

# Digitale Medien

Heinrich Hussmann

Ludwig-Maximilians-Universität München

Wintersemester 2008/09

# Lehr- und Forschungseinheit Medieninformatik

**Prof. Dr. Heinrich Hußmann** (und Prof. Dr. Andreas Butz)

Amalienstr. 17, 5. OG (*nicht Oettingenstr.!*)

Email [hussmann@ifi.lmu.de](mailto:hussmann@ifi.lmu.de),

Übungsleitung:

Alexander De Luca, Email [alexander.de.luca@ifi.lmu.de](mailto:alexander.de.luca@ifi.lmu.de)

(zusammen mit studentischen Tutoren)

Wichtigste Informationsquelle:

<http://www.medien.informatik.uni-muenchen.de/dm>

(dm = Digitale Medien)

# Inhalt der Vorlesung

- Diese Vorlesung: Grundwissen zu digitalen Medien
  - Keine Programmierkenntnisse vorausgesetzt
- Fortsetzung: Lehrveranstaltung „Medientechnik“ (2. Semester)
  - Vorlesung zu Hardwarefragen, Audio- und Video-Technik
  - Praktikum zur Medienproduktion
  - Einfache Übungen zu medienbezogener Programmierung mit Java
- Themen dieser Vorlesung:
  - Informationstheoretische Grundlagen, Digitalisierung
  - Text, Typografie, Hypertext (HTML)
  - Grundlagen zu Audio-Datenformaten
  - Licht und Farbe, Bilddatenformate, Bildbearbeitung
  - Grundlagen zu Video-Datenformaten
  - Web-Dokumente (XML)
  - Interaktive Internet-Anwendungen (Bsp. JavaScript)
  - Kurze Einführung in 2D- und 3D-Grafik (Bsp. SVG, VRML)

# Begleitende Literatur

*Zu dieser Vorlesung empfohlen:*

- Peter A. Henning: Taschenbuch Multimedia, 4. aktualisierte Auflage, Fachbuchverlag Leipzig/Carl Hanser 2007

*Alternativen:*

- Andreas Holzinger: Basiswissen Multimedia, Band 1 und 3, Vogel Verlag, 2001
- Ralf Steinmetz: Multimedia-Technologie. Grundlagen, Komponenten und Systeme, Springer, 2000

*Weiterführende Literatur:*

- Kai Bruns/Klaus Meyer-Wegener (Hrsg.): Taschenbuch Medieninformatik, Fachbuchverlag Leipzig/Carl Hanser 2005
- Empfehlungen zu Einzelthemen fortlaufend in der Vorlesung !

## Eine alte Weisheit

**Sage es mir,  
und ich werde es vergessen.**

**Zeige es mir,  
und ich werde es vielleicht behalten.**

**Lass es mich tun,  
und ich werde es können.**

Quelle ungesichert, wird Lao Tse, Konfuzius und Goethe zugeschrieben.  
Ursprung also möglicherweise im 6. Jahrhundert vor Christus.

# Vorlesung und Übungen

- Vorlesung "Digitale Medien":
  - Konzepte, Überblickswissen
  - **Keine** vollständigen Listen von Befehlen, Formatbestandteilen etc.
  - Keine Bedienungsanleitungen für Softwaresysteme
  - **Dienstags 10 bis 13 Uhr, B052 Theresienstraße**
  - **3 Wochenstunden (3×45 Min. = 2 Std. 15 Min., mit Pause!)**
- Übungen "Digitale Medien":
  - Praktische Anwendung und Ergänzung des Vorlesungsstoffs
  - Laborübungen mit ausgewählten Softwaresystemen
  - Erste Übungsstunden (alle **Amalienstr. 17 Rechnerpool** im Erdgeschoss):
    - Gruppe 1: **Mittwoch, 22.10.08, 14–16 Uhr**
    - Gruppe 2: **Mittwoch, 22.10.08, 16–18 Uhr**
    - Gruppe 3: **Donnerstag, 23.10.08, 12–14 Uhr**
    - Gruppe 4: **Freitag, 24.10.08, 12–14 Uhr**
- Erwerb der Leistungspunkte (6 ECTS) und Benotung:
  - Klausur zu Semesterende (bisherige Planung: 03.02.2009)

# Vorlesung und Übungen

- Anmeldung zu den Übungen
  - Anmeldung über Uniworx (<http://www.pst.ifi.lmu.de/uniworx/>)
  - Benötigt CIP Account ([http://www.rz.ifi.lmu.de/Merkblaetter/RechnerAnmeldung\\_WS.html](http://www.rz.ifi.lmu.de/Merkblaetter/RechnerAnmeldung_WS.html))
  - Start der Anmeldung: Montag 20.10.2008 um 22:00 Uhr
  - Ende der Anmeldung: Dienstag 21.10.2008 um 23:59 Uhr
- Übungsblätter
  - Beste Vorbereitung auf die Klausur
  - Verpflichtend für Studenten im Diplomstudiengang, d.h. 8 von 10 Übungsblättern müssen erfolgreich bearbeitet werden (50% der Punkte/Blatt)
  - Übungsblätter können zusätzlich benutzt werden, um Bonuspunkte für die Klausur zu sammeln
    - » jedes Blatt mit mehr als 75% der Punkte ergibt einen Bonuspunkt => maximal 10 Bonuspunkte (Klausur ca. 100 maximale Punkte)

# Vorlesung und Übungen

- Plagiarismus
  - Alle Übungsblätter müssen alleine gelöst werden
  - Bei abgeschriebenem Lösungen wird das gesamte Übungsblatt als nicht bestanden gewertet (sowohl für den Abschreiber als auch für die Vorlage)

# Web-Ressourcen

- Folien-Handouts im PDF-Format
  - **Vor** der Vorlesung verfügbar (spätestens Montag abend)
  - Adobe Acrobat Reader (kostenlos) benötigt
  - Können in variablem Layout (1, 2, 3 Folien pro Seite) gedruckt werden
  - Empfehlenswert: Ausdruck in Vorlesung mitbringen für Notizen
- Podcast
  - Audio-Mitschnitt der Vorlesung
  - **Nach** der Vorlesung verfügbar
  - Abonnierbar in Apple iTunes (kostenlos, für Windows und Mac)
  - Abspielbar auch mit QuickTime Player
  - **Coveranzeige einschalten!**
  - Dann werden Folieninhalte synchron angezeigt
- Live-Demos und Tafelanschriften der Vorlesung weder auf Folien noch im Podcast dokumentiert!

# Screenshot aus iTunes

The screenshot shows the iTunes application window. At the top, the current track is 'Multimedia Software Development Process' with a duration of 30:17. The left sidebar shows the 'MEDIATHEK' (Library) with 'Podcasts' selected. The main pane displays a list of podcast episodes under the 'Podcast' column. The selected episode is 'Multimedia Software Devel...' with a duration of 1:29:55 and a release date of 14.06.07. Below the list, a preview window shows a slide titled 'Multimedia Development' with a diagram of the value chain.

