier verschiedener Frequenzen bzw. Sinusschwingungen



Multiplikation einer Sinusschwingung mit einer periodischen δ -Impulsfolge



Multiplikation einer (bandbegrenzten) Si-Funktion mit einer periodischen δ -Impulsfolge



Die Betragsbildung als linearer oder nichtlinearer Prozess

Ulrich Karrenberg

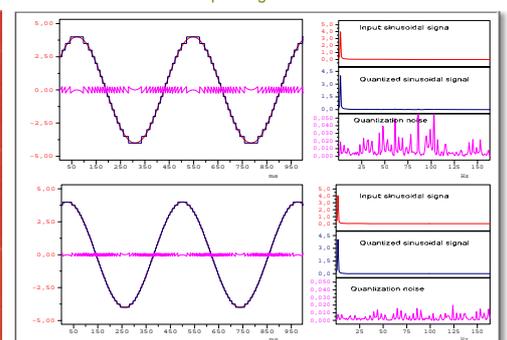
Signale, Prozesse Systeme

Eine multimediale und interaktive Einführung in die Signalverarbeitung

Kapitel 7 Lineare und nichtlineare Prozesse

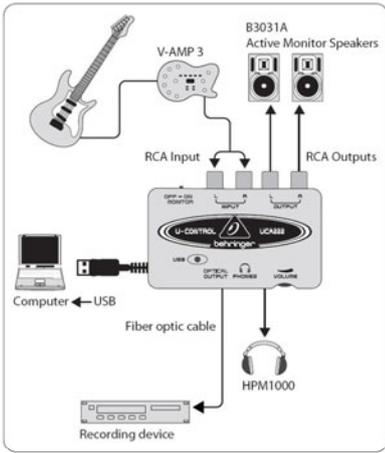
- Systemanalyse und Systemsynthese
- Die Messung entscheidet ob linear oder nichtlinear
- Zur fachübergreifenden Bedeutung
- Spiegelung und Projektion
- Einzigartigstes Bauelement: der Transistor
- Lineare Prozesse gibt es nur wenige
- Die Addition zweier oder mehrerer Signale
- Die Verzögerung
- Differenziation
- Integrieren
- Bogenförmige Funktionen bzw. Signalverläufe
- Filter
- Multiplikation zweier Signale
- Die Betragsbildung
- Quantisierung
- Windowing
- Aufgaben zu Kapitel 7

