

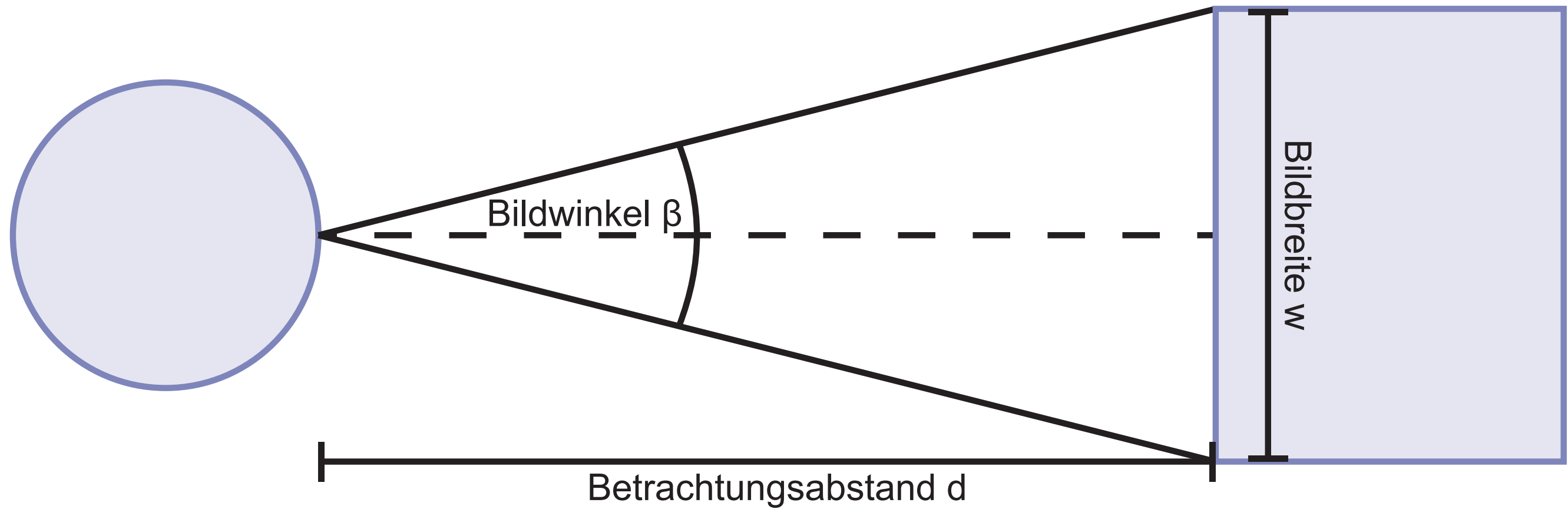
# Mensch-Maschine-Interaktion



# 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  $\beta = 2 \arctan \frac{w}{2d}$

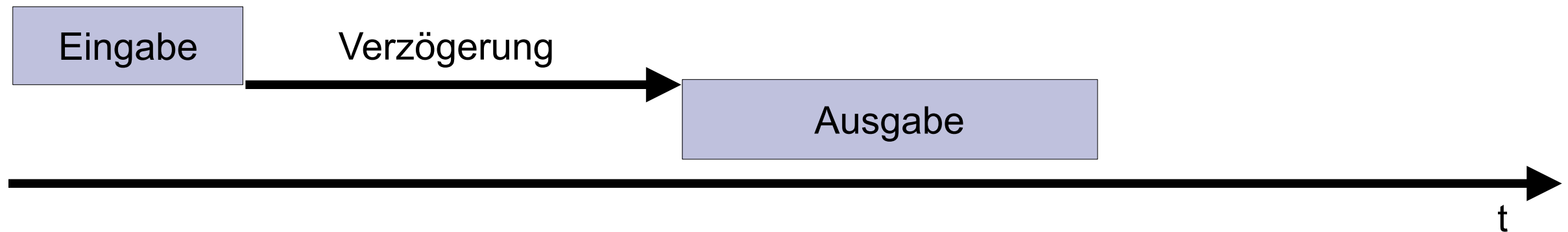
Bei 1/60 Grad Auflösung werden  $60 * 2 * \arctan \frac{w}{2d}$  Pixel benötigt.