Podcast	Dauer	Erscheinungsdatum	Beschreibung
▶ Vorlesung Mensch-Maschine-In...	43:39	17.07.07	Advanced
• ▼ Vorlesung Multime... <b>ALLE HOLEN</b>		12.07.07	Approache
• <input checked="" type="checkbox"/> Further Approaches and S...	1:05:15	12.07.07	Brief discu
<input type="checkbox"/> Frameworks for M... <b>HOLEN</b>	1:06:34	05.07.07	Multimedi
<input type="checkbox"/> Multimedia Progra... <b>HOLEN</b>	49:20	28.06.07	Historical
<input type="checkbox"/> Agile Developmen... <b>HOLEN</b>	1:22:57	21.06.07	Introducti
<input checked="" type="checkbox"/> Multimedia Software Devel... <b>HOLEN</b>	1:29:55	14.06.07	Particulari
<input type="checkbox"/> Animation Techni... <b>HOLEN</b>	1:10:28	24.05.07	Specific te
<input type="checkbox"/> Media Classes in ... <b>HOLEN</b>	1:07:18	10.05.07	Dealing wi
<input type="checkbox"/> Interaction in Acti... <b>HOLEN</b>	1:11:11	04.05.07	Interactor
<input type="checkbox"/> Multimedia Autho... <b>HOLEN</b>	1:09:56	26.04.07	Multimedi

**Multimedia Development**

- Scope: Interactive multimedia applications, including distributed applications
- Typically carried out by "multimedia agencies" (Multimedia-Agenturen)
  - Main target distribution media:
    - CD/DVD-ROM
    - Web presentations (HTML technology, Flash technology)
    - Movie clips distributed via TV, cinema, Web
- Position in the value chain:

```

    graph LR
      A[Content Production] --> B[Application Production]
      B --> C[Distribution Platform Provision]
    
```

- Media industry
- Traditional industry (e-commerce)
- Multimedia agencies
- System integrators
- Telcos
- ISPs (Internet Service Provider)

Ludwig-Maximilians-Universität München Prof. Hußmann Multimedia-Programmierung - 2-38

# Gliederung

1. Grundbegriffe
2. Digitale Codierung und Übertragung
3. Zeichen und Schrift
4. Signalverarbeitung
5. Ton und Klang
6. Licht, Farbe und Bilder
7. Bewegte Bilder
8. Computergrafik (Einführung)
9. Web-Dokumente (Einführung)
10. Interaktive Web-Inhalte (Einführung)

# 1. Grundbegriffe

1.1 Medium, Medieninformatik

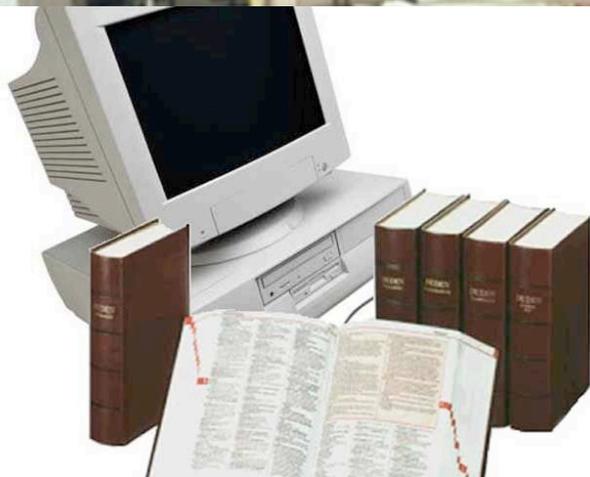


1.2 Multimedia

1.3 Digitalisierung, Digitale Medien

# „Medium“ – Was heisst das?

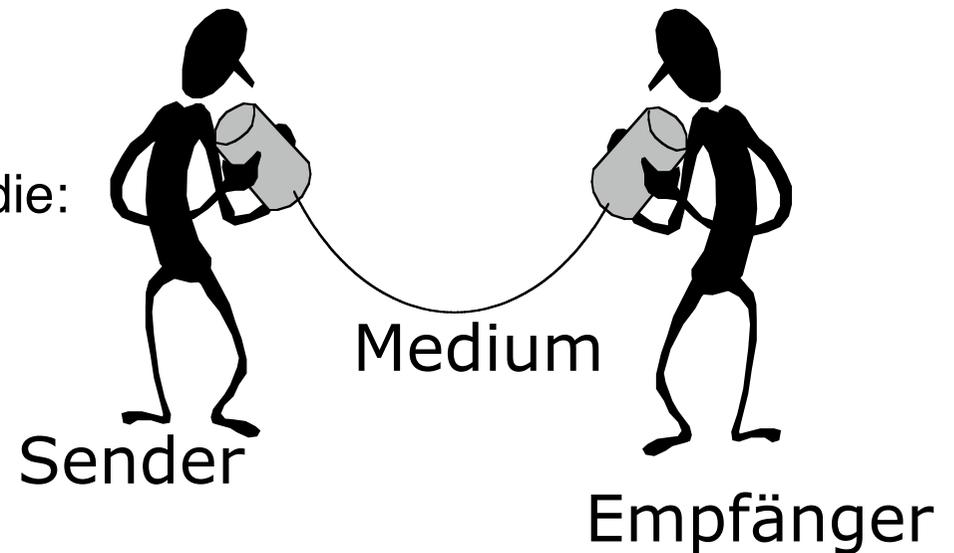
Ergebnisse einer Google-Bildsuche zu den Stichworten „Medium“, „Medien“



**Medien-Informatiker  
haben gute Chancen**

# Begriff „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. ...



"Als Medien bezeichne ich alle Materialitäten, die systematisch zu einer geregelten und gesellschaftlich relevanten semiotischen (bzw. symbolischen) Kopplung von lebenden Systemen genutzt werden können."

Siegfried J. Schmidt

[http://de.wikipedia.org/wiki/Siegfried\\_J.\\_Schmidt](http://de.wikipedia.org/wiki/Siegfried_J._Schmidt)

# Gesellschaftliche vs. Technische Medien

- (Mindestens) zwei grundlegend verschiedene Arten von Medienbegriffen sind zu unterscheiden:

## 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 und der Nachrichtentechnik

Betrachtung von (integrierbaren) Einzelmedien

z.B. „Medium Text“ oder „Medium Ton“

Spezieller: „Medium MPEG-Strom“ oder „Medium JPEG-Bild“

**Digitale Medien verwenden technische Medien, um neue gesellschaftliche Medien zu schaffen.**

# Medienkategorien



- Klassische Unterscheidungen verwischen sich:
  - Email: interpersonales Medium, missbraucht als Massenmedium?
  - Online-Zeitung mit Forum: Massenmedium, aber mit direkter Interaktion
- Technische Entwicklung verändert Kommunikationsformen

# Konvergenz von Netzen

- Moderne Telefonnetze sind auch Datennetze
  - ISDN = „Integrated Services Digital Network“
  - GSM, Beispiel SMS
- Moderne Datennetze sind auch zur Sprachübertragung geeignet
  - Sprachübertragung über Internet („Voice over IP“)
  - Telefon als Software realisiert
  - Telefongeräte als Computerzubehör („USB phone“)



# Digitale Information überall

- In Alltagsgegenständen befinden sich leistungsfähige Computer
- Drahtlose Kommunikation ist allgegenwärtig
  - Nahbereich
  - Mobilfunknetze
- Interaktion mit Computern *ohne* Bildschirm, Maus und Tastatur
  - Durch alltägliche Handgriffe (z.B. Auto aufsperrn)
  - Durch Anwesenheit an bestimmtem Ort



# Bilder und Töne als Bits

- Grafiken, Fotos, Tonaufnahmen, Partituren, Drehbücher, Animationen, Kinofilme, ...
  - alles digital darstellbare Information
  - allerdings: *sehr* viele Bits!
- Multimediatechnologie:
  - Standard-Computertechnik ersetzt zunehmend Spezialgeräte (z.B. in Ton- und Fernsehstudios)
  - Softwarelösungen ersetzen Hardwarelösungen
- Dramatische Veränderung von Arbeitsabläufen:
  - Andere Abläufe in Medienunternehmen
  - Medienverarbeitung als Alltagsphänomen außerhalb der Medienunternehmen

