



# Digitale Medien

Sommersemester 2012

Prof. Dr. Enrico Rukzio

# Kapitel 1      Grundlagen digitaler Medien

## 1.1      **Medium, Medieninformatik, Multimedia**

### 1.2      Digitalisierung

### 1.3      Informationstheoretische Grundlagen

#### 1.3.1 Abtasttheorem

#### 1.3.2 Stochastische Nachrichtenquelle, Entropie, Redundanz

### 1.4      Verlustfreie universelle Kompression

Basis:

- Andreas Butz, Heinrich Hußmann und Rainer Malaka:  
Medieninformatik: Eine Einführung. Pearson Studium, ISBN-10:  
3827373530, 2009. – Kapitel 1 & 2
- Digitale Medien (Prof. Dr. Andreas Butz, LMU München, WiSe 2011)
- Digitale Medien (Prof. Dr. Hendrik Lensch, Uni Ulm, SoSe 2011)

## „Medium“ – Was heißt das?



IEEE Spectrum Apr 2008



covertress.blogspot.com



www.icfj.org

## Medienbegriff

Medien: Plural von Medium

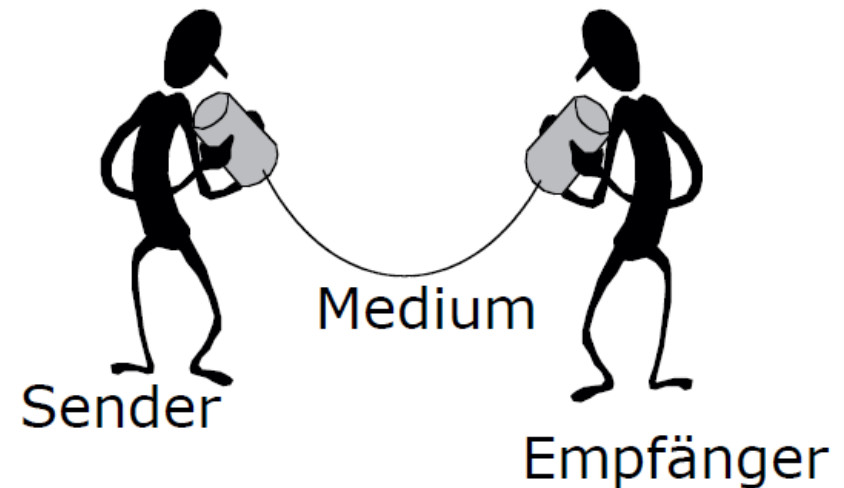
Medium (lat.): „Das in der Mitte befindliche“

„Medium“ laut Meyer's Enzyklopädie:

- Vermittelndes Element
- Mittel zur **Weitergabe und Verbreitung von Informationen** durch Sprache, Gestik, Mimik, Schrift und Bild

Vielfach überladener Begriff:

- Physik
- Nachrichtentechnik
- Kommunikationswissenschaft
- Pädagogik
- Parapsychologie !
- etc. ...



## Gesellschaftliche vs. technische Medien

### Gesellschaftliche Medien

- Sichtweise der Kommunikationswissenschaft, Soziologie etc.
- Ganzheitliche Betrachtung komplexer Kommunikationsformen
- z.B. „Medium Zeitung“ oder „Medium Rundfunk“
- Analog „Medium Internet“ oder „Medium WWW“

### Technische Medien

- Sichtweise der Informatik
- Betrachtung von (integrierbaren) Einzelmedien
- z.B. „Medium Text“ oder „Medium Ton“
- Spezieller: „Medium MPEG-Strom“ oder „Medium JPEG-Bild“

## Medienbegriff

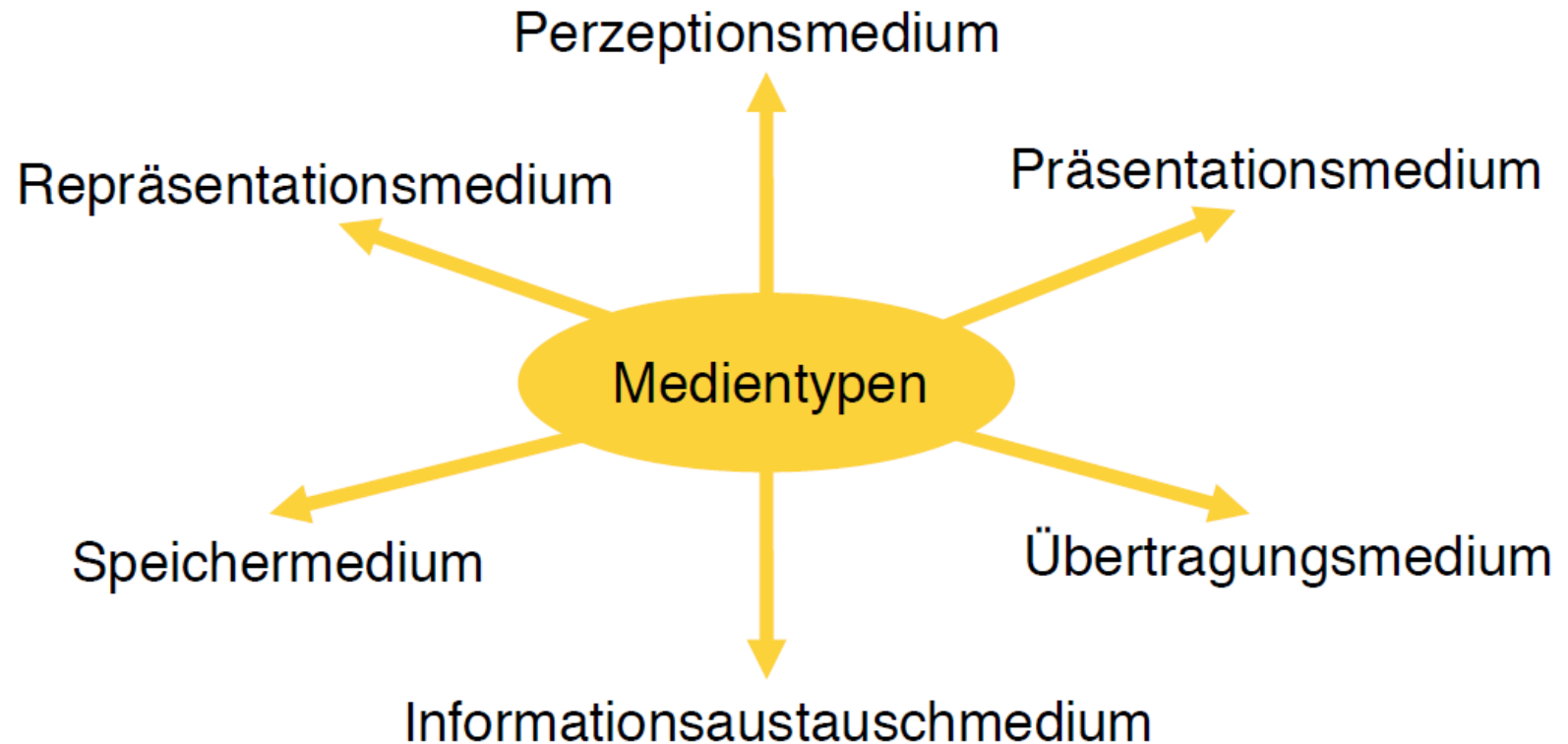
### Medien in der Informationsverarbeitung