# Zeitliche Auflösung: Bewegungen

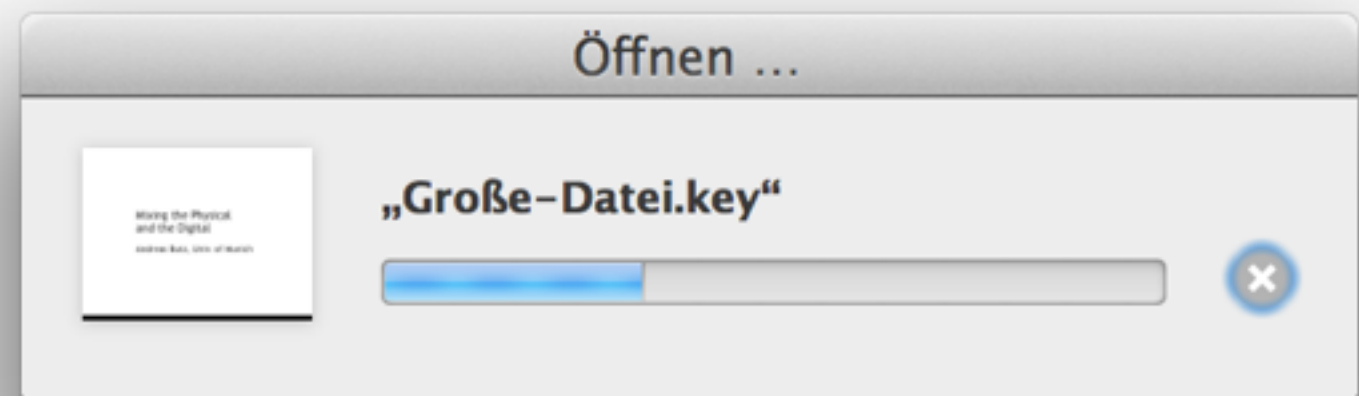
- Einzelbilder bis ca. 100ms, danach zunehmend Bewegung
- Flüssige Bewegung ab ca. 25 Bilder pro Sekunde
  - siehe Kinofilm
- Flimmerfreiheit ab ca. 50 Hz
  - siehe Fernsehen



# Zeitliche Auflösung: Verzögerungen



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



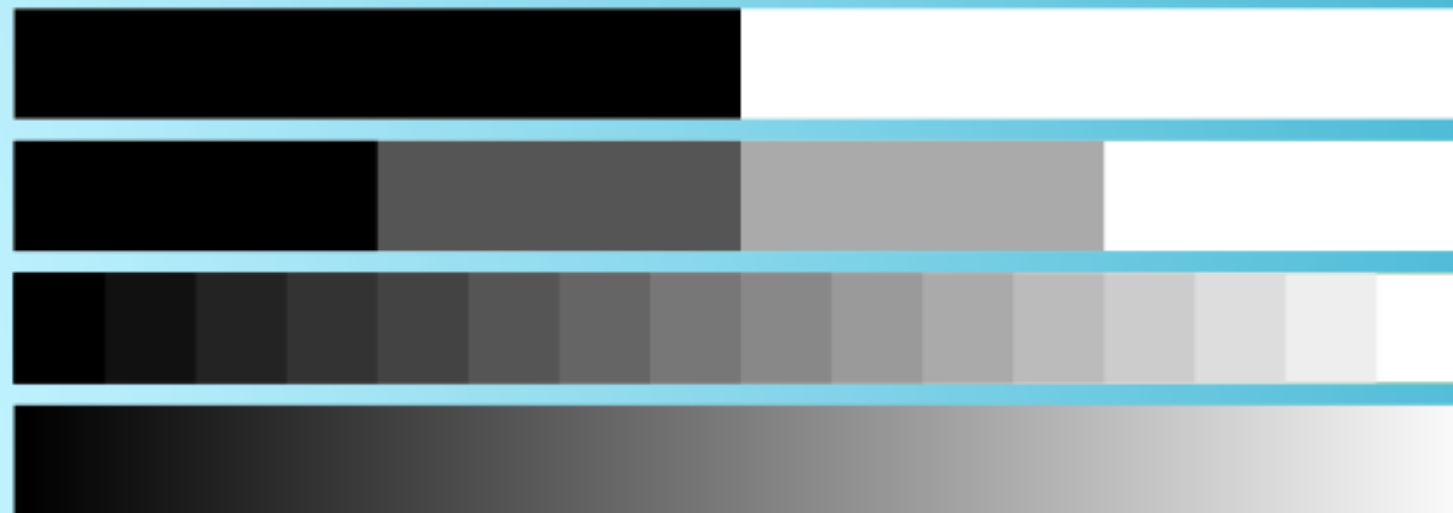
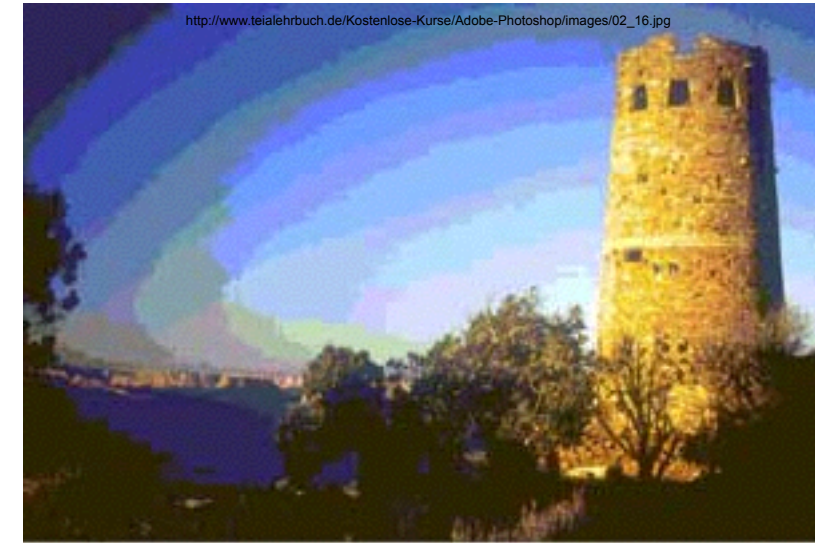
# Verzögerung: ein künstlerischer Blick



