

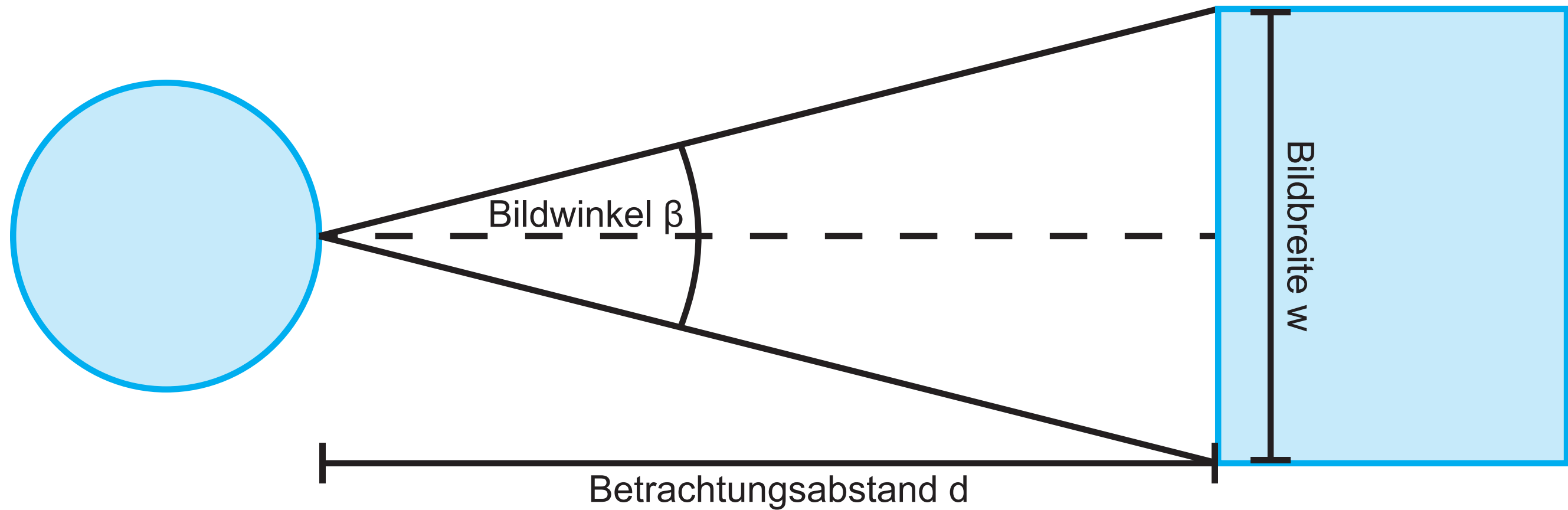
# Mensch-Maschine-Interaktion



# Kapitel 6 - Technische Rahmenbedingungen

- Visuelle Darstellung
  - Räumliche Auflösung
  - Zeitliche Auflösung
  - Darstellung von Farbe und Helligkeit
- Akustische Darstellung
- Moore's Law

# Räumliche Auflösung



Es gilt:  $\frac{w}{2} = d \tan \frac{\beta}{2}$  oder  $\beta = 2 \arctan \frac{w}{2d}$

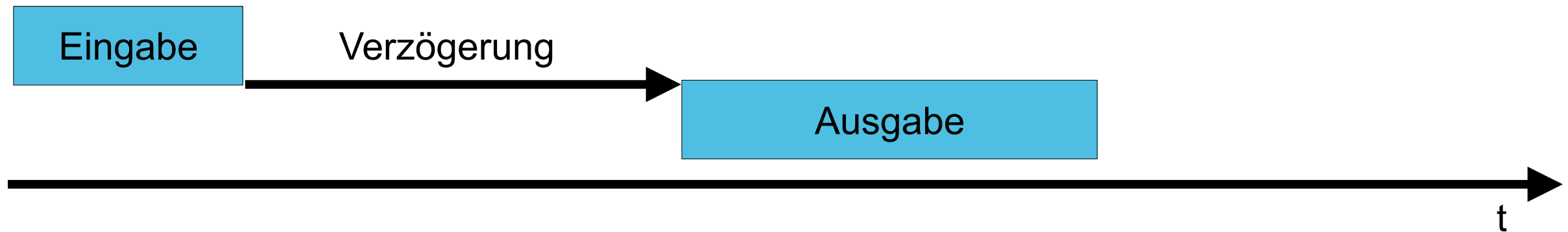
Bei 1/60 Grad Auflösung werden  $60 * 2 * \arctan \frac{w}{2d}$  Pixel benötigt.