Gliederung des 7. Kapitels

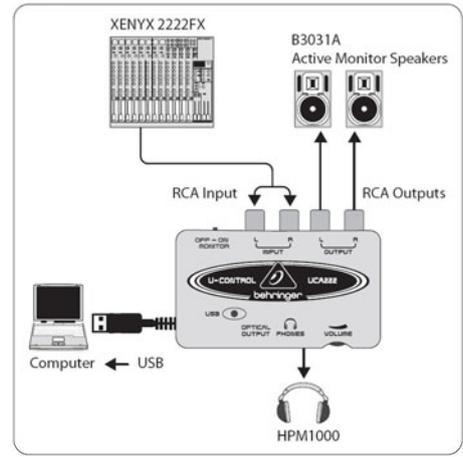


Quantisierung als nichtlinearer Prozess

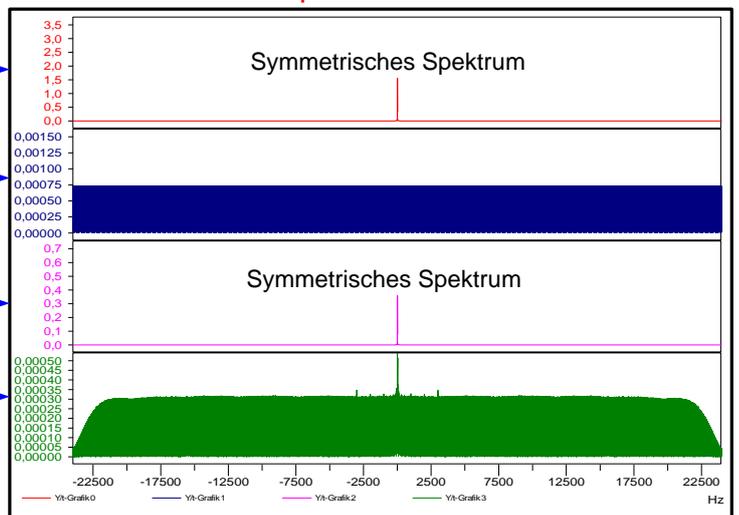
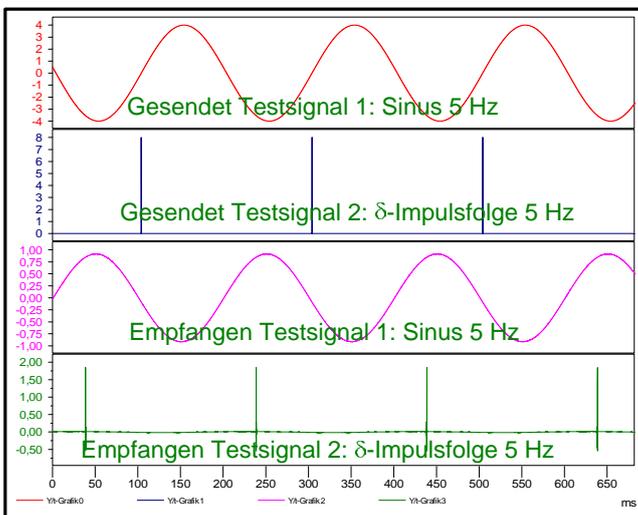
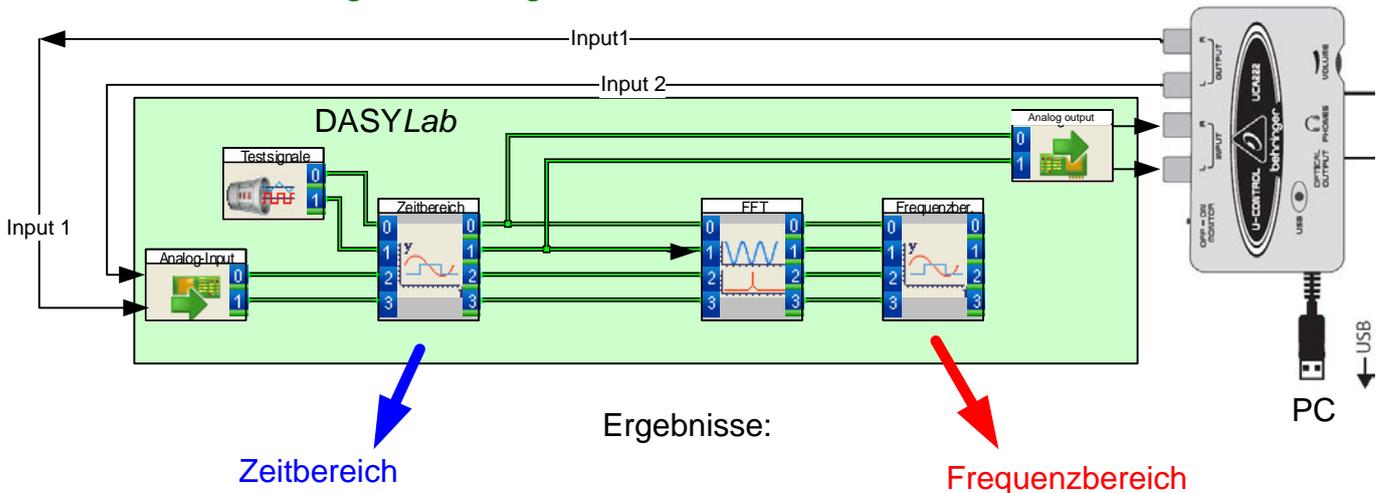
Applikationen des USB Audio Interface UCA 222 unter Verwendung von DASYLab



Standard-Applikationen von Behringer

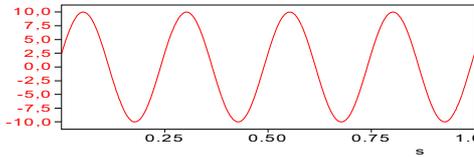


Testschaltung für die Eigenschaften des Audio Interfaces UCA 222



Bandbreite des Audio-Interface: < 5Hz bis 22 kHz

DASYLab und das USB Audio Interface bilden ein vielseitiges, hochpräzises und preiswertes Mess- und Signalacquisitionssystem



Um die vollständige Information über die in einem Signal enthaltenen Frequenzen/ Sinusschwingungen zu erhalten, sind neben der Frequenz zwei zusätzliche Angaben erforderlich: Amplitude und Phase!