<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



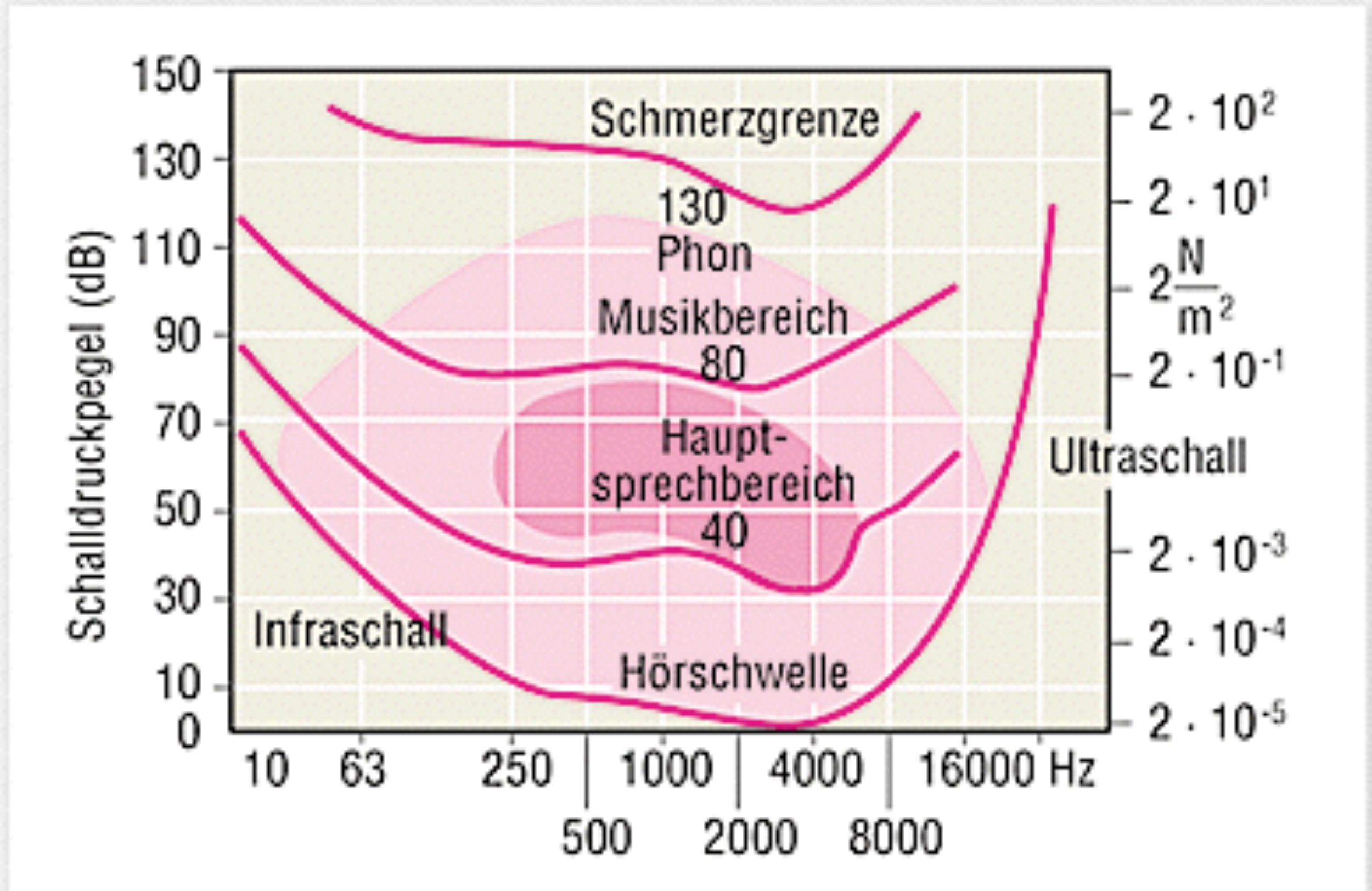
<http://de.wikihow.com/Bessere-Lesbarkeit-eines-Laptopbildschirms-im-Freien>