# Zeitliche Auflösung: Bewegungen

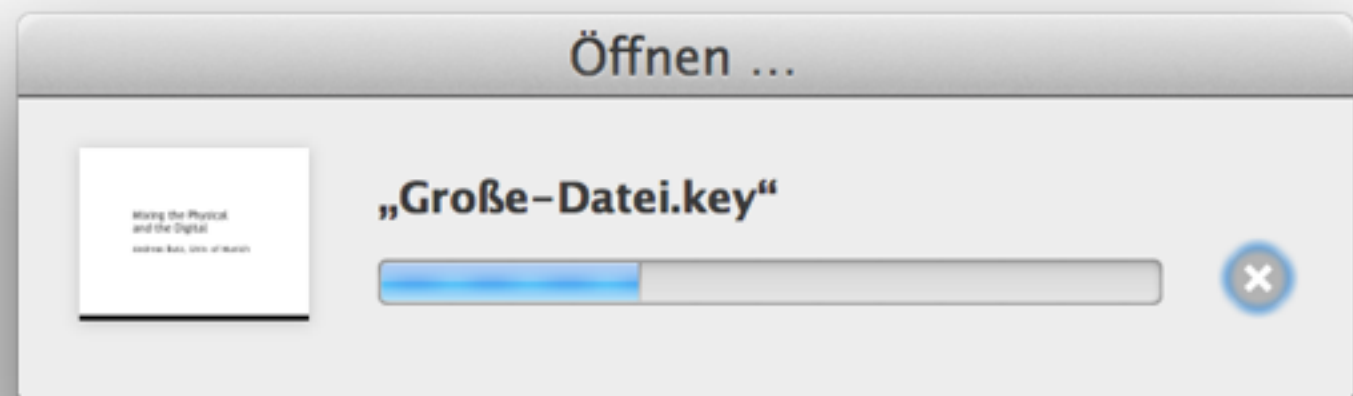
- Einzelbilder bis ca. 100ms, danach zunehmend Bewegung
- Flüssige Bewegung ab ca. 25 Bilder pro Sekunde
  - siehe Kinofilm
- Flimmerfreiheit ab ca. 50 Hz
  - siehe Fernsehen



# Zeitliche Auflösung: Verzögerungen



- Direkte Verbindung bis ca. 100ms empfunden
- Kausaler Zusammenhang bis ca. 1 Sekunde
- Ab mehreren Sekunden kein Zusammenhang mehr  
– andere Rückmeldung benötigt