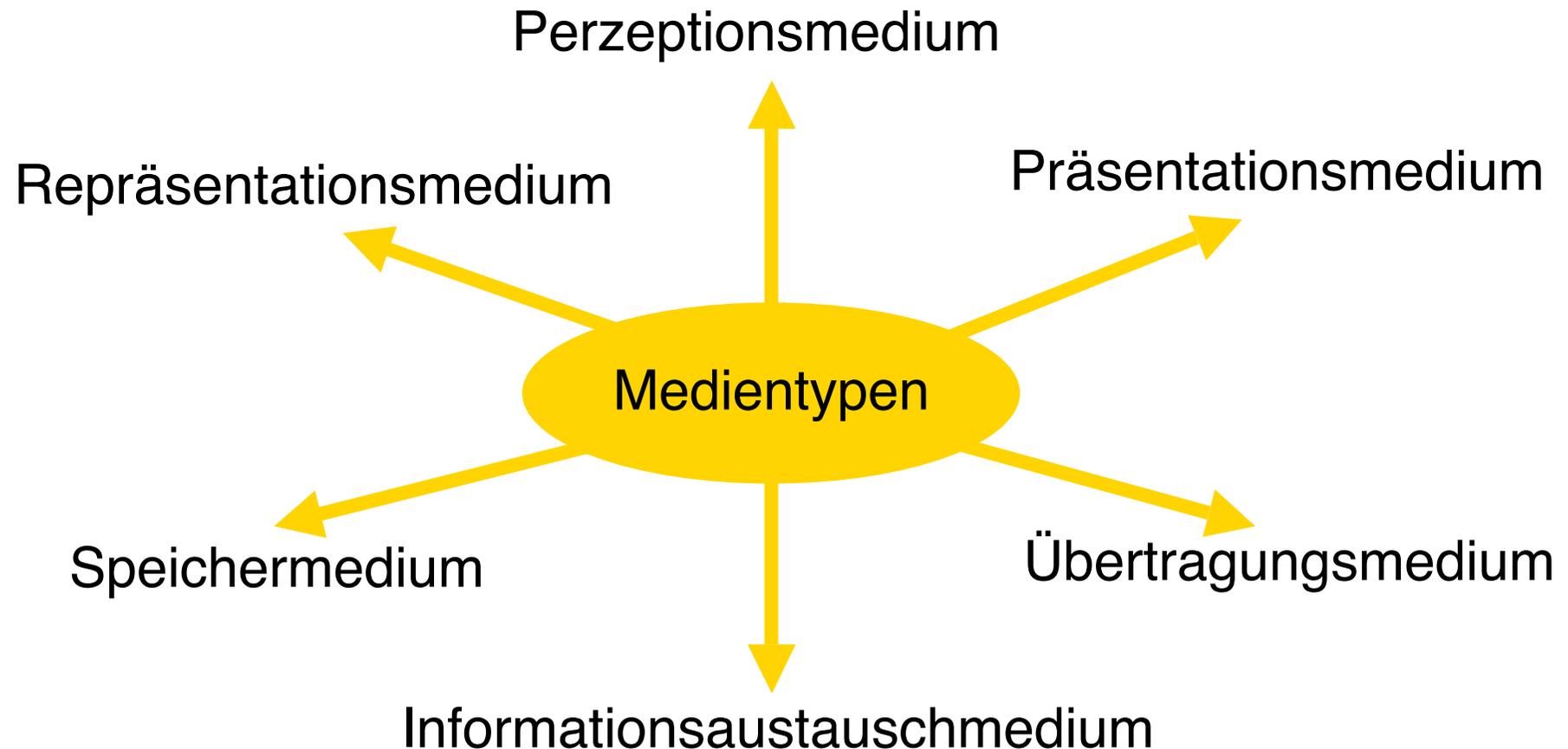


Digitalschnitt für Kinofilm: 2003



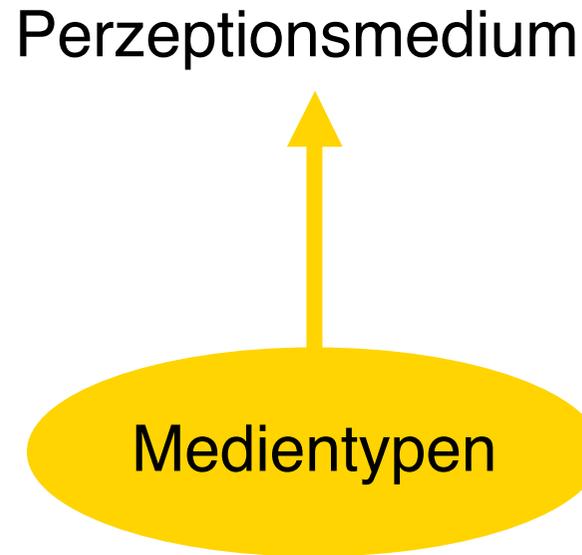
„4K“-Projektor  
für digitale  
Kinoprojektion:  
2007

# Typen von technischen „Medien“



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

# Perzeptionsmedien



- „Kanäle“ der Sinneswahrnehmung, „Sinnesmodalität“ (Psychologie):
  - Hören
  - Sehen
  - (Fühlen)
  - (Riechen)
  - (Schmecken)

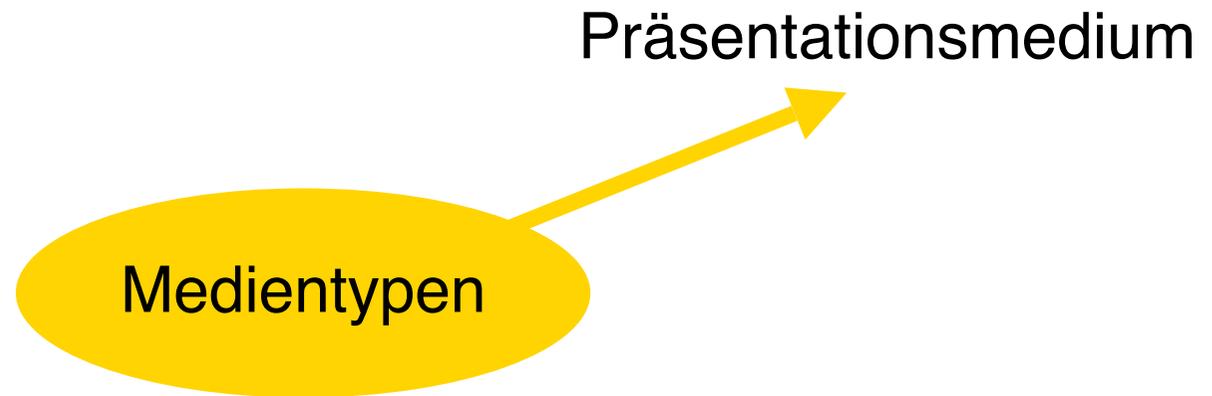
# Repräsentationsmedien

Repräsentationsmedium



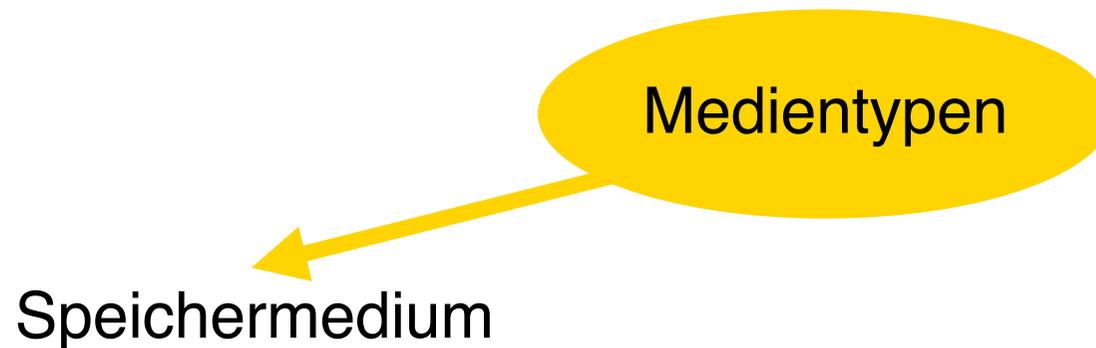
- Codierung der übertragenen Information:
  - Z.B. Text in Buchstaben nach ASCII-Code
  - Z.B. formatierter Text, etwa mit HTML oder mit RTF
  - Z.B. Grafisches Bild (evtl. mit Textinformation als Inhalt), etwa mit GIF, TIFF
- Medienpsychologie: Symbolsysteme enthalten Codes und Subcodes
  - Text, Bilder, Zahlen

