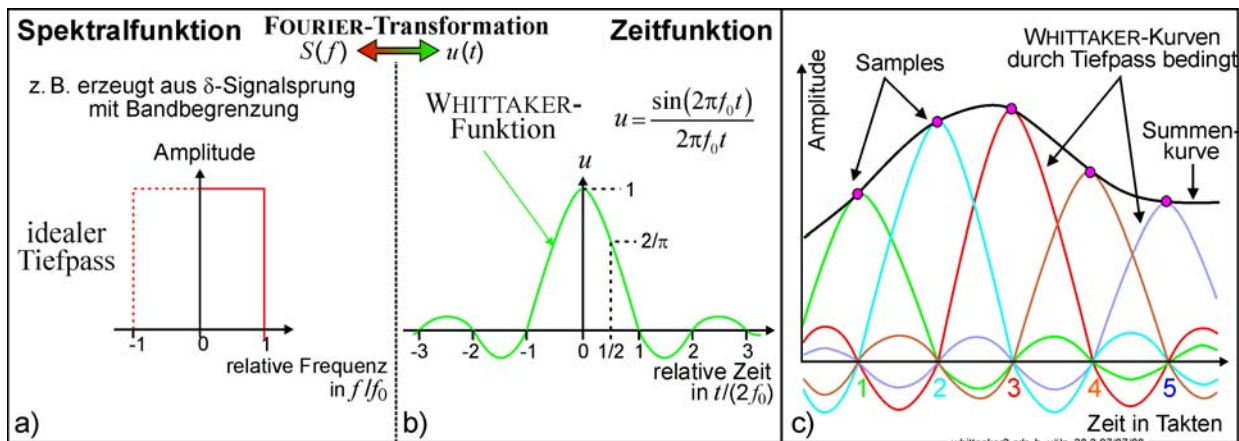


Kontinuierliche Digitaltechnik

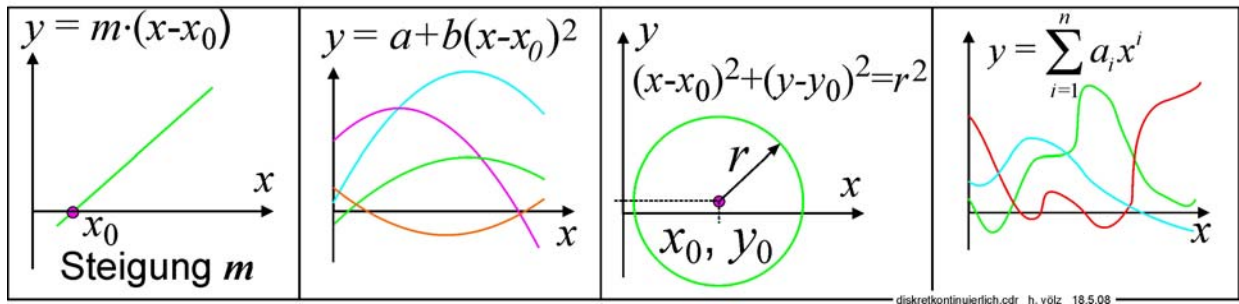
1. Stand der Digitaltechnik

1. Bei jeder Digitaltechnik ist es notwendig
kontinuierliche Signale-Ströme → *einzelne diskrete (digitale) Werte*
 bezüglich Zeit und Amplitude zu überführen
2. **Zeit-Quantelung:** Theoretische Grundlage ist das Sampling-Theorem (SHANNON).
 Die höchste im Signal-Strom vorkommende Frequenz f_{ob} bestimmt die Abtast-Rate,
 = maximaler Abstand Δt zwischen zwei aufeinander folgende Abtastwerten: $\Delta t \leq \frac{1}{2B}$.
3. **Amplituden-Quantisierung:** Die Amplitudenstufen (-sprünge) Δu müssen so klein sein,
 dass sie vom Empfänger (z .B. Auge, Ohr) nicht störend wahrgenommen werden.
 Hierfür gibt es (z. Z.) keine theoretischen Grundlagen.
4. Die Zeit-Quantelung kann mit der **Whittaker-Funktion** $\sin(\alpha)/\alpha$
 exakt zurückgenommen werden.
5. Die Amplituden-Quantisierung ist nicht rücknehmbar.
 Das erfordert sehr **große Bit-Tiefe** bzw. führt zum stark störenden Sampling-Rauschen.
6. **Frage:** Gibt es theoretisch auch eine **Rücknahme** der Amplituden-Quantisierung?
 Suche danach, ergab bisher keine Lösung, führte aber zu einer anderen Variante.