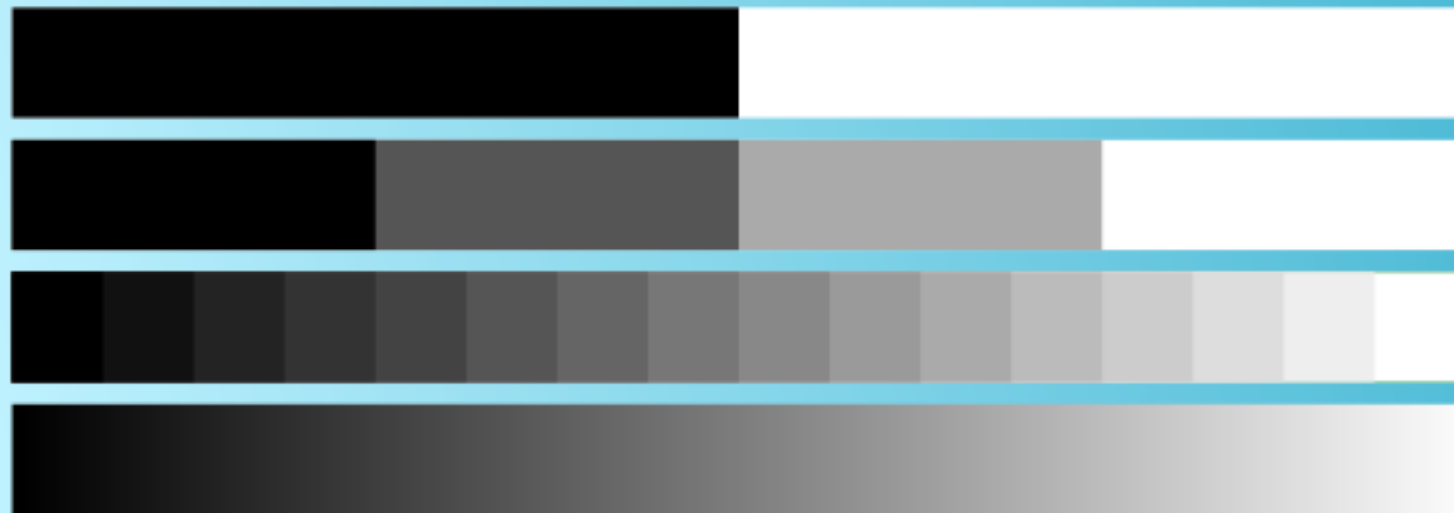
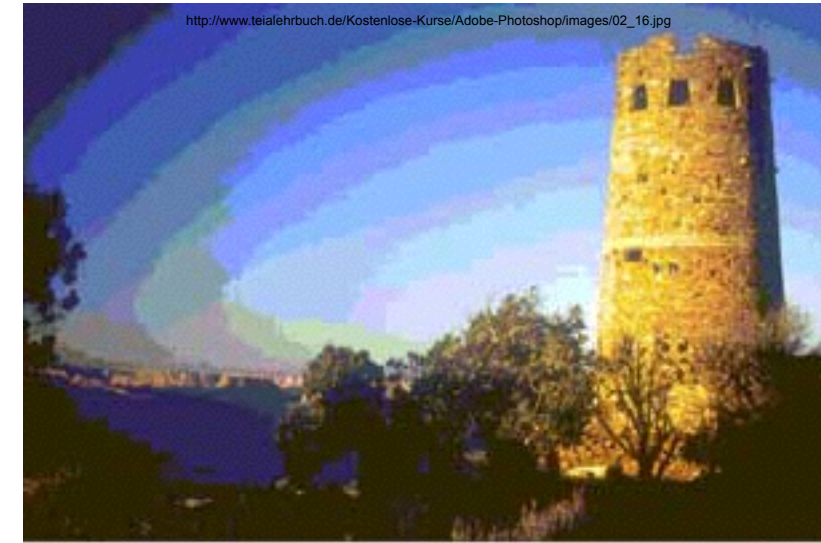
# Verzögerung: ein künstlerischer Blick



<https://www.youtube.com/watch?v=ZcP9jiCbakw>



# Darstellung von Farbe und Helligkeit



1 bit (2 Abstufungen)  
2 bit (4 Abstufungen)  
4 bit (16 Abstufungen)  
8 bit (256 Abstufungen)

[http://www.hki.uni-koeln.de/sites/all/files/courses/10290/02\\_Farbtiefe.svg\\_png](http://www.hki.uni-koeln.de/sites/all/files/courses/10290/02_Farbtiefe.svg_png)