# Präsentationsmedien



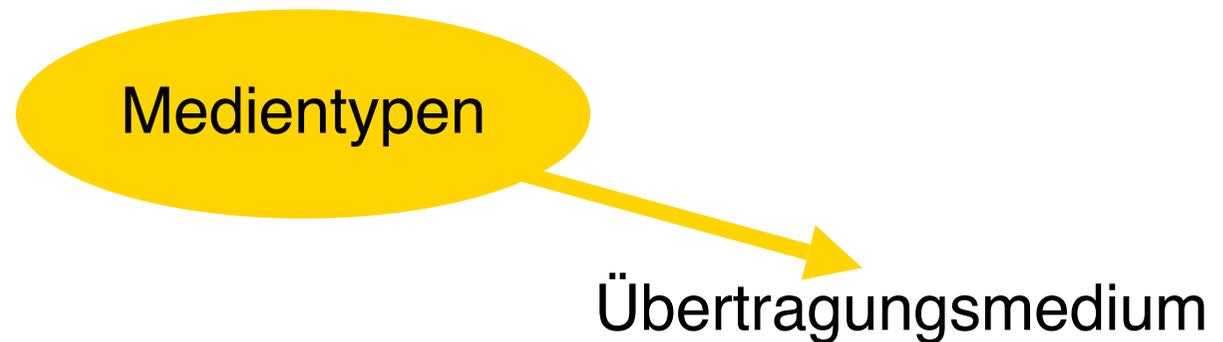
- Mit welchen Hilfsmitteln wird Information in ein informationsverarbeitendes System eingegeben bzw. von dort ausgelesen?
  - Ausgabe: Papier, Bildschirm, Lautsprecher, ...
  - Eingabe: Tastatur, Kamera, Mikrofon, CD-Laufwerk ...

# Speichermedien



- Worauf wird die Information gespeichert?
  - Papier, Diskette, Festplatte, CD, DVD, FlashCard, ...

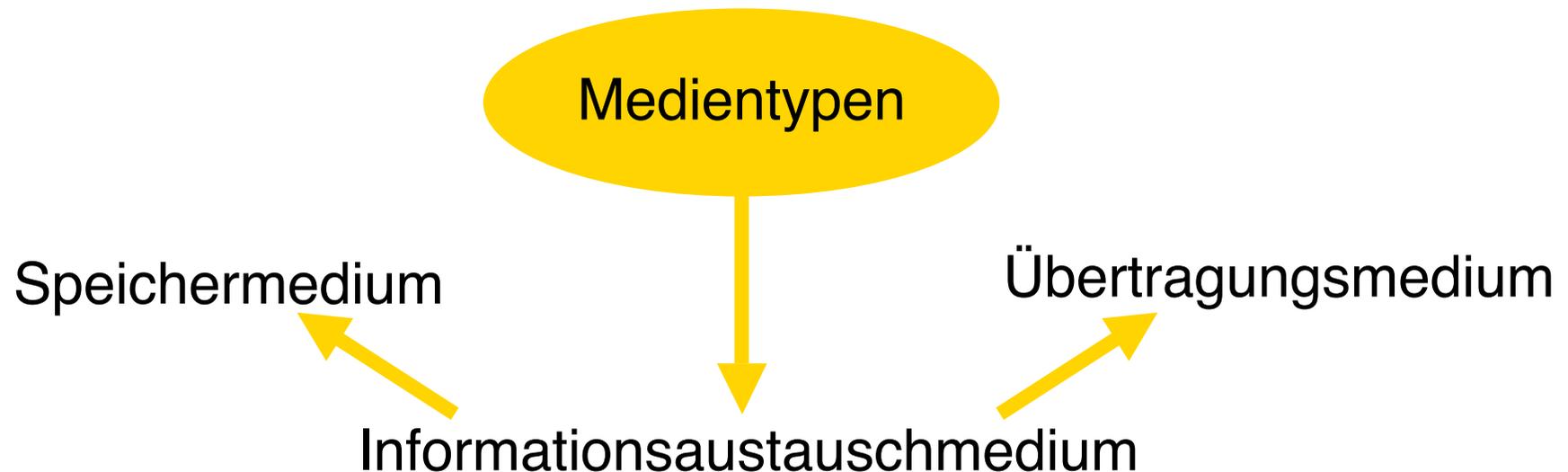
# Übertragungsmedien



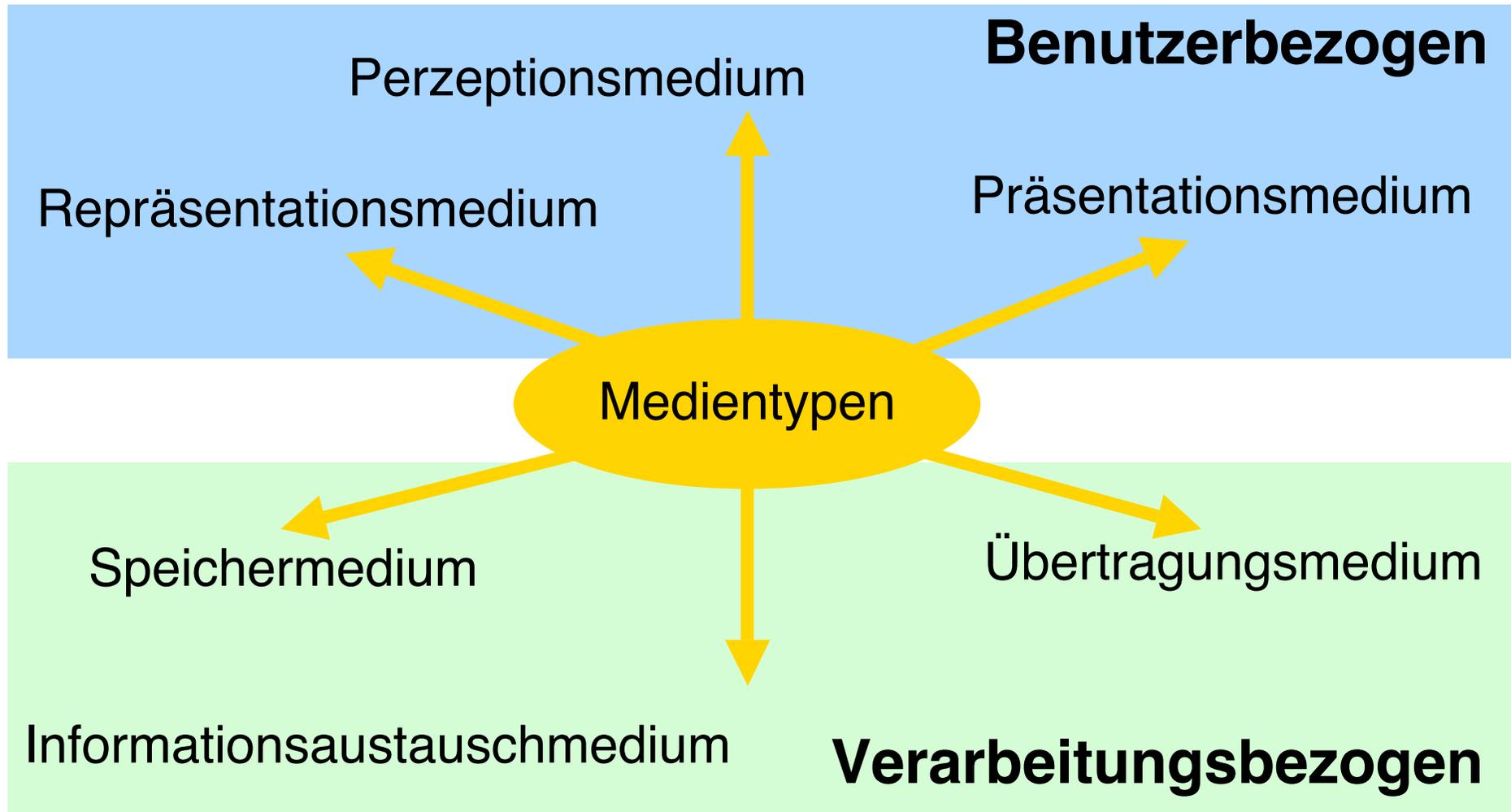
- Worüber wird Information übertragen?
  - Koaxialkabel, Glasfaser, Luft bzw. luftleerer Raum
  - Spezieller: Details der Übertragung wie technische Daten (Bandbreite, Zeitverzögerung), Codierung, Protokolle