- Aufnahme / Erstellung, Speicherung, Verarbeitung, Übertragung / Verbreitung und Darstellung von Information

### Typische Medientypen

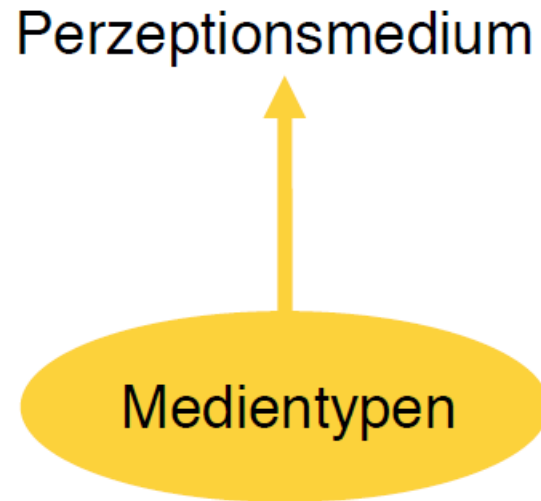
- Visuell (Text, Grafik, Bild, Animation, Video, 3D)
- Audio
- Haptik
- (Geruch)
- (Geschmack)

## Medienbegriff: Typen von Medien



Technisch relevante Typen von „Medien“  
(Quelle: ISO/IEC-Standard „MHEG“)

## Medienbegriff: Typen von Medien



Wie nimmt der Mensch die Information auf?

„Kanäle“ / Modalitäten der Sinneswahrnehmung:  
Hören, Sehen, Fühlen, (Riechen), (Schmecken)



## Medienbegriff: Typen von Medien

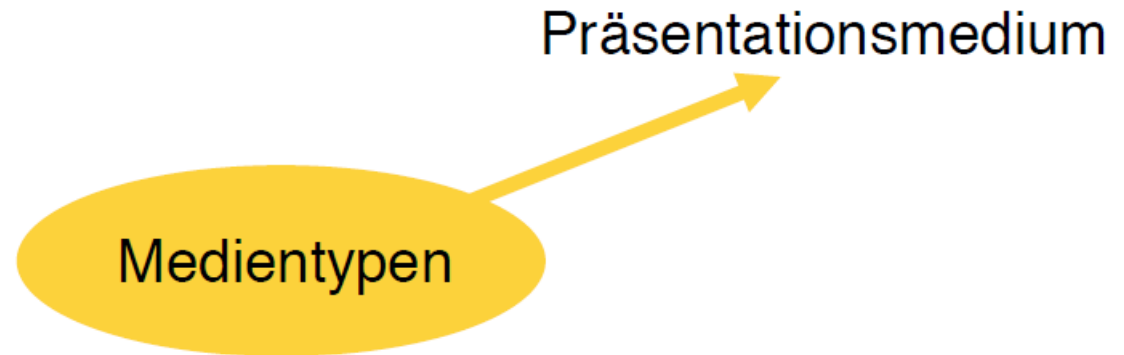
Repräsentationsmedium



Wie wird die Information im Rechner kodiert?

- Z.B. Text in Buchstaben nach ASCII-Code
- Z.B. formatierter Text, etwa mit HTML oder mit RTF
- Z.B. Grafisches Bild (evtl. mit Textinformation), etwa mit GIF, TIF

## Medienbegriff: Typen von Medien

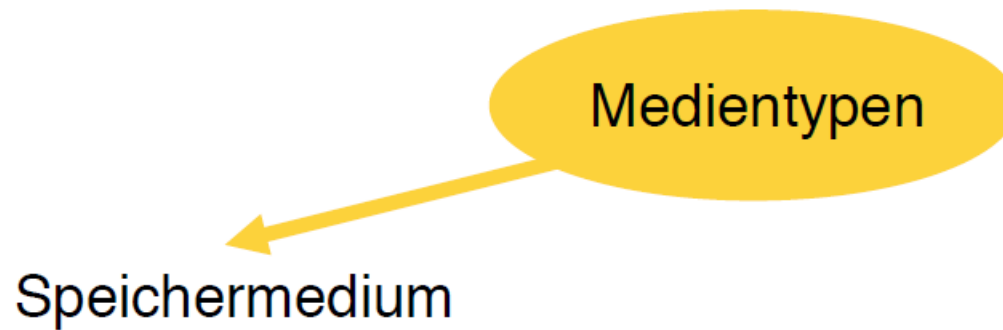


Wie wird eine Information von einem Rechner ausgegeben?

Mit welchen Hilfsmitteln wird Information in ein informationsverarbeitendes System eingegeben bzw. von dort ausgelesen?

- Ausgabe: Papier, Bildschirm, Lautsprecher, ...
- Eingabe: Tastatur, Kamera, Mikrofon, ...

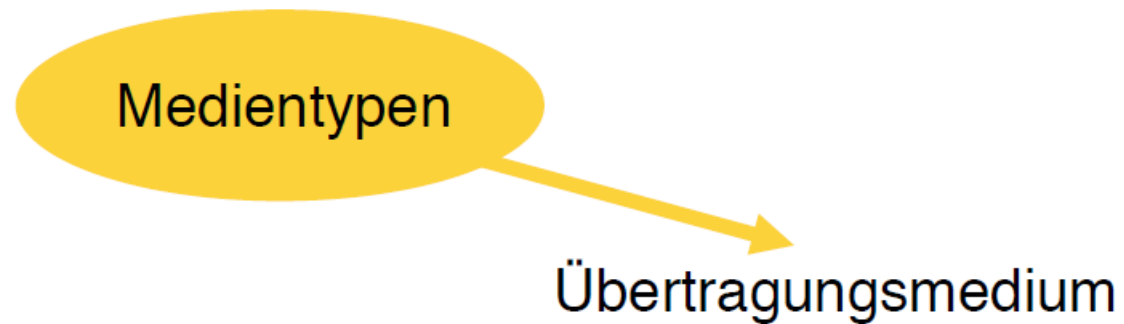
## Medienbegriff: Typen von Medien



Wo bzw. worauf wird die Information gespeichert?