# Bildschirmkontrast in der Praxis



<http://de.wikihow.com/Bessere-Lesbarkeit-eines-Laptopbildschirms-im-Freien>



# Bildschirmkontrast: ein Rechenbeispiel

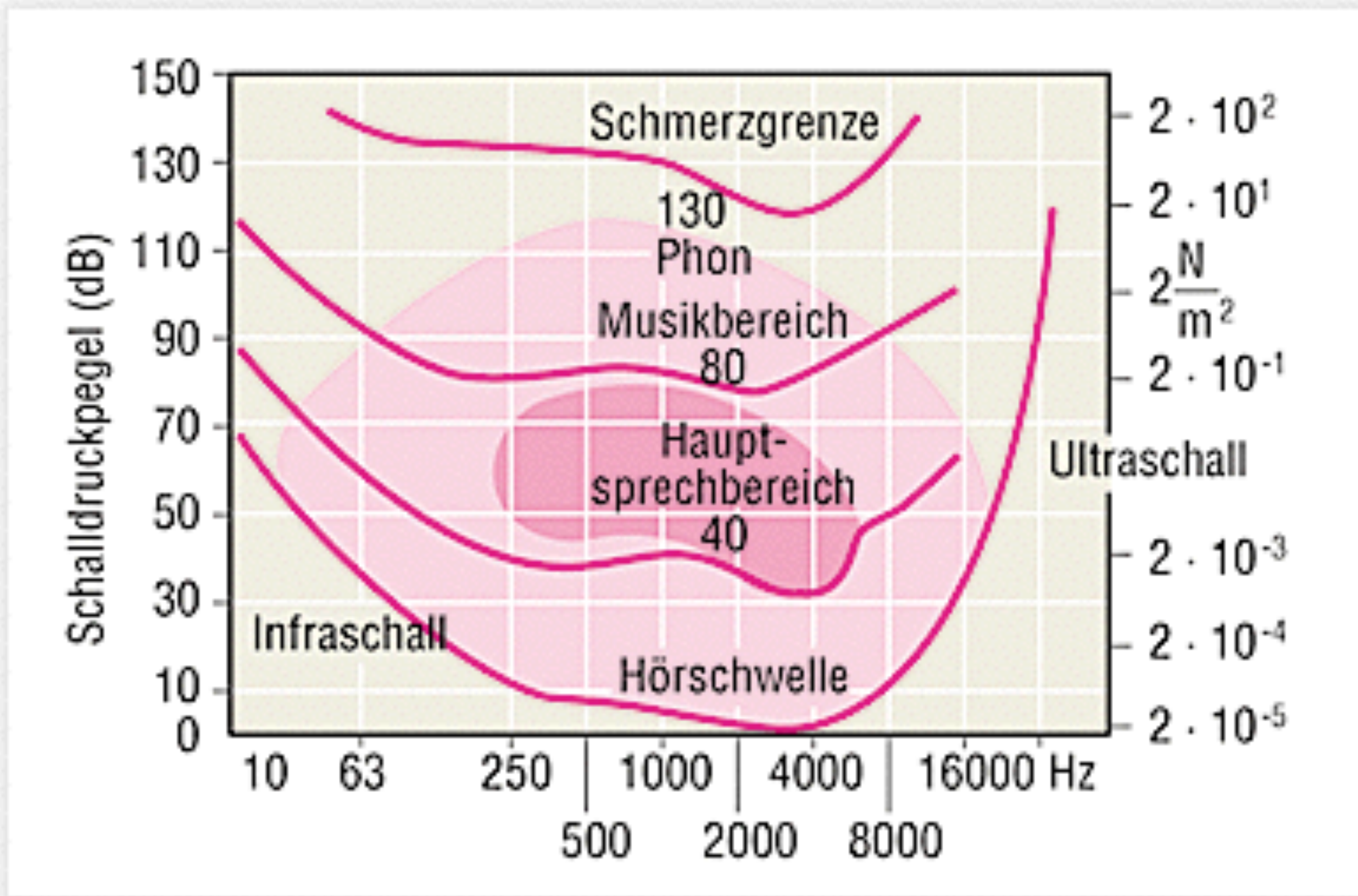
- Umgebungslicht von z.B. 200 Lux
- Display mit hohem Kontrastumfang
  - z.B. 1:1000 oder höher
  - Helligkeit von z.B. 200 cd/m<sup>2</sup>  
(also gleich hell wie Umgebung)
- Oberfläche reflektiert z.B. 1% der Umgebungshelligkeit
- Kontrastumfang wird dann 2-202 cd/m<sup>2</sup>  
= 1:100 (recht niedrig)
- Bei heller Sonne mit 100.000 cd/m<sup>2</sup>:
  - Kontrastumfang 1.000-1.200 cd/m<sup>2</sup>  
= 1:1,2
- Also: hohe Maximalhelligkeit ist wichtig für guten Kontrastumfang