# Informationsaustauschmedien

- Welcher Träger wird für den Austausch von Information zwischen verschiedenen Orten verwendet?
  - Oberbegriff von (bestimmten) Speichermedien und Übertragungsmedien



# Typen von technischen „Medien“



Alle Medientypen gehören zum (weiteren) Gebiet der Medieninformatik;  
im engeren Sinne konzentrieren wir uns auf benutzerbezogene Medientypen

# Medieninformatik

- Medieninformatik ist...
  - die Anwendung und Erweiterung der Techniken der Informatik auf technische Medien
  - mit dem Ziel der Unterstützung von menschlichen Kommunikationsprozessen, d.h. der Schaffung und Ergänzung von gesellschaftlichen Medien
- Medieninformatik geht von den Perzeptionsmedien für Menschen aus und bezieht andere Medientypen in Gesamtsysteme mit ein.
- Medieninformatik ist prinzipiell interdisziplinär.

# 1. Grundbegriffe

1.1 Medium, Medieninformatik

1.2 Multimedia



1.3 Digitalisierung, Digitale Medien

# Begriff Multimedia

- Definitionen aus der Literatur:
  - „Multimedia ist... Die Zusammenfassung mehrerer Medien auf einem Gerät. Das ist meistens ein Windows-PC, da dieser als ‚Abspielgerät‘ meist vorhanden ist. [...]“ (www.mehr-multimedia.de)
  - „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)
  - „WWW-Seiten sind typische Multimediadokumente.“ (www.kids.ethz.ch)
  - Multimedia ist der Trend, die verschiedenen Kommunikationskanäle des Menschen mit den Mitteln der Informationswissenschaft über alle Quellen zu integrieren und als Gesamtheit für die Kommunikation zu nutzen. (sinngemäß nach P. Henning)
  - „Ein Multimediasystem wird durch die rechnergesteuerte, integrierte Erzeugung, Manipulation, Darstellung, Speicherung und Kommunikation von unabhängigen Informationen gekennzeichnet, die in mindestens einem kontinuierlichen (zeitabhängigen) und einem diskreten (zeitunabhängigen) Medium kodiert sind.“ (R. Steinmetz)

# Charakterisierung medialer Angebote

	mono-	multi-
<b>Präsentationsmedium</b> (Hilfsmittel Ein-Ausgabe)	Monomedial: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buch</li> <li>• Videoanlage</li> </ul>	Multimedial: <ul style="list-style-type: none"> <li>• PC + CD-ROM-Laufwerk</li> <li>• PC + DVB-T Tuner</li> </ul>
<b>Repräsentationsmedium/ Codierung</b> (Symbolsysteme)	Monocodal: <ul style="list-style-type: none"> <li>• nur Text</li> <li>• nur Bilder</li> <li>• nur Zahlen</li> </ul>	Multicodal: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Text mit Bildern</li> <li>• Grafik mit Beschriftung</li> </ul>
<b>Perzeptionsmedium/ Sinnesmodalität</b> (Wahrnehmung)	Monomodal: <ul style="list-style-type: none"> <li>• nur visuell (Text, Bilder)</li> <li>• nur auditiv (Rede, Musik)</li> </ul>	Multimodal: <ul style="list-style-type: none"> <li>• audiovisuell (Bild und Ton)</li> </ul>

Nach Bernd Weidenmann

# Geschichte Multimedia

- 1945, Vannevar Bush: Vision „Memex“
  - Computersysteme als eine Erweiterung des menschlichen Geistes
  - Visionäre Skizzen einer WWW-ähnlichen Struktur
- 1976, MIT Architecture Machine Group: Multiple Media System
  - Projektvorschlag an die (militärische) Forschungsagentur DARPA
- 1985, Negroponte/Wiesner: Media Lab (MIT)
- 1989/1993: World Wide Web und erster Browser „Mosaic“ entstehen
- 1990, K. Hooper Woolsey: Apple Multimedia Lab
- 1995: „Multimedia“ ist das Wort des Jahres in Deutschland
- Ab ca. 2000: Praktisch alle neu verkauften Personal Computer haben Multimedia-Ausstattung
- Ab ca. 2003: Tragbare Multimedia-Geräte bilden einen Massenmarkt (Mobiltelefone, Musik- und Video-Abspielgeräte)