– Papier, Festplatte, CD, DVD, FlashCard, USB Stick, Solid State Disks, Cloud ...

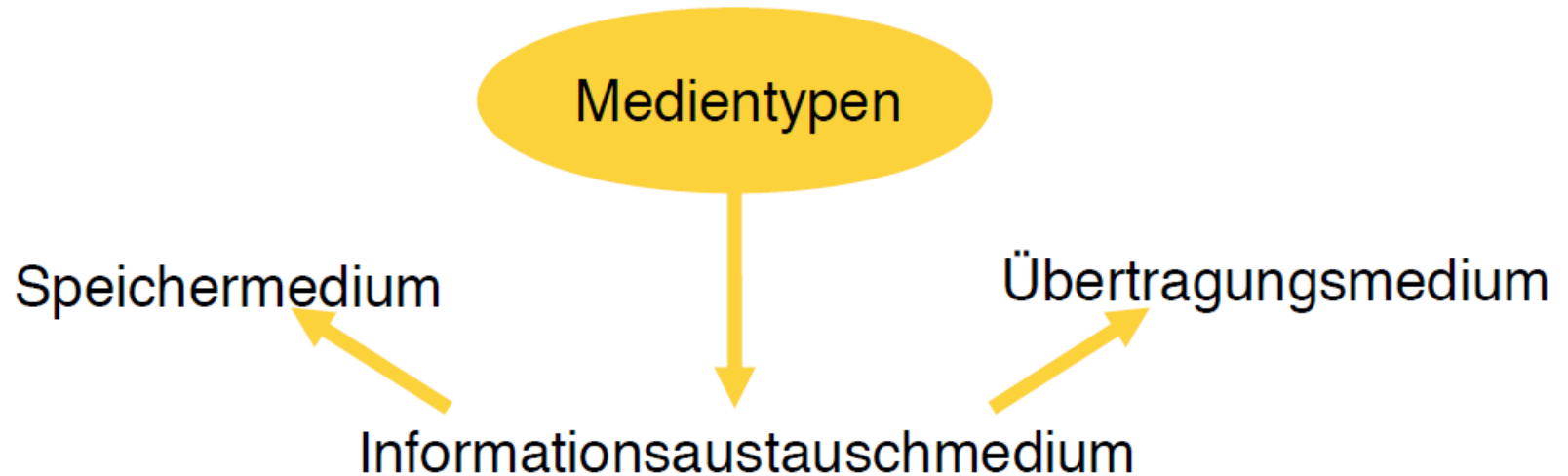
## Medienbegriff: Typen von Medien



Worüber wird Information übertragen?

- Kupferkabel, Koaxialkabel, Glasfaser, Schallwellen, Licht, elektromagnetische Wellen
- Spezieller: Details der Übertragung wie technische Daten (Bandbreite, Zeitverzögerung), Codierung, Protokolle

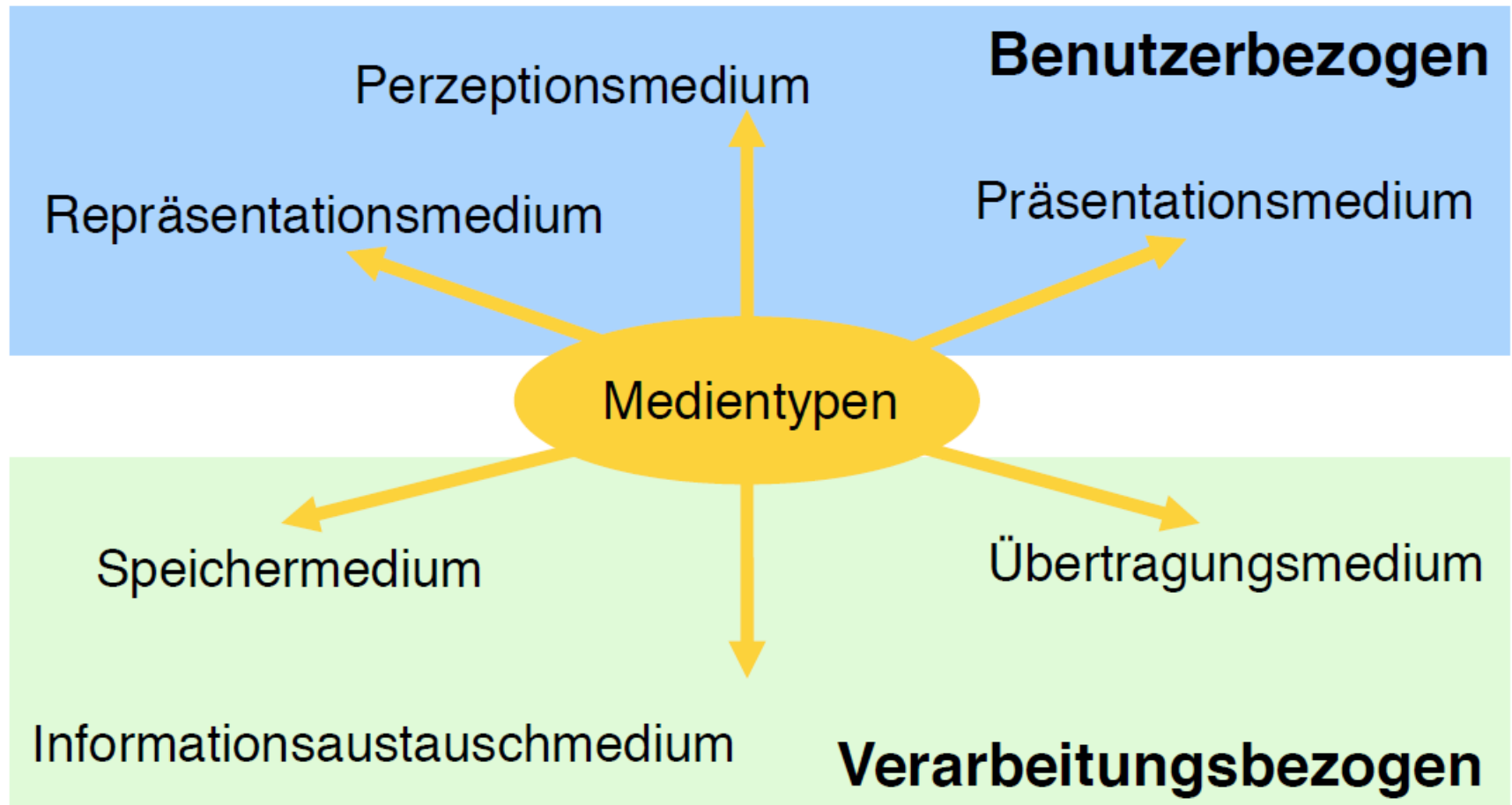
## Medienbegriff: Typen von Medien



Welcher Träger wird für den Austausch von Information zwischen verschiedenen Orten verwendet?