# Kapitel 6 - Technische Rahmenbedingungen

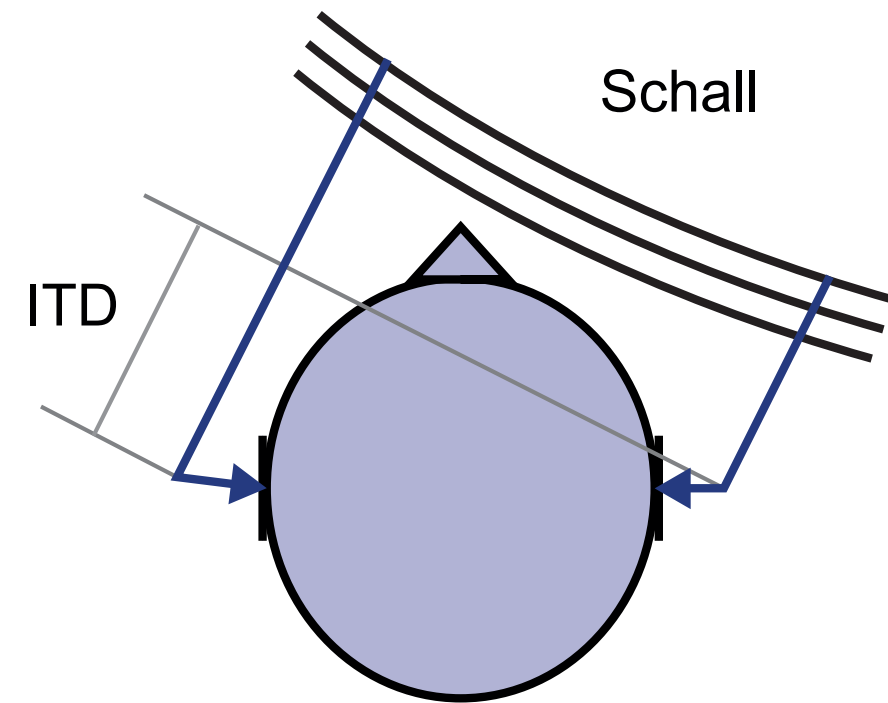
- Visuelle Darstellung
  - Räumliche Auflösung
  - Zeitliche Auflösung
  - Darstellung von Farbe und Helligkeit
- Akustische Darstellung
- Moore's Law