# 1. Grundbegriffe

1.1 Medium, Medieninformatik

1.2 Multimedia

1.3 Digitalisierung, Digitale Medien 

# Analoge Signale

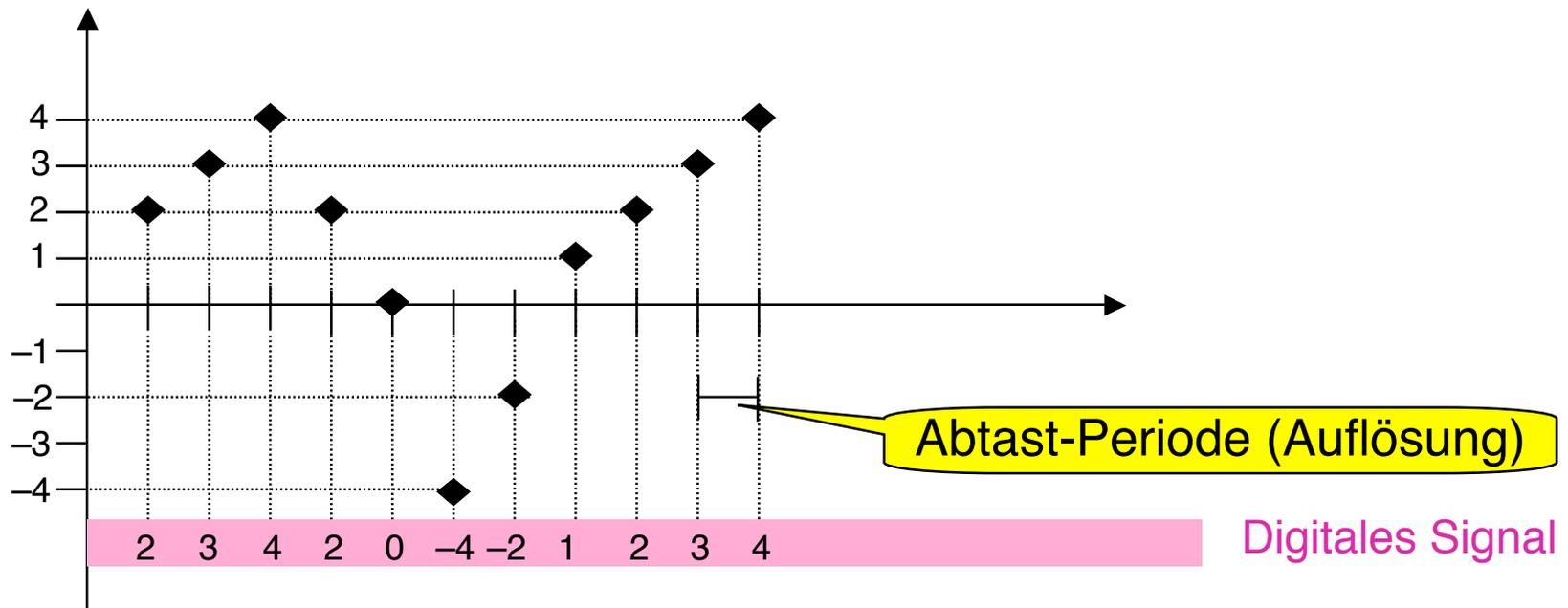
- Ein *Signal* ist die deterministische Änderung einer physikalischen Größe (über Raum und/oder Zeit).
- Ein Signal trägt Information durch Raum und Zeit.
- Im allgemeinen sind physikalische Größen *kontinuierlich* (d.h. durch *stetige* Funktionen darstellbar).
  - Extreme Bereiche der Physik (z.B. Quantenphysik) zeigen Ausnahmen von dieser Regel.
- Ein Signal mit kontinuierlichem Verlauf (d.h. das als stetige Funktion modellierbar ist), heißt *analog*.
  - In analogen Signalen sind prinzipiell beliebig genaue Beobachtungen möglich.
  - Analoge Signale sind sehr anfällig gegen Störungen und damit Informationsverluste (z.B. beim Kopieren).

# Beispiele analoger Signale

- Helligkeit einer Lichtquelle (Lichtstärke in cd)
- Farbton einer Lichtquelle
  - Anteil von Licht einer bestimmten Wellenlänge
- 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
- Elektrische Spannung, elektrischer Strom
- Elektrischer Widerstand, elektrische Kapazität
  
- Die digitale Verarbeitung basiert in der Regel auf analogen Signalen elektrischen Stroms, andere Signalarten werden umgewandelt
  - Beispiel Mikrofon und Lautsprecher

# Digitale Signale

- Ein *digitales* Signal gibt für ein Raster des Raums bzw. der Zeit jeweils *diskrete* Werte aus einem endlichen oder abzählbar unendlichen Wertebereich wieder.
  - Bei digitalen Signalen existiert immer eine festgelegte maximale *Auflösung*, die die Genauigkeit der Wertangabe begrenzt.
- Beispiel:



00010110010

# Digitale Signale: Binärkodierung

- Ein digitales Signal wird in der Regel im Binärsystem codiert:
  - Zwei Zeichen „0“ und „1“
  - Grundidee: „Ausgeschaltet“ = 0 und „eingeschaltet“ = 1
- Jede Art von Information kann durch die beiden Zeichen des Binärsystems dargestellt werden:
  - Zahlen im Binärsystem (nächste Folie)
  - Texte durch direkte Codierung der Buchstaben
  - Audio- und Bildinformation nach Digitalisierung
    - » Digitales Signal ist Folge von Zahlen aus endlichem Wertebereich

**Bit** („binary digit“ bzw. englisch „kleines Stück“):  
Kleinste Einheit der Information, eine Ja-/Nein-Entscheidung („0“ oder „1“)

**Byte**: Gruppe von 8 Bits

# Binärzahlen

Zahlen im Zehnersystem (Ziffern 0 bis 9):

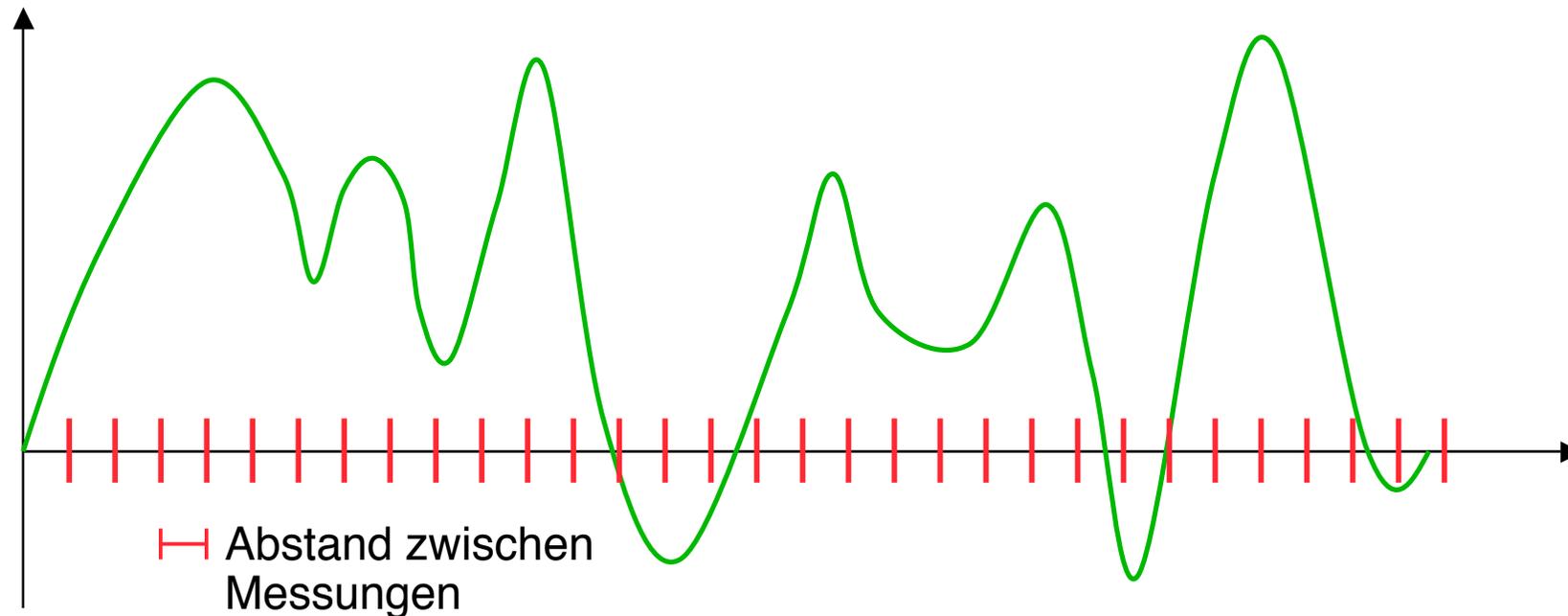
$$\begin{aligned} 243 &= 3 \cdot 1 + 4 \cdot 10 + 2 \cdot 100 \\ &= 3 \cdot 10^0 + 4 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^2 \end{aligned}$$

Zahlen im Binärsystem (Ziffern 0 bis 1):

$$\begin{aligned} 101 &= 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 \\ &= 1 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 4 \quad (= 5 \text{ im Dezimalsystem}) \end{aligned}$$