# Kapitel 6 - Technische Rahmenbedingungen

- Visuelle Darstellung
  - Räumliche Auflösung
  - Zeitliche Auflösung
  - Darstellung von Farbe und Helligkeit
- Akustische Darstellung
- Moore's Law

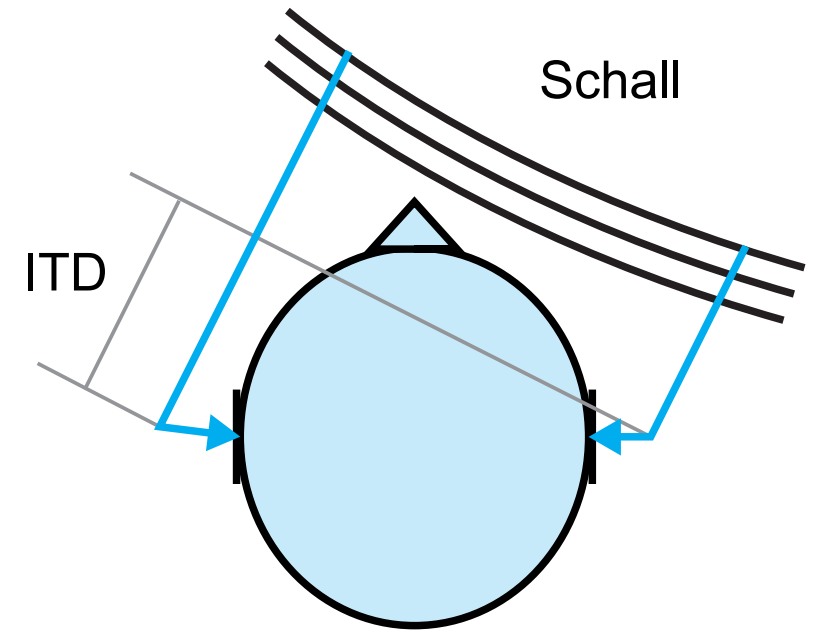
# Lautstärke- und Frequenzbereiche





# Zeitliche Verzögerungen

- Räumliches Hören: unter 1ms (30cm)
- Raumakustik und Echos: bis 35ms (10m) als **ein** Signal wahrgenommen
  - löst sich zwischen 50 und 80ms auf
- verzögertes Signal ab ca. 80-100ms (24-30m) als Echo wahrgenommen
- Dann auch Verzögerung zwischen Bild und Ton störend!



<https://www.nuveon.de/oggelshausen/attach/Kirche/Innenansicht%20Kirche%20Internet.jpeg>

# Kapitel 6 - Technische Rahmenbedingungen

- Visuelle Darstellung
  - Räumliche Auflösung
  - Zeitliche Auflösung
  - Darstellung von Farbe und Helligkeit
- Akustische Darstellung
- Moore's Law

# Moore's Law

“The complexity for minimum component costs has increased at a rate of **roughly a factor of two per year...**

Certainly over the short term this rate can be expected to continue, if not to increase.

Over the longer term, the rate of increase is a bit more uncertain, although there is no reason to believe it will not remain nearly constant for at least 10 years.

That means by 1975, the number of components per integrated circuit for minimum cost will be 65,000. I believe that such a large circuit can be built on a single wafer.”