- Oberbegriff von Speichermedien und Übertragungsmedien

## Medienbegriff: Typen von Medien



## Charakterisierung medialer Angebote

	mono-	multi-
Perzeptionsmedium (Aufnahme von Informationen)	Monomodal: nur mit den Augen (z.B. bebildeter Text)	Multimodal: DVD ansetzen (sehen und hören)
Präsentationsmedium (Ausgabe von Informationen)	Monomedial: Radio (nur hören), Buch (nur sehen)	Multimedial: TV oder Computer (sehen und hören)
Repräsentationsmedium (Repräsentation von Wissen)	Monocodal: nur Text, nur Bilder, (nur Zahlen)	Multicodal: bebildeter Text oder erläuterten Bildern

## Eigenschaften eines Multimediasystems

### Kombination von Medien

- Multimodal, multimedial und multicodal
- meist gefordert: wenigstens 1 kontinuierliches Medium

### Unabhängigkeit der Medien

- Die verwendeten Medien sind unabhängig voneinander zu bearbeiten.

### Rechnergestützte Integration

- Der Computer kontrolliert die Integration der sonst voneinander unabhängigen Medien



## Eigenschaften eines Multimediasystems

### Digitale Repräsentation

- Alle Medien werden im System digital gespeichert und bearbeitet

### Meist interaktiv

- Der Nutzer kann das System interaktiv steuern und bedienen

### Oft kommunikationsfähig

- Das System reicht oft über den lokalen Rechner hinaus

## Definition Multimedia

- „Der Begriff Multimedia bezeichnet Inhalte und Werke, die aus mehreren der folgenden digitalen Medien bestehen: Text, Fotografie, Grafik, Animation, Audio, Video, Interaktion und Spielen.“  
(de.wikipedia.org, 13.10.2005)
- „Der Begriff Multimedia bezeichnet Inhalte und Werke, die aus mehreren, meist digitalen Medien bestehen: Text, Fotografie, Grafik, Animation, Audio und Video. “ (de.wikipedia.org, 15.04.2013)
- „Multimedia is media and content that uses a combination of different content forms. “ (en.wikipedia.org, 11.02.2012)
- Multimedia ist der Trend, die verschiedenen Kommunikationskanäle des Menschen mit den Mitteln der Informationswissenschaft über alle Modalitäten zu integrieren und als Gesamtheit für die Kommunikation zu nutzen. (sinngemäß nach P. Henning)

## Definition eines Multimediasystems

„ein Multimediasystem ist durch die rechnergesteuerte, integrierte Erzeugung, Manipulation, Darstellung, Speicherung und Kommunikation von unabhängigen Informationen gekennzeichnet, die in mindestens einem kontinuierlichen und einem diskreten Medium kodiert sind.“

[Quelle: Steinmetz: Multimedia-Technologie, Springer, 1999]

Unsere Fassung:

„ein Multimediasystem ist durch die rechnergesteuerte, integrierte Erzeugung, Manipulation, Darstellung, Speicherung und Kommunikation von unabhängigen Informationen gekennzeichnet, die in mindestens einem kontinuierlichen und einem weiteren Medientyp kodiert sind.“

## Medienbegriff: Anwendungsbereiche

Digitale Medien sind ein übergreifendes Themengebiet

- Computerwelt
  - Grafik, Video, Sound
  - Anwendungen wie Spiele, Skype, Facebook, Google Earth, iTunes, ...
- Telekommunikation
  - z.B. Multimedia-Telefonie, MMS, ...
- Unterhaltungselektronik
  - z.B. DVD, Spiele, MP-3, Wii, ...
- Fernseh- und Rundfunk
  - z.B. Kino, interaktive Shows, interaktive Kamerawahl, IPTV
- Verlage
  - z.B. E-Bücher, ...

Alle Felder rücken durch die Konvergenz der digitalen Medien zusammen und bilden Überlappungen bzw. Verschmelzungen aus

## Beispiele digitaler Medien

- CD-ROM
- DVD(-Video)
- World Wide Web
  - ... und viele spezielle Dienste darin, z.B. Musik-Verkauf, Bildarchiv
- Moderne Telefonnetze (Festnetz/ISDN/DSL und Mobilnetze/GSM/UMTS)
- Terrestrisches Fernsehen (DVB-T)
- eBook, ePaper (z.B. Amazon Kindle)
- Navigationssystem, Fahrerinformationssystem im Auto

**Keine** digitalen Medien sind z.B.:

- Klassische Bücher, Zeitungen und Zeitschriften
  - aber: Produktion wird immer stärker digitalisiert
- Klassischer Rundfunk (im Gegensatz z.B. zu DAB)

**Der Trend zur Digitalisierung aller Medien ist unverkennbar.**

## Parameter von Medientypen

### Darstellungsraum

- visuelle Darstellungsräume
  - Papier, Bildschirm, Kinoleinwand, ...
- akustische Darstellungsräume
  - offene Räume, Gebäude, Wohnzimmer, Konzertsaal, ...
- andere Darstellungsräume
  - Haptik (Force Feedback), Geruch, Geschmack, etc.
- man beachte die jeweilige Dimensionalität der Darstellungsräume

### Darstellungswert

- abhängig vom Medientyp
  - Buchstaben, Farbskala, akustische Druckwellen, ...

## Parameter von Medientypen

### Darstellungsdimensionen

- Zeitunabhängige bzw. diskrete Medien
  - die Information hängt nur vom Wert ab
  - die Information besitzt eine Raumdimension
  - z.B. Text, Grafik, Bild
  
- Zeitabhängige bzw. kontinuierliche Medien
  - die Information hängt von Wert und Zeitpunkt ab
  - die Information besitzt Raum- und Zeitdimension
  - z.B. Animation, Video, Audio

## Medieninformatik

Medieninformatik ist...

