

## Echzeit Darstellung

<b>Echtzeit-Typ</b>	<b>Eigenschaften</b>
<b>Harte Echtzeit</b>	Zeitlimits zwingend, Systemfehler bei Verpassen.
<b>Weiche Echtzeit</b>	Kleine Abweichungen erlaubt, Leistung sinkt bei Überschreitung.

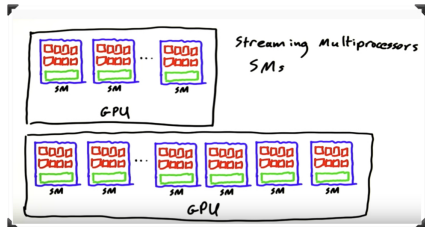
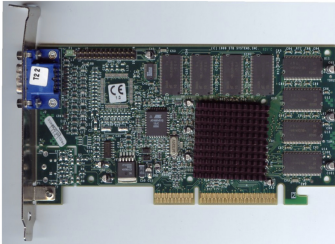
## Echzeit Darstellung

Standard: 60 Frames pro Sekunde bei einer Bildschirmauflösung von  $4K = 3840 \times 2160$  Pixel. D.h. 497.664.000 Farbwerte müssen pro Sekunde berechnet und an das Ausgabegerät geschickt werden. Kombination von Soft- und Hardware nötig.

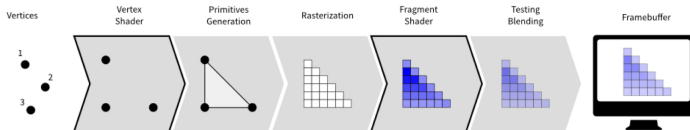
GPU-Klasse	FP32-Leistung	FP64-Leistung
Einsteiger- / Mittelklasse	2 - 10 TFLOPS	0,1 - 1 TFLOPS
High-End-Gaming	10 - 25 TFLOPS	0,5 - 2 TFLOPS
Workstation- / AI-GPUs	20 - 40 TFLOPS	5 - 20 TFLOPS
Spezialisierte Hochleistung	Mehrere 100 TFLOPS	Mehrere 20+ TFLOPS

- **Architektur:** Viele einfache Rechenkerne in *Streaming Multiprocessors (SM)*, optimiert für parallele Berechnung.
- **Speicherhierarchie:**
  - *Global Memory (VRAM)*: Großer, langsamer Speicher für die gesamte GPU.
  - *Shared Memory*: Schneller Zwischenspeicher pro SM.
  - *Register*: Klein, extrem schnell, lokal pro Kern.
- **SIMD-Prinzip:** Gleiche Operation auf mehrere Daten gleichzeitig (Single Instruction, Multiple Data).
- **Thread-Modell:** Threads in *Thread-Blocks* organisiert, diese in einem *Grid*.
- **Spezialisierte Hardware:** Rasterisierung, Texturierung und Shading für Grafikoperationen.

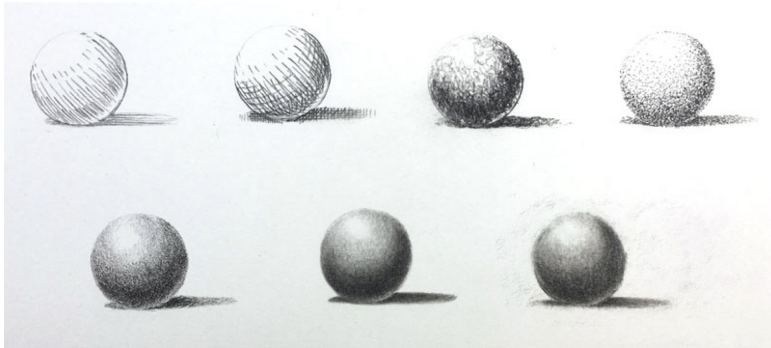
## GPU



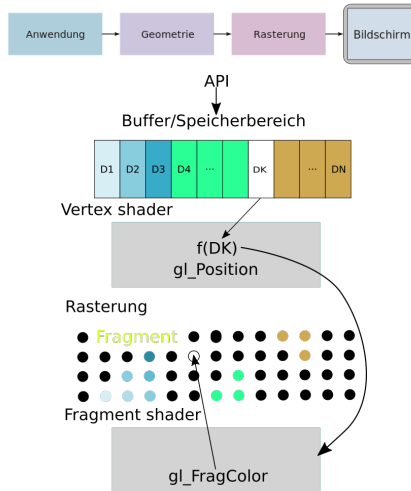
## Vertex und Fragmentshader



## Shader=Schattierer



# Shaderprogramm



```
<script id="2d-vertex-shader" type="x-shader/x-vertex">
    attribute vec2 a_position;
    uniform float t;
    varying float T;
    void main() {
        // gl_Position = vec4(a_position, 0.0, t);
        T = t;
        gl_Position = vec4(a_position[0], a_position[1], 0.0, 1.0);
    }
</script>

<script id="2d-fragment-shader" type="x-shader/x-fragment">
    precision mediump float;
    varying float T;
    void main() {
        gl_FragColor = vec4(0.0 ,1.0,0.0,1.0);
    }
</script>
```