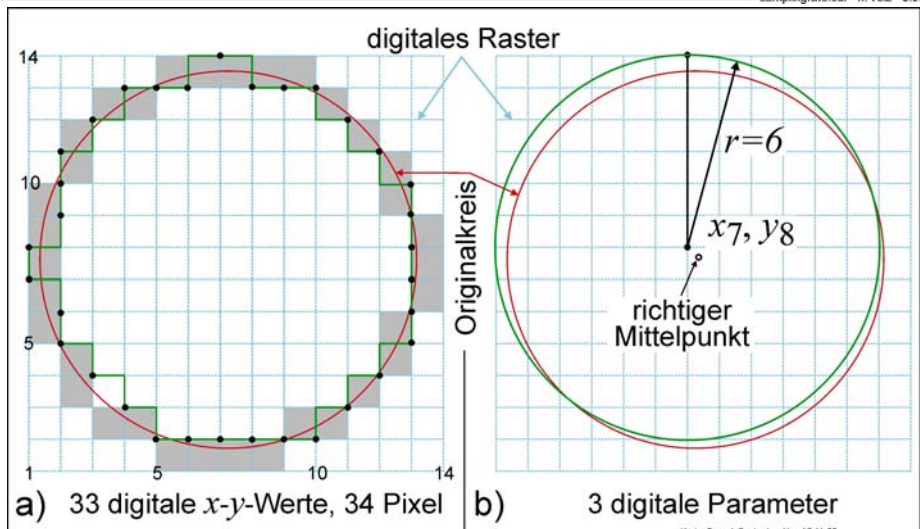
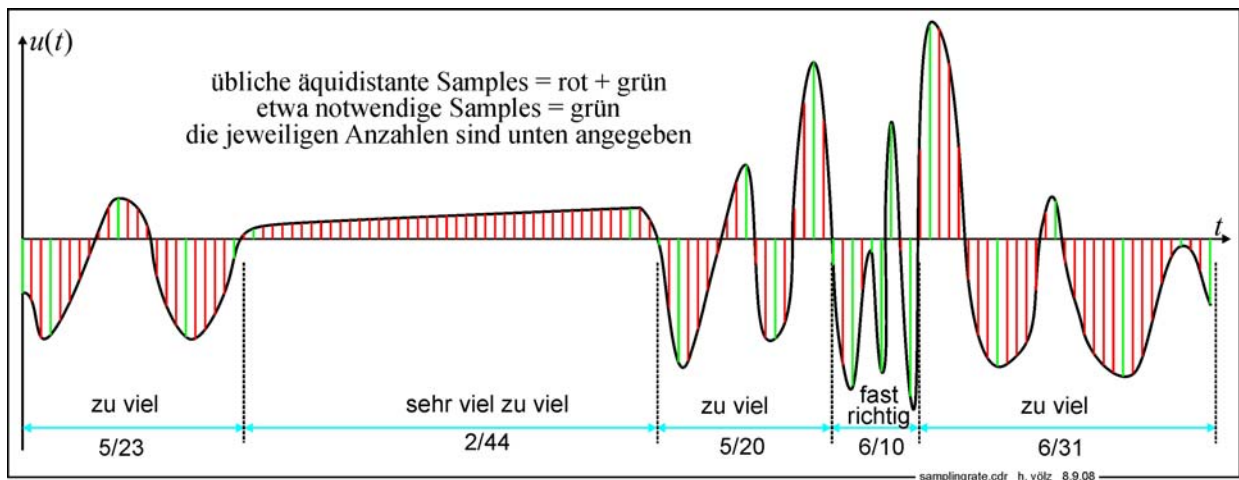
		kontinuierlich → Quantisierung → diskret ← keine fehlerfreie Umkehrung bekannt →	
		Amplitudenstufen	
Amplitude ↓ Sampling Whittaker-Funktion ↑ diskret Samplingrate	Zeit	Amplitude analoge Technik, z. B. Verstärker, Filter, Amplituden- und Frequenz- modulation kk	Amplitude quantisierte, asynchrone Techniken, z. B. Nachlauf- AD-Wandler kd
	Zeit	Amplitude periodisch kontinuierliche Abtastsignale, z. B. Pulsängen-, Pulsverhältnis- modulation dk	Amplitude getaktete, diskrete Techniken, z. B. Pulscode- modulationen, Rechentechnik dd