- die Anwendung und Erweiterung der Techniken der Informatik
- auf technische Medien
- mit dem Ziel der Unterstützung von menschlichen Kommunikationsprozessen

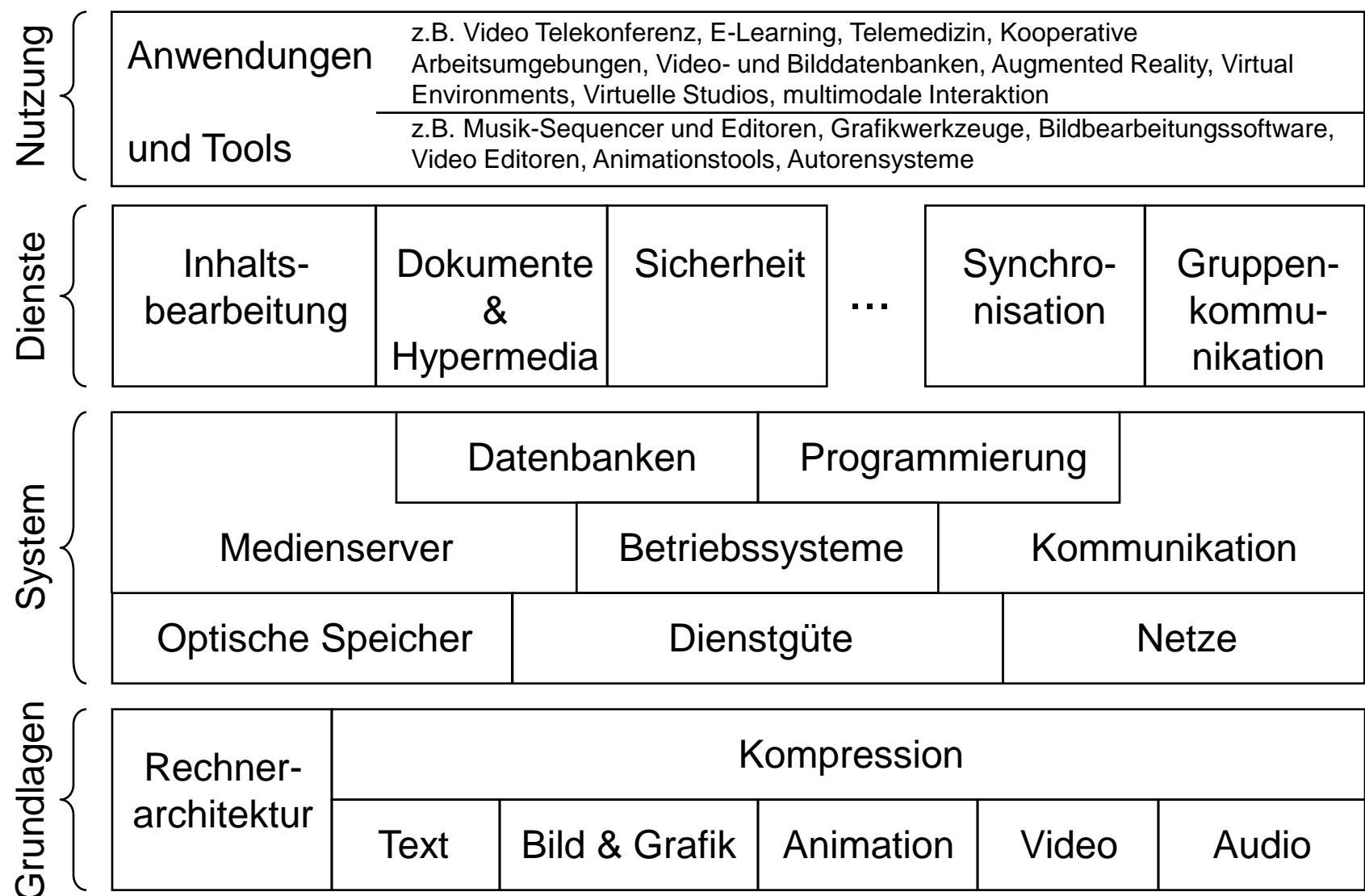
Medieninformatik geht von den Perzeptionsmedien für Menschen aus

Medieninformatik ist prinzipiell interdisziplinär:

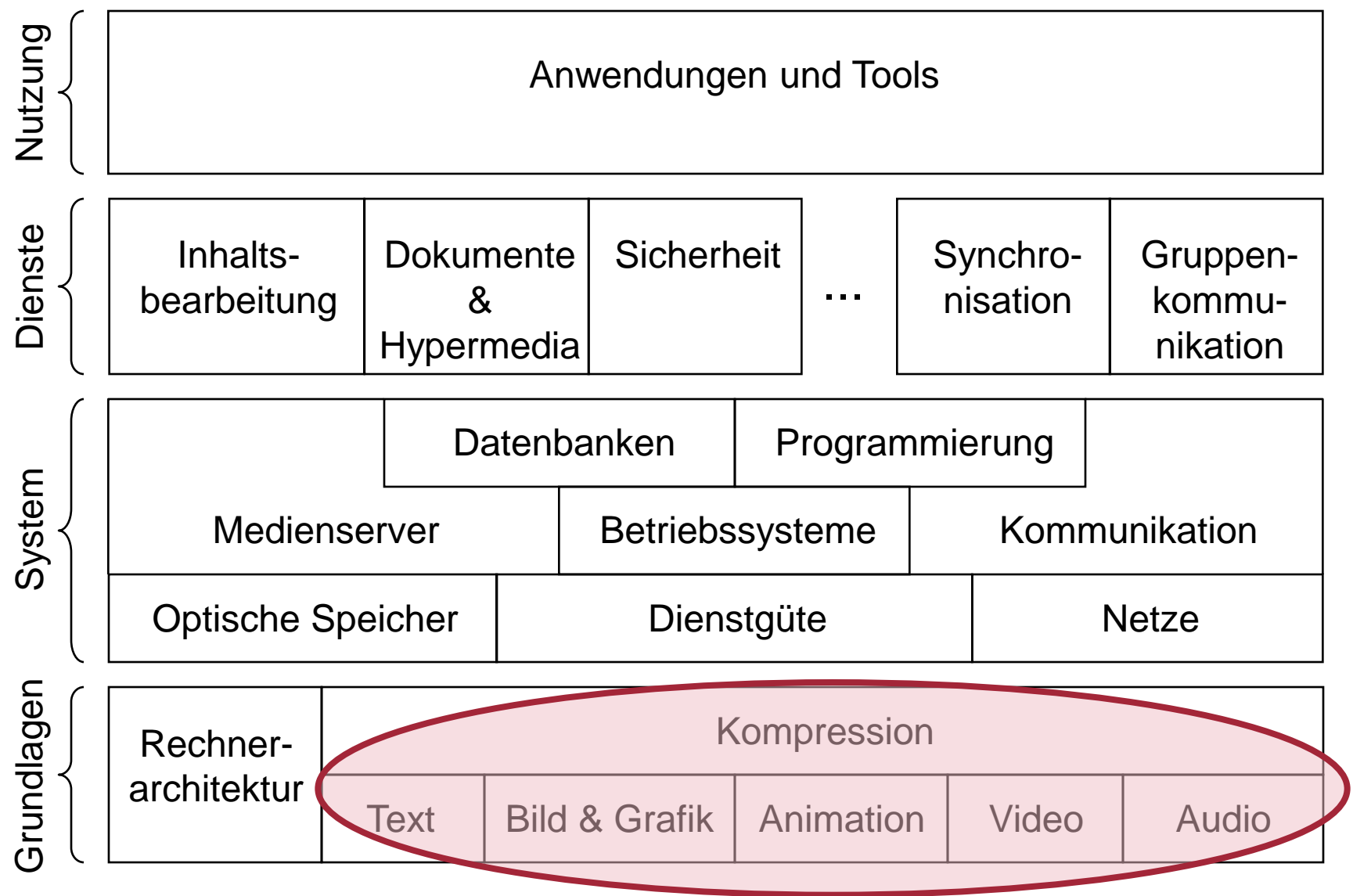
- Informatik
- Psychologie
- Gestaltung
- Nachrichtentechnik
- Kommunikationswissenschaft
- Ökonomie