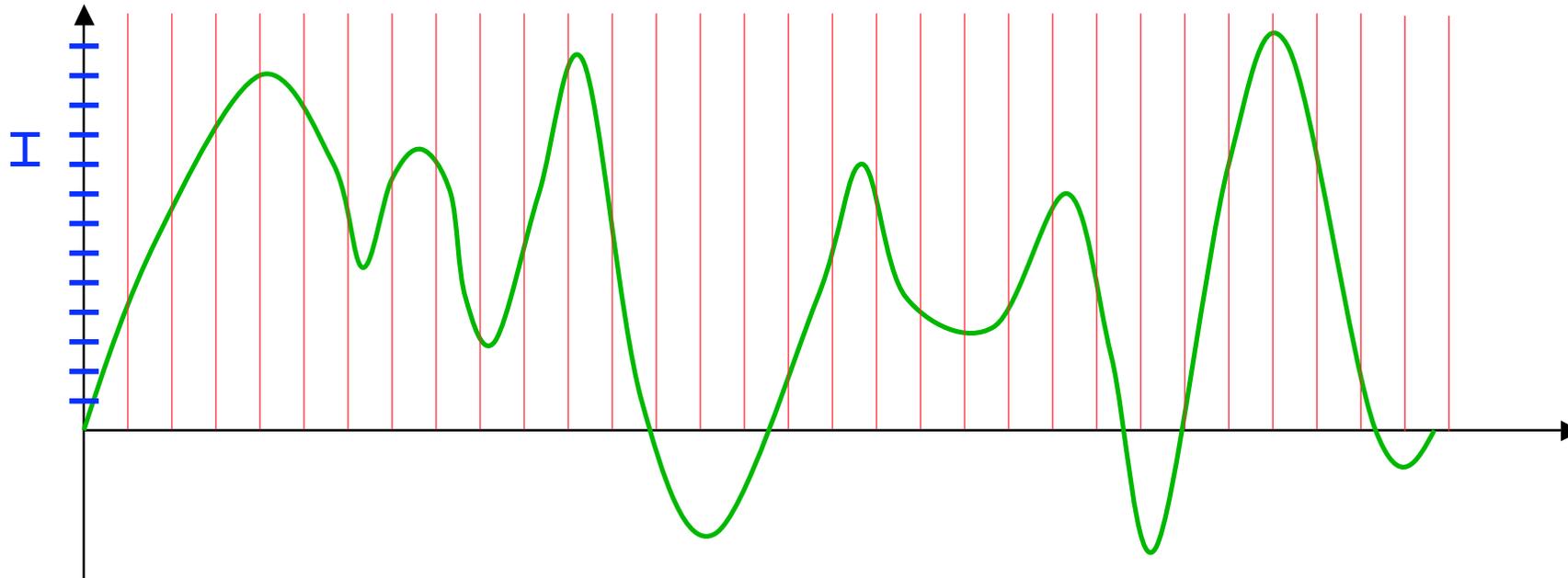
- Man kann im Binärsystem mit nur zwei Ziffern (0 und 1) rechnen.

# Diskretisierung



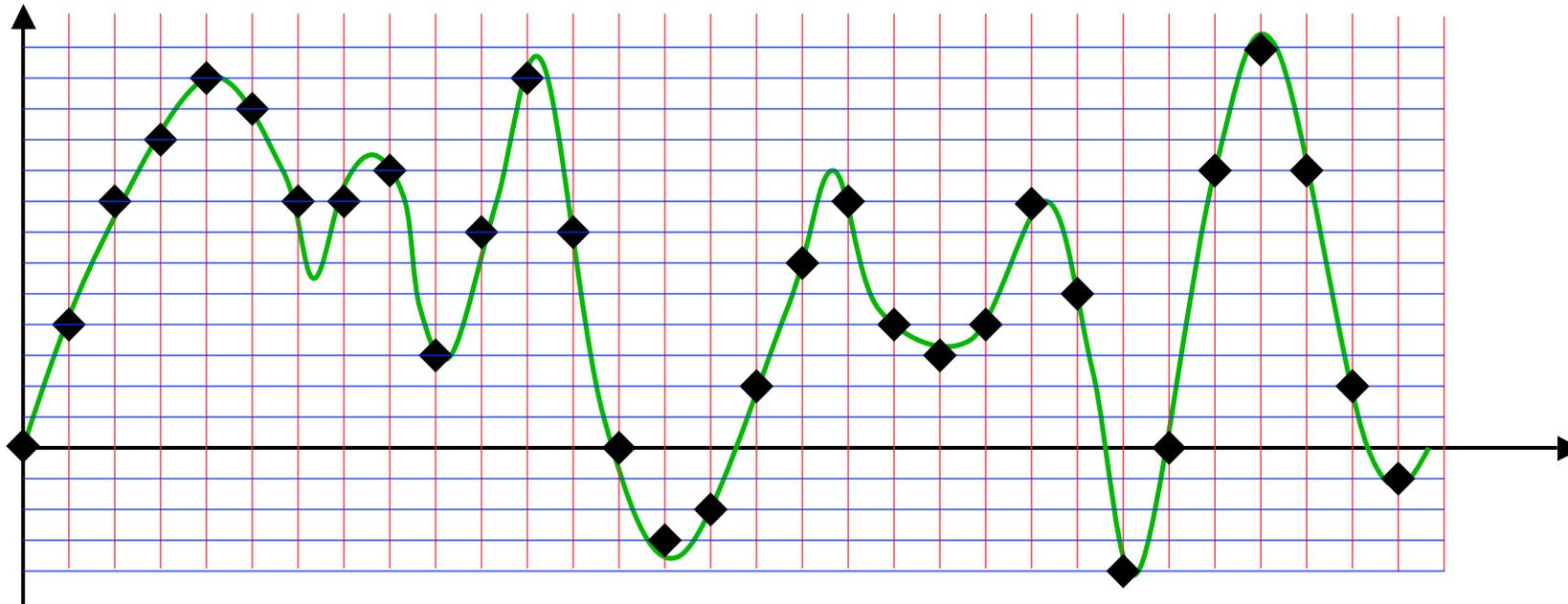
- Bei der *Diskretisierung* wird ein festes Raster von Messpunkten gleichen Abstands auf der Achse festgelegt, über die sich das Signal verändert (z.B. Zeitachse, räumliche Dimension)
- Zu jedem Messpunkt wird der aktuelle Wert des Signals (*Sample*) bestimmt (*Sampling*).

# Quantisierung



- Die *Quantisierung* besteht in der Darstellung der Messwerte in einem festen ganzzahligen Wert raster (letztlich dargestellt durch Binärzahlen).
- Jeder Messwert (jedes Sample) wird als Wert im Raster abgebildet, entweder direkt durch Messgeräte oder durch Berechnung (z.B. Runden) aus analogen Messungen.