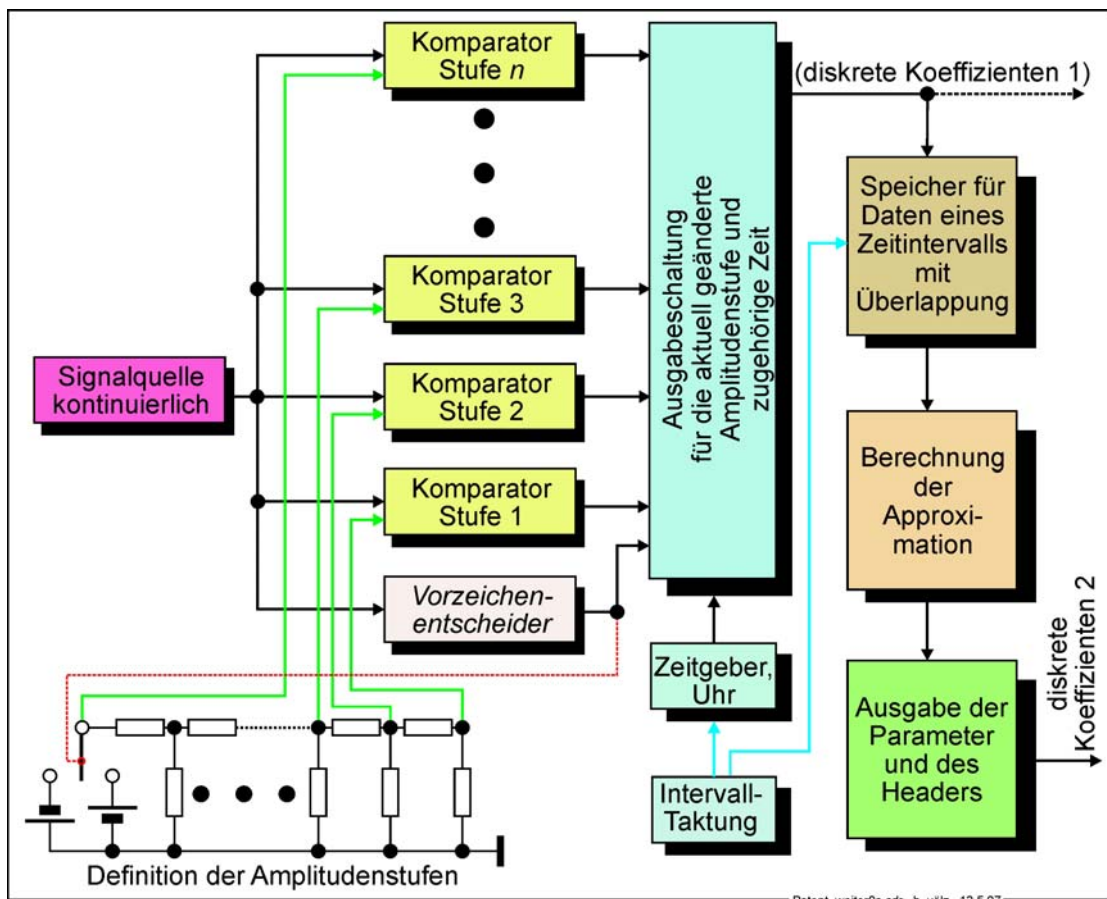
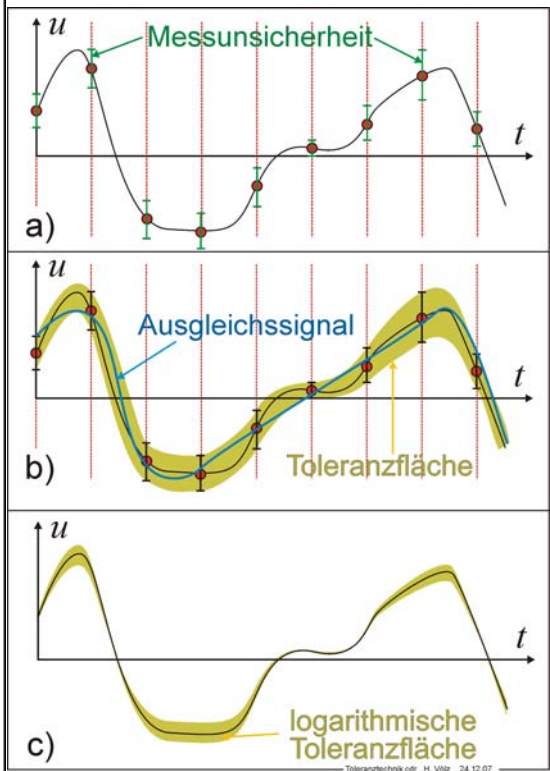