# Das Gebiet der Digitalen Medien



# Themen in dieser Veranstaltung



# Kapitel 1      Grundlagen digitaler Medien

1.1      Medium, Medieninformatik, Multimedia

**1.2      Digitalisierung**

1.3      Informationstheoretische Grundlagen

1.3.1    Abtasttheorem

1.3.2    Stochastische Nachrichtenquelle, Entropie, Redundanz

1.4      Verlustfreie universelle Kompression

## Analoge Signale

Ein *Signal* ist die Änderung einer physikalischen Größe (über Raum und/oder Zeit).

Im allgemeinen sind physikalische Größen *kontinuierlich* (d.h. durch *stetige* Funktionen darstellbar).

Ein Signal mit kontinuierlichem Verlauf (d.h. das als stetige Funktion modellierbar ist), heißt *analog*.

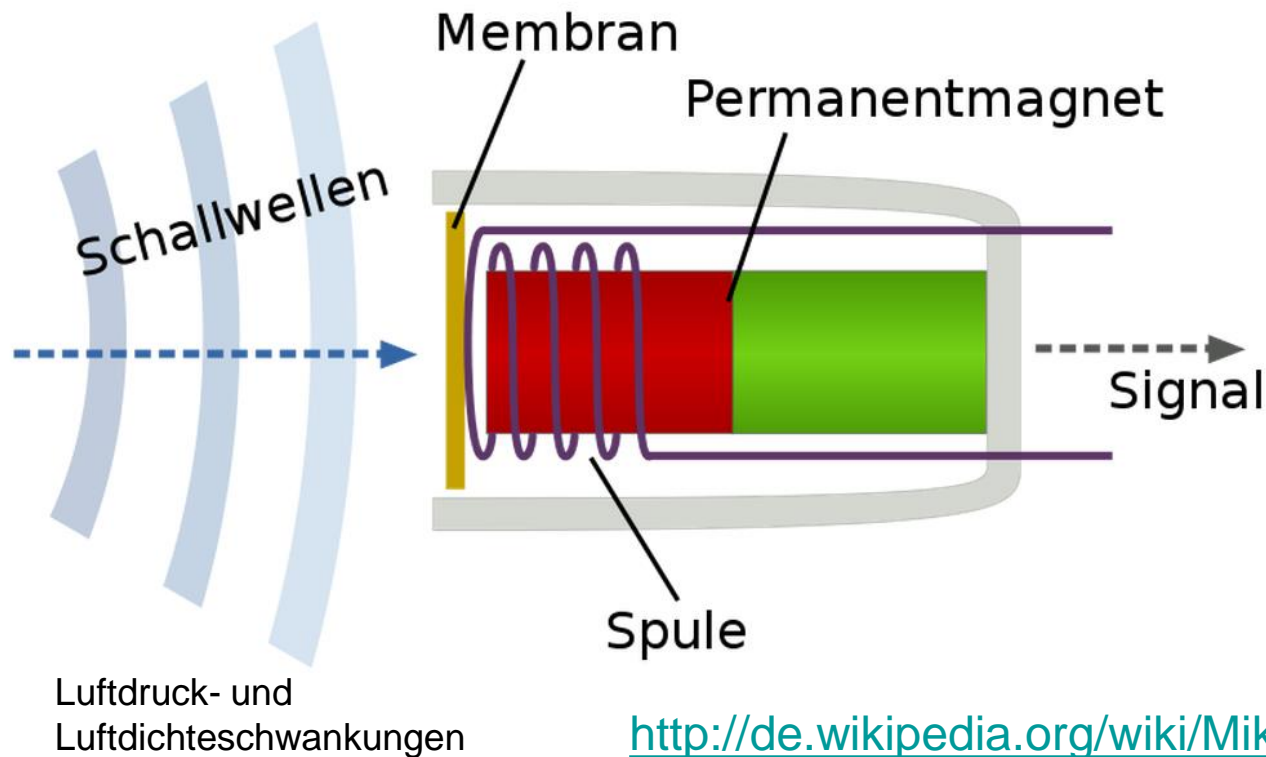
- In analogen Signalen sind prinzipiell beliebig genaue Beobachtungen möglich. Die Werte können (meist) durch reelle Zahlen angegeben werden.
- Analoge Signale sind sehr anfällig gegen Störungen und damit Informationsverluste (z.B. beim Kopieren).

Computer brauchen die von ihnen zu verarbeitende Information in digitaler Repräsentation

- d.h. Bilder, Videos, Sound müssen in digitaler Darstellung vorliegen bzw. in diese gewandelt werden

## Tauchspulenmikrofon

- Membran fest mit einer Spule verbunden, die durch die Membranbewegung in einem dauermagnetischen Feld bewegt wird.
- Die relative Bewegung von Spule und Magnetfeld erzeugt durch Induktion die **Signalspannung** (U in V).