# 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!





# 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.

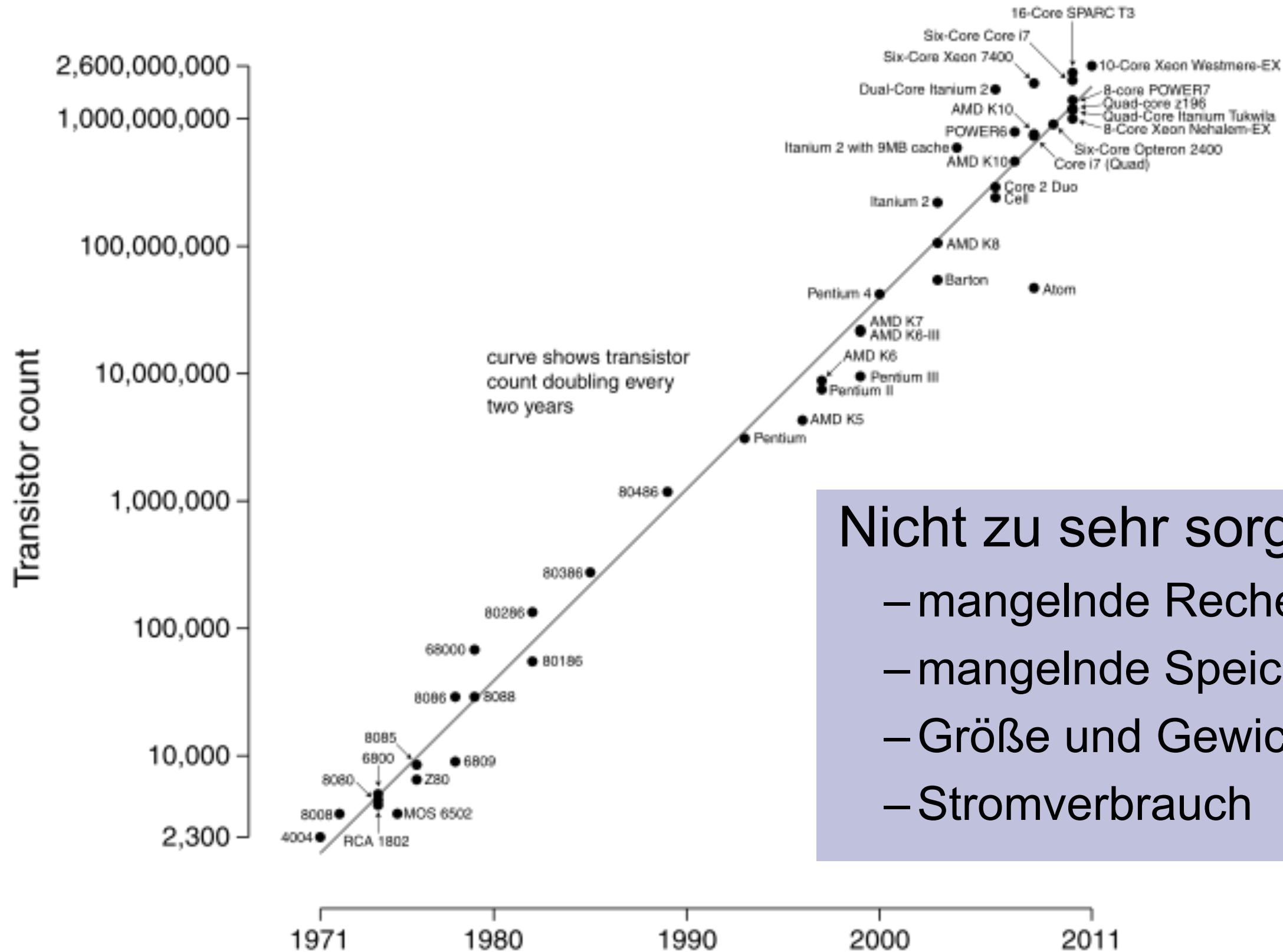
That means by 1975, the number of components per integrated circuit for minimum cost will be 65,000. I believe that such a large circuit can be built on a single wafer.”

[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)

# Moore's Law



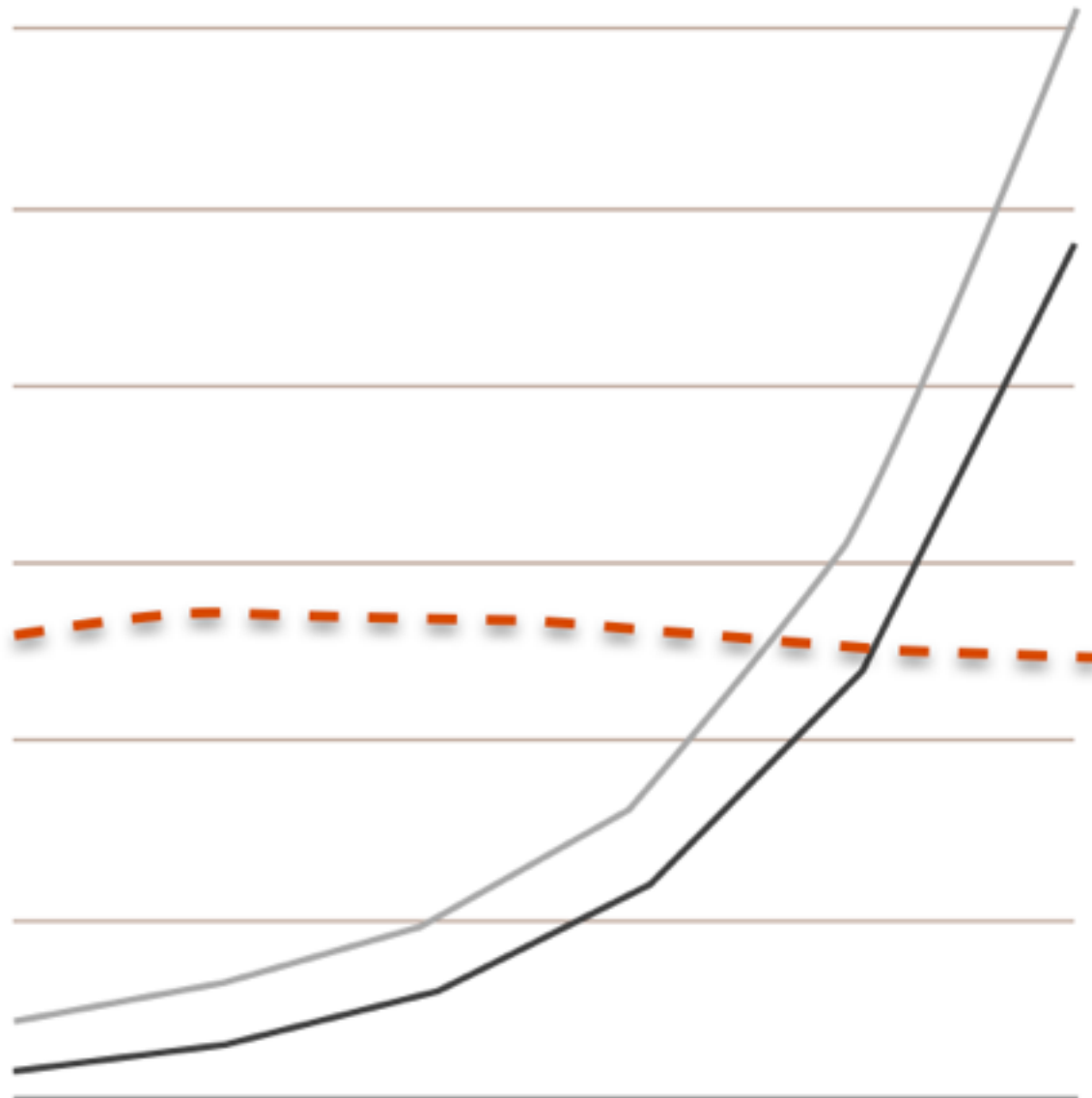
Nicht zu sehr sorgen um:

- mangelnde Rechenleistung
- mangelnde Speicherkapazität
- Größe und Gewicht
- Stromverbrauch



# 1. Korollar: Buxton's Law

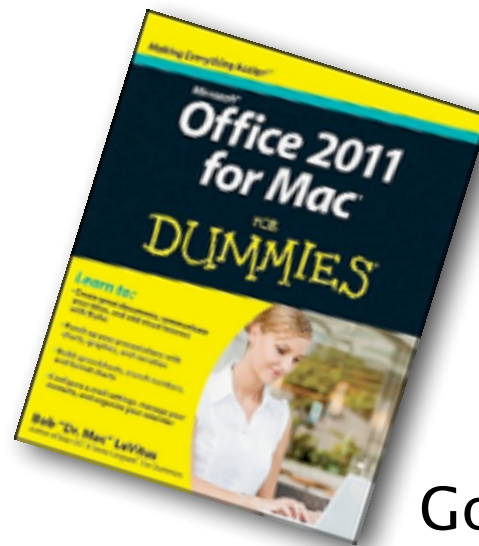
<http://www.billbuxton.com/LessIsMore.pdf>



Moore's law



Buxton's law



God's law

# Wo stehen wir im Semester?

## Inhaltsverzeichnis

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Einführung                        | 1 |
| Schreiben und Begriffschaufenster | 1 |
| Umfang und Anspruch des Buches    | 2 |
| Aufbau und Verwendung des Buches  | 3 |
| Webseite zum Buch und QR-codes    | 3 |
| Danke, und bis gleich!            | 4 |

|                                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------|----------|
| <b>I Grundlagen auf der Seite des Menschen</b>                  | <b>5</b> |
| 1 Grundmodell menschlicher Informationsverarbeitung             | 7        |
| 1.1 Menschliche Informationsverarbeitung und Handlungssteuerung | 8        |
| 1.2 Model Human Processor                                       | 10       |
| 2 Wahrnehmung                                                   | 13       |
| 2.1 Sehen und visuelle Wahrnehmung                              | 13       |
| 2.1.1 Psychologie der visuellen Wahrnehmung                     | 13       |
| 2.1.2 Farbwahrnehmung                                           | 15       |
| 2.1.3 Auditive und präventive Wahrnehmung                       | 18       |
| 2.1.4 Gestaltgesetze                                            | 19       |
| 2.2 Hören und auditive Wahrnehmung                              | 21       |
| 2.2.1 Psychologie der auditiven Wahrnehmung                     | 21       |
| 2.2.2 Besonderheiten der auditiven Wahrnehmung                  | 24       |
| 2.3 Tastsinn und Propriozeption                                 | 24       |
| 2.4 Geruch- und Geschmackswahrnehmung                           | 25       |
| 3 Kognition                                                     | 27       |
| 3.1 Gedächtnistypen                                             | 27       |
| 3.1.1 Kurzzeitgedächtnis und langfristige Prozesse              | 27       |
| 3.1.2 Langzeitgedächtnis                                        | 28       |
| 3.2 Lernen                                                      | 30       |
| 3.3 Vergessen                                                   | 32       |
| 3.4 Aufmerksamkeit                                              | 33       |
| 3.4.1 Kognitive Belastung                                       | 35       |
| 3.4.2 Arbeitsgedächtnisbelastung                                | 36       |
| 3.4.3 Belastung durch Mehrfachaufgaben                          | 36       |
| 3.4.4 Messen der kognitiven Belastung                           | 37       |
| 3.6 Entscheidungsfindung und -weisen                            | 38       |