Durch Experimenten sollen Sie nun feststellen, wie sich aus den Signalen an den beiden Ausgängen des FFT-Moduls

- die Information über Amplitude und Phase gewinnen lässt bzw.
- wie sich alle Informationen des Frequenzbereichs in **einer** einzigen Darstellung (GAUSSsche Ebene) zusammenfassen lassen.

Aufgabe 1

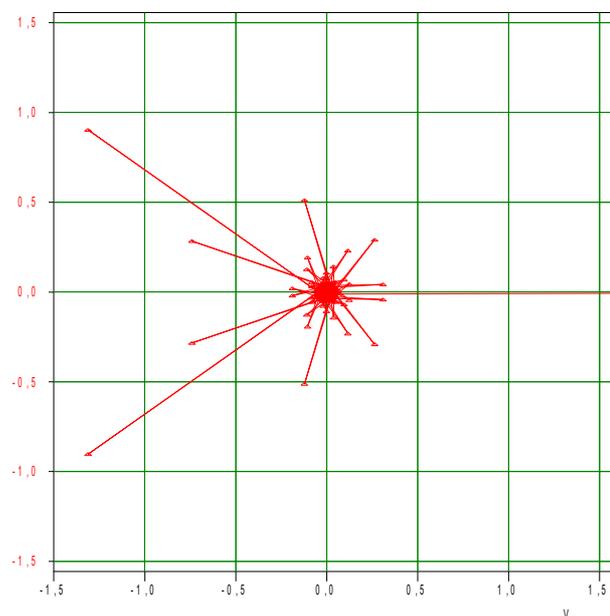
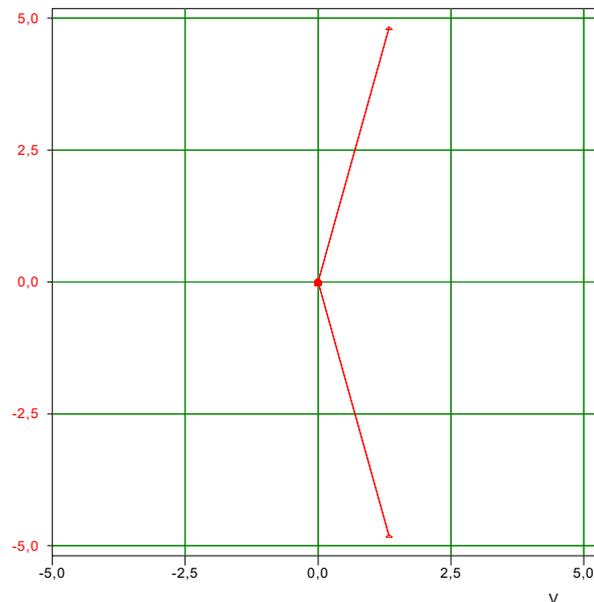
Zur Datenanalyse verwenden Sie bitte zunächst eine einfache Sinusschwingung, einmal von 8 Hz bzw von 64 Hz (gleiche Amplitude!).

- a) Schalten Sie bitte an die beiden Ausgänge des FFT-Moduls je einen Kanal des Y/t-Moduls, wählen Sie die symmetrische Darstellung und notieren Sie die Ausgangswerte für die Phasenverschiebungen 0, 45, 90, 135 und 180°. Welche Veränderung stellen Sie bei den beiden verschiedenen Frequenzen fest?
- b) Schalten Sie nun an beide Ausgänge ein X-Y-Modul und halten Sie Ihre Beobachtungen bei den entsprechenden Phasenverschiebungen bei beiden Frequenzen fest! Wie sind Amplitude und Phase hier gemeinsam in der Darstellung enthalten?

Aufgabe 2

Wiederholen Sie nun den Versuch von Aufgabe 1 mit einer Sägezahnsschwingung (ohne Offset).