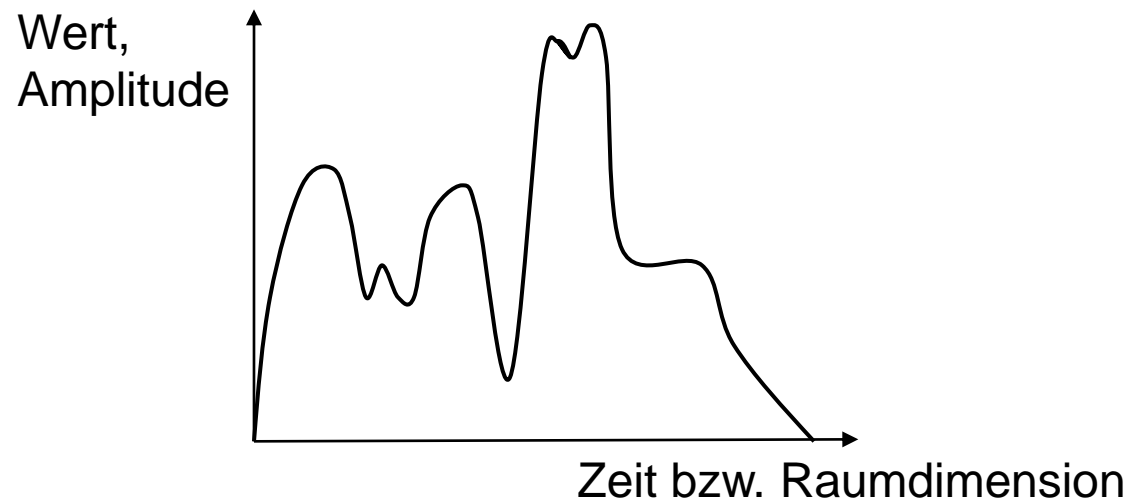
## Beispiele Analogere Signale

- Helligkeit und Farbton einer Lichtquelle
- Helligkeit/Farbton von reflektiertem Licht
- Luftdruck: Schwankungen im Bereich 20 Hz – 20 kHz hörbar  
Frequenz und Pegel
- Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung eines Objekts im Raum
- Drehzahl eines rotierenden Objekts
- Mechanische Kraft
  
- Die digitale Verarbeitung basiert in der Regel auf analogen Signalen elektrischen Stroms (oder elektrische Spannung, elektrischer Widerstand, elektrische Kapazität)
  - andere Signalarten werden umgewandelt
  - Beispiel Mikrophon und Lautsprecher
  
- Die analogen Werte variieren in der Zeit und/oder im Raum
  - Zeit: Audio, Film, Animation
  - Raum: Text, Bild, Film, Animation

# Analoge Signale

## Medien sind repräsentiert durch analoge Signale

- In der Zeit
- Im Raum
- In Raum und Zeit



# Digitalisierung

Konversion des analogen Signals in eine digitale Repräsentation

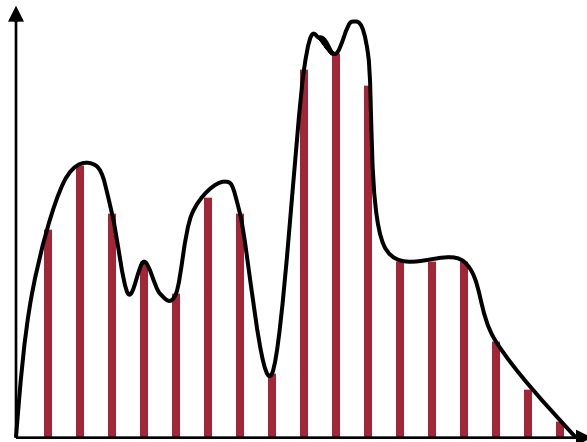
2 Schritte

- Diskretisierung, Sampling, Abtasten
  - Messen der Signalwerte an diskreten Intervallen in Raum oder Zeit
- Quantisierung
  - Abbildung der Signalwerte auf einen digitalen Wertebereich

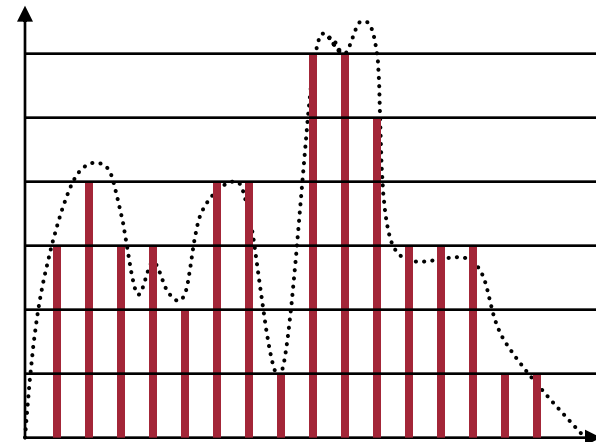


# Digitalisierung

## Diskretisierung



## Quantisierung



- AD-Wandler übernehmen die Aufgabe meist in Hardware

# Digitalisierung

## Einige Begriffe

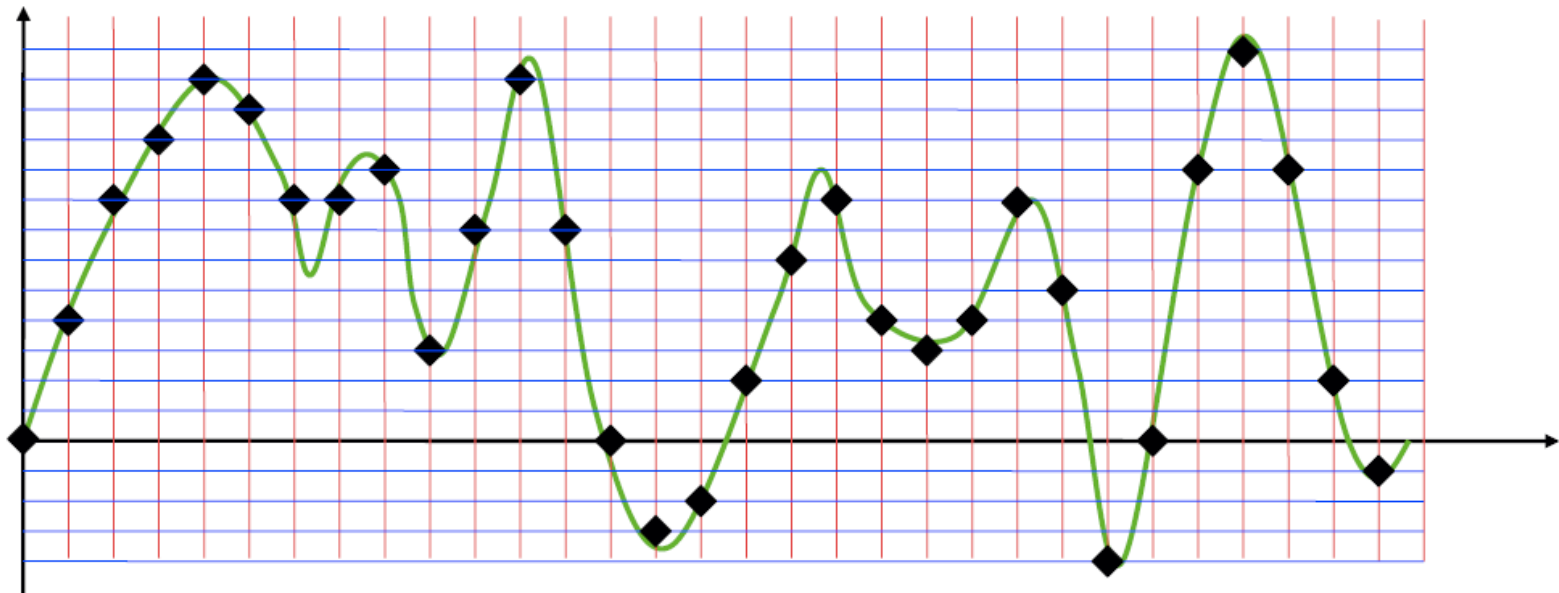
- Frequenz mit der diskretisiert / abgetastet wird
  - Abtastrate
  - Sampling Rate
- Wertebereich der Quantisierung – Auflösung
  - Quantisierungsebene – Quantization Level
  - Die Quantisierungsebenen werden entweder diskret gleichverteilt gewählt, oder
  - Ungleichmäßig (z.B. logarithmisch), um z.B. an relevanten Bereichen des Wertebereichs feiner aufzulösen