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 4 Metapher                                   | 41 |
| 4.1 Peter Lee                                | 41 |
| 4.2 Steering Law                             | 42 |
| 4.3 Interaktion mit beiden Händen            | 45 |
| 5 Mentale Modelle und Fehler                 | 49 |
| 5.1 Verschiedene Modellarten                 | 49 |
| 5.2 Zusammengefasst der Modelle              | 51 |
| 5.2.1 Transparenz                            | 51 |
| 5.2.2 Flexibilität                           | 52 |
| 5.3 Fehler des Benutzer                      | 53 |
| 5.3.1 Die Auffassung abgeleiteter Handlungen | 53 |
| 5.3.2 Grundlegende Fehlerarten               | 54 |
| 5.3.3 Murphy's Gesetz                        | 56 |

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>II Grundlagen auf der Seite der Maschine</b> | <b>59</b> |
| 6 Technische Rahmenbedingungen                  | 61        |
| 6.1 Visuelle Darstellung                        | 61        |
| 6.1.1 Räumliche Auflösung                       | 61        |
| 6.1.2 Zeitliche Auflösung                       | 62        |
| 6.1.3 Darstellung von Farbe und Helligkeit      | 63        |
| 6.2 Akustische Darstellung                      | 64        |
| 6.3 Mensch, Eye                                 | 65        |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 7 Grundlagen auf der Seite der Maschine  | 67 |
| 7.1 Affordances                          | 67 |
| 7.2 Constraints                          | 68 |
| 7.3 Mappings                             | 69 |
| 7.4 Konsistenz und Vielseitigkeit        | 71 |
| 7.5 Feedback                             | 72 |
| 7.6 Fehlermeldungen und Fehlervermeidung | 74 |
| 7.7 Interface Animation                  | 75 |
| 7.8 Physiologie                          | 77 |
| 7.9 Metaphern als Guide für UI           | 79 |
| 7.10 Object-Action Interface Modell      | 81 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 8 Etablierte Interaktionsstile | 85 |
| 8.1 Kommando                   | 85 |
| 8.2 Dialog                     | 86 |
| 8.3 Suche und Showen           | 88 |
| 8.4 Direkte Manipulation       | 89 |
| 8.5 Interaktive Visualisierung | 90 |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 9 Einige Grundmuster grafischer Benutzeroberflächen | 93 |
| 9.1 Ein Entwurfsmuster: Model-View-Controller       | 93 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 9.2 Domäne UI       | 95 |
| 9.3 Fokus & Kontext | 97 |

## III Entwicklung Interaktiver Systeme

|      |                                    |     |
|------|------------------------------------|-----|
| 100  | Grundidee des User-Centered Design | 100 |
| 10.1 | Übersicht                          | 100 |
| 10.2 | Design                             | 100 |
| 10.3 | Umgang mit Fehlern                 | 106 |
| 10.4 | Erstellen                          | 106 |
| 10.5 | Iteratives Design                  | 107 |
| 10.6 | Implementierung                    | 107 |

|        |                                             |     |
|--------|---------------------------------------------|-----|
| 11     | Benutzeranforderungen erheben und verstehen | 109 |
| 11.1   | Stakeholder                                 | 109 |
| 11.2   | Interviewtechniken                          | 110 |
| 11.3   | Fragebogen                                  | 111 |
| 11.3.1 | Struktur                                    | 112 |
| 11.3.2 | Anforderungen                               | 113 |
| 11.3.3 | Online Fragebogen                           | 116 |
| 11.4   | Fokusgruppen                                | 116 |
| 11.5   | Beobachtungen                               | 117 |
| 11.6   | Personas und Szenarien                      | 119 |

|        |                                      |     |
|--------|--------------------------------------|-----|
| 12     | Skizzen und Prototypen               | 123 |
| 12.1   | Eigenschaften von Skizzen            | 123 |
| 12.2   | Eigenschaften von Prototypen         | 126 |
| 12.2.1 | Aufbau und Darstellungsmittel        | 126 |
| 12.2.2 | Horizontale und Vertikale Prototypen | 126 |
| 12.2.3 | Wizard of Oz Prototypen              | 126 |
| 12.3   | Papierprototypen                     | 126 |
| 12.4   | Video Prototypen                     | 128 |