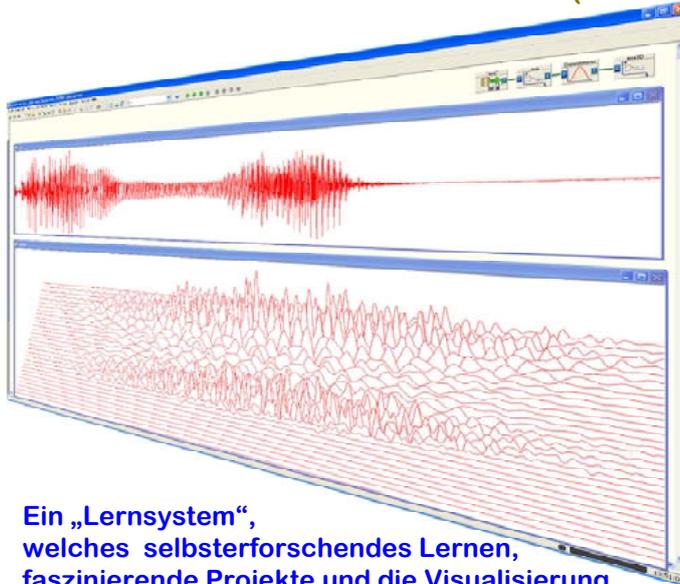
- a) Wie lassen sich in diesem „komplexen Spektrum“ die Zeiger („Vektoren“) der Grundschwingung und die ganzzahlig Vielfachen erkennen?
- b) Wie groß sind hier in der X-Y-Darstellung die Phasenverschiebung gemäß Aufgabe 1 bei der Grundschwingung und den ganzzahlig Vielfachen?
- c) Kommentieren Sie die Ergebnisse!



Eine neue Perspektive für Schule und Lehre

Selbsterforschendes Lernen durch Interaktivität und Multimedia

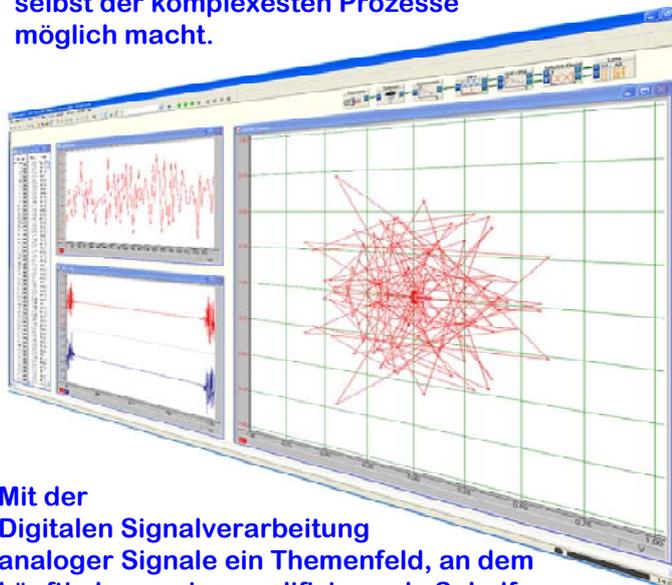
(www.asat.de)



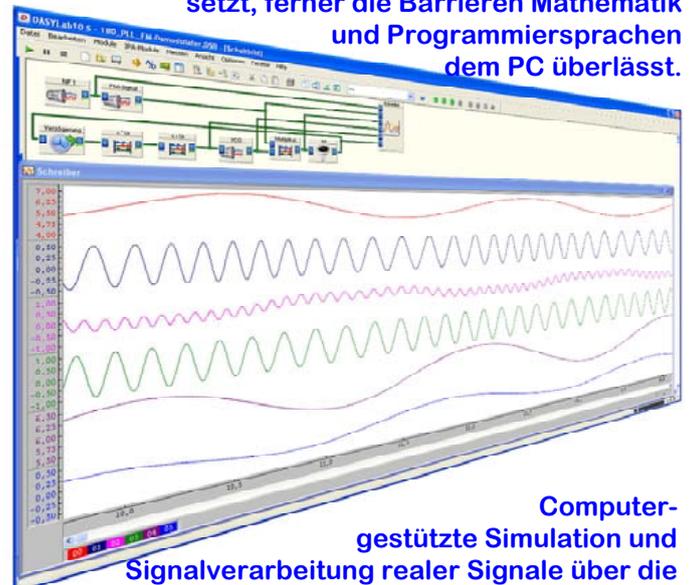
Ein „Lernsystem“, welches selbsterforschendes Lernen, faszinierende Projekte und die Visualisierung selbst der komplexesten Prozesse möglich macht.