# Digitalisierung

## Grundlegende Eigenschaften der Digitalisierung

- Digitalisierung führt zu einem robusteren (digitalen) Signal
  - Rauschen im analogen Signal wird u.U. geglättet
  - Bei der Übertragung werden Übertragungsfehler unwahrscheinlicher
- Digitalisierung führt zu Informationsverlust
  - Das analoge Signal kann nur näherungsweise rekonstruiert werden

## Digitalisierungsfehler



Durch zu grobe Raster bei Diskretisierung und Quantisierung entstehen *Digitalisierungsfehler*.

## Digitalisierung und Medienarten

- Verschiedene (Repräsentations-)Medien haben verschiedene Arten von Bezugs- und Wertachsen für die Signale.
- Auch die Terminologie weicht leicht ab!

### Audio:

- x-Achse = Zeit, y-Achse = Amplitude
- Genauigkeit der Diskretisierung = "Abtastrate" (*sampling rate*) (Hz)
- Genauigkeit der Quantisierung = "Auflösung" (*resolution*) (Bit)

### • Bild:

- Zwei räumliche Achsen (x und y), z-Achse = Helligkeit/Farbwert
- Genauigkeit der Diskretisierung = "(räumliche) Auflösung" (Dichte der Bildelemente) (Bsp. 300 dots per inch)
- Genauigkeit der Quantisierung = "Farb- bzw. Grauwertauflösung" (color resolution) oder "Farb- bzw. Grauwerttiefe" (z.B. 16 Bit)

## Darstellungsdimensionen

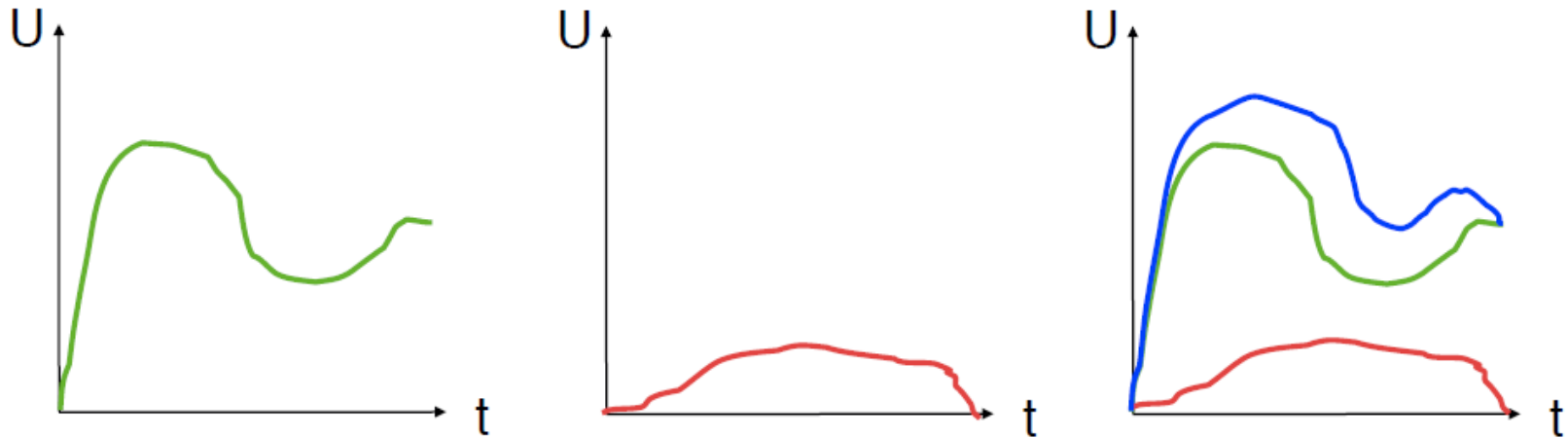
Ein (Einzel-)Medium kann bis zu drei räumliche Dimensionen und eine zeitliche Dimension enthalten:

- Text: Eine räumliche Dimension
- Bild: Zwei räumliche Dimensionen
- Video: Zwei räumliche Dimensionen, eine zeitliche Dimension
- Raumklang und 3D-Video:
  - Drei räumliche Dimensionen, eine zeitliche Dimension

Prinzipiell kann man (unter Erhalt der Information) eine räumliche Dimension in eine zeitliche Dimension umcodieren und umgekehrt (Transformation in Darstellungsräumen).

- Beispiel: Scrollen (Raumdimension in Zeitdimension umgewandelt)
- Beispiel: Notenschrift (Zeitdimension in Raumdimension umgewandelt)

## Was ist so gut an „digitaler Qualität“? (1)



**Analoge** Übertragung oder Speicherung: Signalfremde Bestandteile (Rauschen) nicht vom Nutzsignal unterscheidbar

- Nutzsignal (z.B. Musik)
- Rauschen
- Gesamtsignal (verfälscht durch Rauschen)