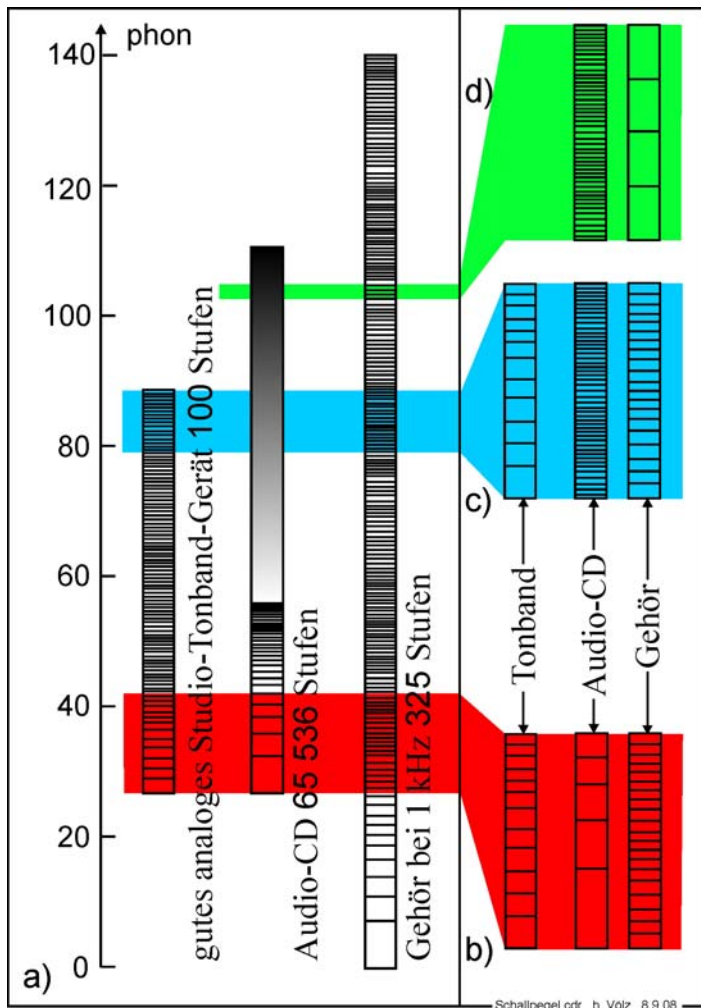
Signalverarbeitung3.cdr H. Vözl 29.12.93/24.1.07