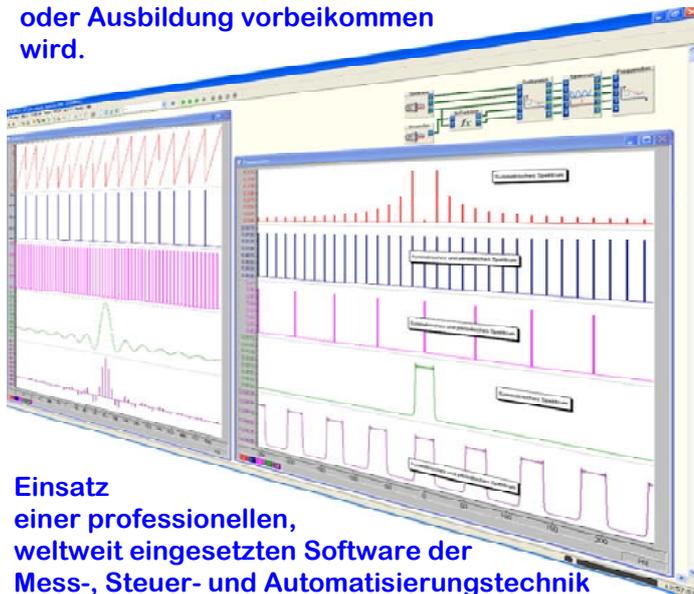
Ein zeitloses pädagogisches Konzept für die Informationstechnik, welches auf die Visualisierung von Signalen und Prozessen setzt, ferner die Barrieren Mathematik und Programmiersprachen dem PC überlässt.



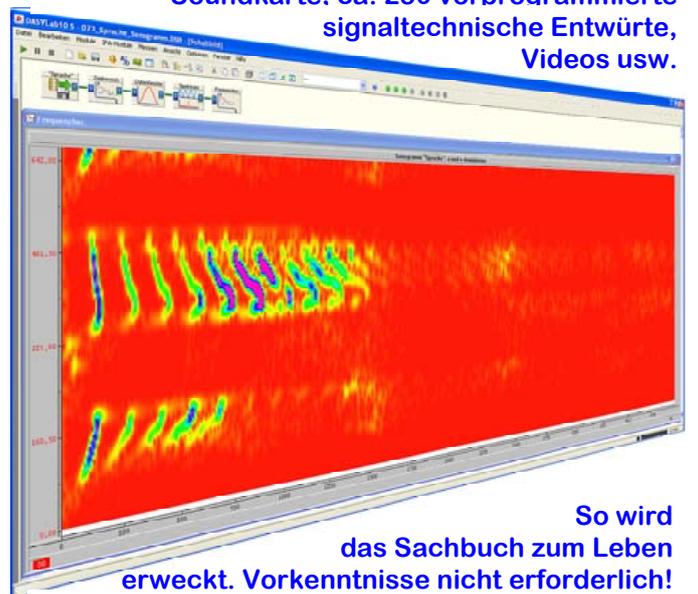
Mit der Digitalen Signalverarbeitung analoger Signale ein Themenfeld, an dem künftig kaum eine qualifizierende Schulform oder Ausbildung vorbeikommen wird.



Computer-gestützte Simulation und Signalverarbeitung realer Signale über die Soundkarte: ca. 250 vorprogrammierte signaltechnische Entwürfe, Videos usw.



Einsatz einer professionellen, weltweit eingesetzten Software der Mess-, Steuer- und Automatisierungstechnik



So wird das Sachbuch zum Leben erweckt. Vorkenntnisse nicht erforderlich!

Eine mächtige, intuitiv nutzbare Entwicklungsumgebung für die grafische Programmierung signaltechnischer Systeme, von der bis vor kurzem Schule und Hochschule nur geträumt haben! Drei physikalische Phänomene liefern ein schlüssiges, zeitloses Erklärungsmodell (Naturgesetze veralten nicht!). Die „Barrieren“ Höhere Mathematik und Programmiersprachen werden vermieden.