# Digitalisierung = Diskretisierung+Quantisierung



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

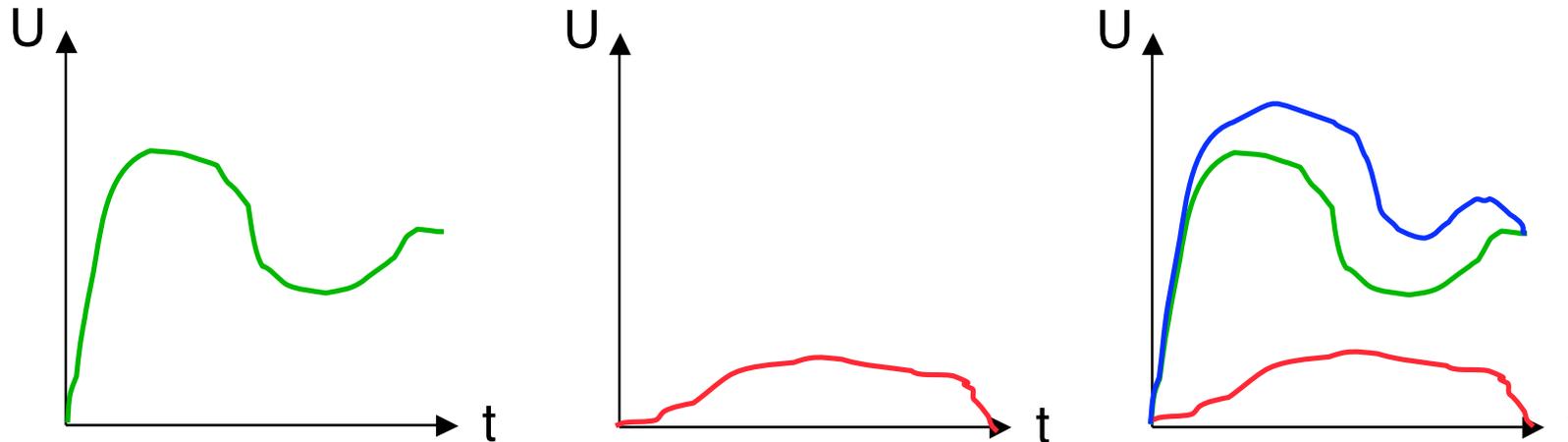
# Digitalisierung und Medienarten

- Verschiedene (Repräsentations-)Medien haben verschiedene Arten von x-Achsen für die Signale.
- Auch die Terminologie weicht leicht ab!
- **Audio:**
  - x-Achse = Zeit
  - Genauigkeit der Diskretisierung = "Abtastrate" (*sampling rate*) (Hz)
  - Genauigkeit der Quantisierung = "Auflösung" (*resolution*) (Bit)
- **Bild:**
  - Zwei räumliche Achsen (x und y)
  - 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 (oder zeitliche) Dimension
  - Bild: Zwei räumliche Dimensionen
  - Video: Zwei räumliche Dimensionen, eine zeitliche Dimension
  - Raumklang: Drei räumliche Dimensionen, eine zeitliche Dimension
- Begriffe: Raumabhängige und zeitabhängige Medien
- 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:

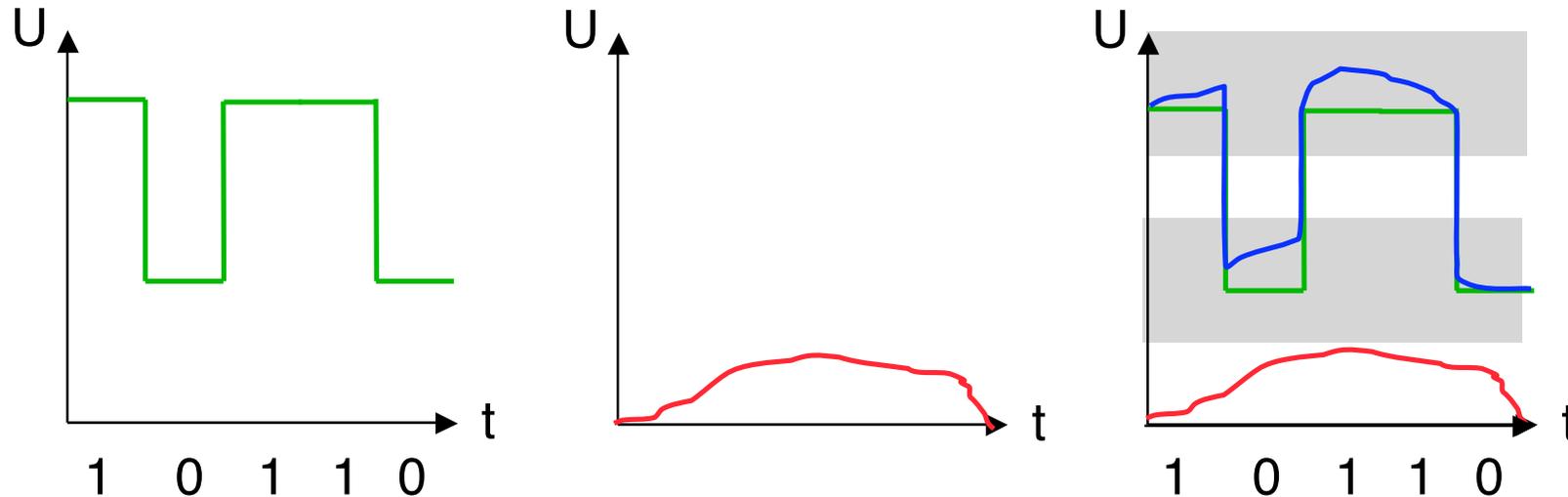
- Signalfremde Bestandteile (Rauschen) nicht vom Nutzsignal unterscheidbar

— Nutzsignal (z.B. Musik)

— Rauschen

— Gesamtsignal (verfälscht durch Rauschen)

# Was ist so gut an „digitaler Qualität“? (2)



**Digitale** Übertragung oder Speicherung:

- Signalfremde Bestandteile (Rauschen) durch geeignete Codierung vom Nutzsignal trennbar
- Originalsignal ohne Verlust rekonstruierbar

— Nutzsignal (z.B. Musik)

— Rauschen

— Gesamtsignal (verändert, aber nicht verfälscht durch Rauschen)

# Vor- und Nachteile digitaler Signale

- Vorteile:
  - Unempfindlichkeit gegen Störungen des unterliegenden Übertragungsmediums (z.B. Einstrahlung von Störfeldern) bzw. Speichermediums (z.B. magnetische Instabilitäten)
    - » Fehler erst ab einem Schwellwert bemerkbar
    - » Zusätzlich Fehlererkennung und -korrektur möglich
  - Verlustfrei kopierbar
  - Viele Signale entstehen bereits in digitaler Form (z.B. Computergrafik)
- Nachteile:
  - Informationsverlust gegenüber einem analogen Original
  - Hoher Speicheraufwand bzw. große benötigte Kanalkapazität
  - Früher: Spezielle Computersysteme notwendig (z.B. schnelle Festplatten)

# Digitale Medien

- Ein digitales Medium ist ...
  - eine gezielte Kombination von technischen Medien (aller Typen)  
unter Digitalisierung aller (oder vieler) Repräsentationen und  
Zwischenrepräsentationen
  - kombiniert mit einer geeigneten rechentechnischen und netztechnischen  
Infrastruktur
  - mit dem Ziel der Unterstützung von menschlichen Kommunikationsprozessen,  
d.h. der Schaffung und Ergänzung von gesellschaftlichen Medien

# Beispiele digitaler Medien

- CD-ROM
- DVD(-Video)
- World Wide Web
  - ... und viele spezielle Dienste darin, z.B. Musik-Verkauf, Bildarchiv
- Moderne Telefonnetze (Festnetz/ISDN und Mobilnetze/GSM/UMTS)
- Terrestrisches Fernsehen (DVB-T)
- eBook, ePaper
- 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, ADR)
  
- Der Trend zur Digitalisierung aller Medien ist unverkennbar.

# Speicherbedarf für Digitale Medien

- Bild, unkomprimiert („raw“):
  - 8 Millionen Pixel Auflösung des Kamerasensors
  - 3 Farben mit je 8 Bit codiert, 8 Bit = 1 Byte
  - $3 \cdot 8 \cdot 8 \text{ Mio. Bit} = 192.000.000 \text{ Bit} = 24.000.000 \text{ Byte} = 24 \text{ MByte}$
- Audio, unkomprimiert (z.B. Audio-CD)
  - Je Sekunde 44.100 Abtastungen mit 16 Bit = 705.600 Bit/Sekunde
  - Stereo: 1.411.200 Bit/Sekunde (1,4 Mbit)
  - Eine Stunde Musik in CD-Qualität: 630 MByte
- **Kompressionsverfahren:**
  - Ermöglichen wesentlich leichter handhabbare Datenmengen
  - Beispiele:
    - » Übertragen digitaler Bilder
    - » MP3-CDs mit extrem langer Laufzeit