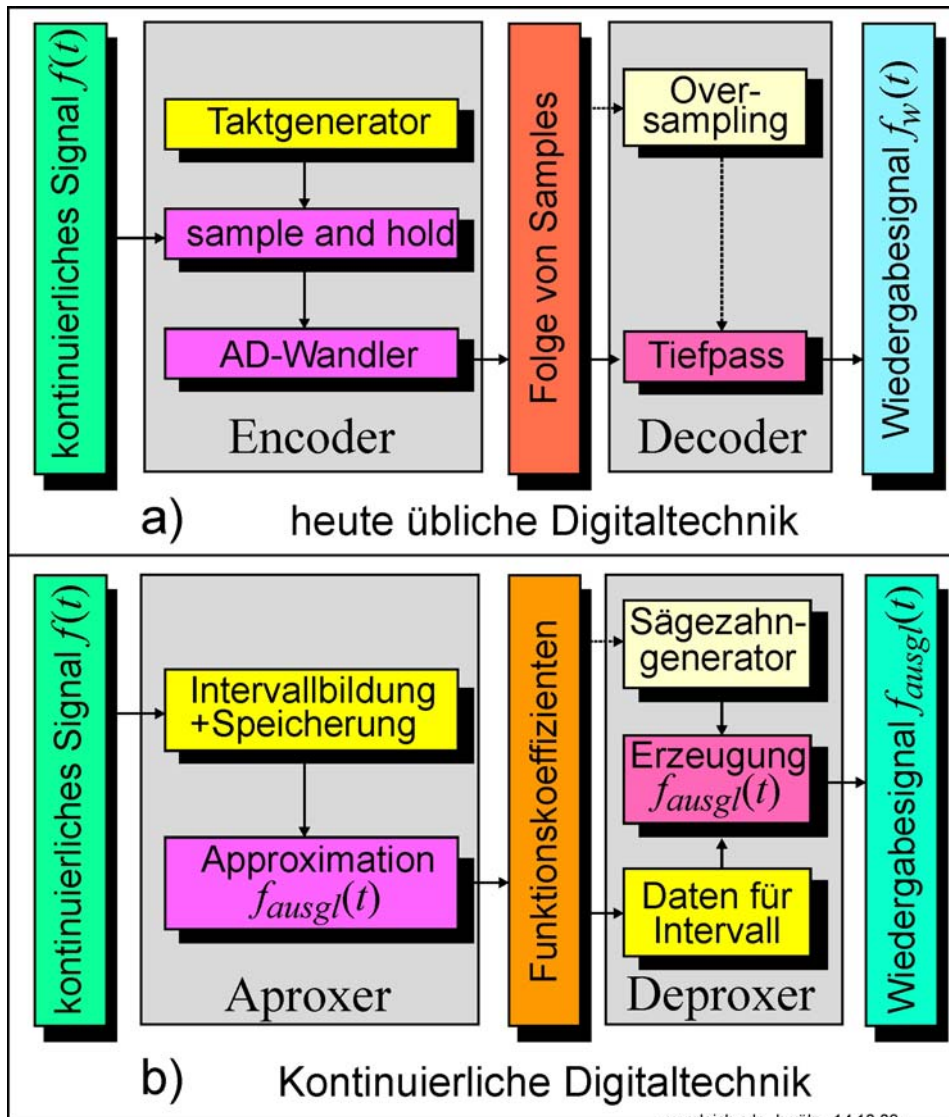


5. Die beiden Worst-Case-Probleme

1. In vielen **Signal-Abschnitten** kommt die **höchste Signal-Frequenz** f_{ob} nicht vor,
 - Hier gibt es eine höchste Signalfrequenz $f_{ab} \ll f_{ob}$, wodurch deutlich größere Zeitabstände $\Delta t_{ab} \gg \Delta t$, also weniger Samples ausreichen
 - Leider ist dies aus mehreren technischen Gründen praktisch nicht nutzbar.
2. Die **wahrnehmbaren Amplitudenstufen** hängen meist erheblich vom Pegel, z. B. Lautstärke, Helligkeit, Farbe usw. ab.
 - Die gebräuchlichen **Analog-Digital-Wandler** müssen jedoch aus mehreren technischen Gründen mit konstanten Amplitudenstufen arbeiten: $\Delta u = \text{konstant}$
 - Daher ist immer die kleinste Amplitudenstufe des Empfängers zu berücksichtigen. Sie liegt gewöhnlich bei den geringen Amplitudenwerten.
 - für Auge und Ohr gilt etwa $\Delta u = m \cdot u_{sign}$ (m Faktor für Art des Sinnes)
 - Daher gilt $\Delta u(u_{sign}) = k \cdot \log(u_{sign}) = \text{logarithmische Stufen}$







12. Vergleich	
Heute	Kontinuierliche Digitaltechnik
<ul style="list-style-type: none"> • 2mal worst case: <ol style="list-style-type: none"> 1. höchste vorkommende Frequenz bestimmt Sampling-Rate 2. kleinste hörbare Amplitudenstufe bestimmt Bit-Tiefe • Übertragung der Sampling-Werte • Tiefpass zur Unterdrückung der Signalsprünge 	<ul style="list-style-type: none"> • Wahl eines Zeitintervalls • Anpassung der Zeitverlaufs durch eine möglichst einfache kontinuierliche Funktion • Übertragung der Koeffizienten • Erzeugung und Wiedergabe der kontinuierlichen Funktion
Kontinuierliche Digitaltechnik	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Übertragung von nur sehr wenigen Koeffizienten • Kein Sampling-Rauschen, da direkt kontinuierliches Signal erzeugt wird • Gutes Berücksichtigen der jeweils aktuellen oberen Frequenz • Einfaches Einbeziehen von Empfänger-Modellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhebliches Umstellen der Technik • Beträchtliches theoretisches Umdenken • Für Aufnahme ist erhöhter Aufwand notwendig

13. Literatur

- Völz, H.: Kontinuierliche Digitaltechnik. Teil 1. Mathematische Grundlagen. Elektronik 2008, H. 15, 38 – 42
- Völz, H.: Kontinuierliche Digitaltechnik. Teil 2. Schaltungstechniken für die Spezifischen Signalabtastungen. Elektronik 2008, H. 17, 44 – 49
- Völz, H.: Kontinuierliche Digitaltechnik. Teil 3. Ermittlung der Koeffizienten und Signalwiedergabe. Elektronik 2008, H. 19, 46 – 52

Diese drei Beiträge wurden am 12.3.09 als beste Artikel der Elektronik des Jahres 2008 ausgezeichnet
Siehe hierzu: Elektronik 2009, H. 8. S. 23

- Völz, H.: Kontinuierliche Digitaltechnik - Eine neue hochleistungsfähige Methode zur Digitalisierung von Signalen. Shaker Verlag, Aachen 2008