[Moore, Gordon E. "Cramming more components onto integrated circuits".  
Electronics, Volume 38, Number 8, April 19, **1965.**]



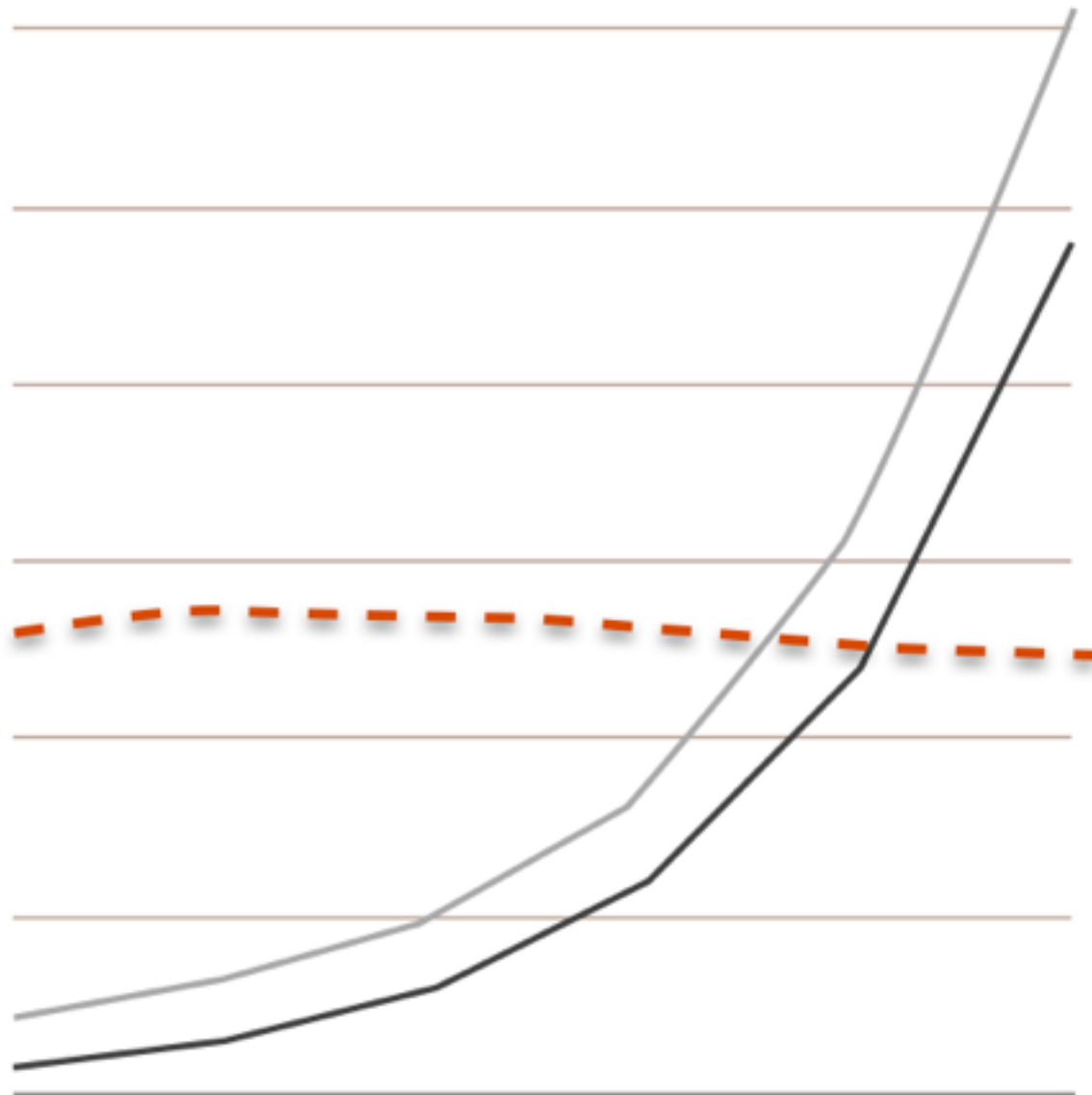
[http://www.intel.com/pressroom/kits/events/moores\\_law\\_40th/Images\\_Assets/Gordon\\_Moore/GordonMoore\\_young.jpg](http://www.intel.com/pressroom/kits/events/moores_law_40th/Images_Assets/Gordon_Moore/GordonMoore_young.jpg)





# 1. Korollar: Buxton's Law

<http://www.billbuxton.com/LessIsMore.pdf>



Moore's law



Buxton's law



God's law