|        |                            |     |
|--------|----------------------------|-----|
| 13     | Evaluation                 | 131 |
| 13.1   | Arten der Evaluation       | 131 |
| 13.1.1 | Formative vs. Summative    | 131 |
| 13.1.2 | Quantitativ vs. Qualitativ | 131 |
| 13.1.3 | Analytisch vs. Empirisch   | 132 |
| 13.2   | Analytische Methoden       | 132 |
| 13.2.1 | Kognitive Walkthrough      | 133 |
| 13.2.2 | Heuristische Evaluation    | 133 |
| 13.2.3 | CRMS und KLM               | 136 |
| 13.3   | Empirische Methoden        | 137 |
| 13.3.1 | Variablen und Werte        | 138 |
| 13.3.2 | Protokolle                 | 138 |
| 13.3.3 | Beobachtungsprotokolle     | 139 |

|        |                               |     |
|--------|-------------------------------|-----|
| 13.3.4 | Kontrollierte Experimente     | 140 |
| 13.3.5 | Darstellung der Ergebnisse    | 142 |
| 13.3.6 | Statistische Auswertung       | 144 |
| 13.3.7 | Prüfungen und Labortests      | 146 |
| 13.3.8 | Langzeit- und Tagbuch-Studien | 147 |

|      |                                 |     |
|------|---------------------------------|-----|
| 14   | Experience Design               | 149 |
| 14.1 | Ziele und Bedürfnisse           | 149 |
| 14.2 | Bestimmung von User-Experiences | 151 |
| 14.3 | Erstellung von User-Experiences | 151 |
| 14.4 | User-Experience: ein Beispiel   | 152 |

|        |                                                        |     |
|--------|--------------------------------------------------------|-----|
| 15     | Interaktive Benutzeroberflächen des Personal Computers | 153 |
| 15.1   | Personal Computer und Desktop-Metaphor                 | 153 |
| 15.2   | Das WIMP-Konzept                                       | 159 |
| 15.2.1 | Window und Layout                                      | 159 |
| 15.2.2 | Mouse-Techniken                                        | 160 |
| 15.3   | WYSIWYG                                                | 162 |

|      |                                                |     |
|------|------------------------------------------------|-----|
| 16   | Die Benutzeroberfläche des World Wide Web      | 165 |
| 16.1 | Technische Grundkonzepte des Web               | 165 |
| 16.2 | Layout: statisch, statisch, adaptiv, responsiv | 167 |
| 16.3 | Inhalte: statisch oder dynamisch               | 170 |
| 16.4 | Nutzungsarten: Web x.0 (x = 1,2,3,...)         | 170 |
| 16.5 | Wie Webbrowser geladen werden                  | 171 |
| 16.6 | Orientierung und Navigation                    | 172 |
| 16.7 | Die sozialen Spielregeln: Netiquette im Web    | 173 |

|        |                                     |     |
|--------|-------------------------------------|-----|
| 17     | Interaktive Oberflächen             | 175 |
| 17.1   | Grundlagen zu Touch und Multi-Touch | 175 |
| 17.1.1 | Sensortechniken für Touch           | 175 |
| 17.1.2 | Business Model der 3 Zustände       | 177 |
| 17.1.3 | Das Mouse-Touch-Problem             | 179 |
| 17.1.4 | Das Fat-Finger-Problem              | 180 |
| 17.1.5 | Interaktionskonzepte für Touch      | 181 |
| 17.2   | Große interaktive Oberflächen       | 181 |
| 17.2.1 | Beidhändige Interaktion             | 182 |
| 17.2.2 | Mehrere Deutungen                   | 183 |
| 17.2.3 | Reaktionströge                      | 183 |

|        |                      |     |
|--------|----------------------|-----|
| 18     | Mobile Interaktionen | 185 |
| 18.1   | Untergrundarbeit     | 185 |
| 18.2   | Interaktionskontext  | 187 |
| 18.2.1 | Physischer Kontext   | 189 |

|        |                                        |     |
|--------|----------------------------------------|-----|
| 18.2.2 | Sozialer Kontext                       | 189 |
| 18.2.3 | Contextualisierter Kontext             | 189 |
| 18.2.4 | Kontextsensitivität                    | 189 |
| 18.3   | Explizite vs. Implizite Interaktion    | 189 |
| 18.4   | Voraussetzungen für kleine Bildschirme | 189 |
| 18.5   | Mobile Interaktionskonzepte            | 189 |
| 18.6   | Mobile Sensoren                        | 189 |
| 18.7   | Mobile Augmented Reality               | 189 |

|      |                      |     |
|------|----------------------|-----|
| 18.8 | Wissensbasis         | 189 |
| 18.9 | Literaturverzeichnis | 189 |
| 19   | Index                | 189 |

bereits erledigt

noch zu tun

MMI2 Stoff