

Computergrafik und Informationsvisualisierung

VISUALISIERUNG

TEIL 1

Prof. Dr. Elke Hergenröther

Ein kurzer Überblick

- Visualisierung für 2- und 3-dimensionale Objekte
- Licht und Reflexionsmodelle
- Raytracing
- Farben
- ...

Organisatorische Punkte

- Prüfung
 - *Praktikum ist benotet (50% der Endnote)*
 - *mündliche Prüfung*
- Aufzeichnung der Vorlesung?
 - *Wichtig ist mir, dass Sie anwesend sind und wir ins Gespräch kommen*
- Moodlekurs: <https://lernen.h-da.de/course/view.php?id=25294> (Key: CGIV2526)



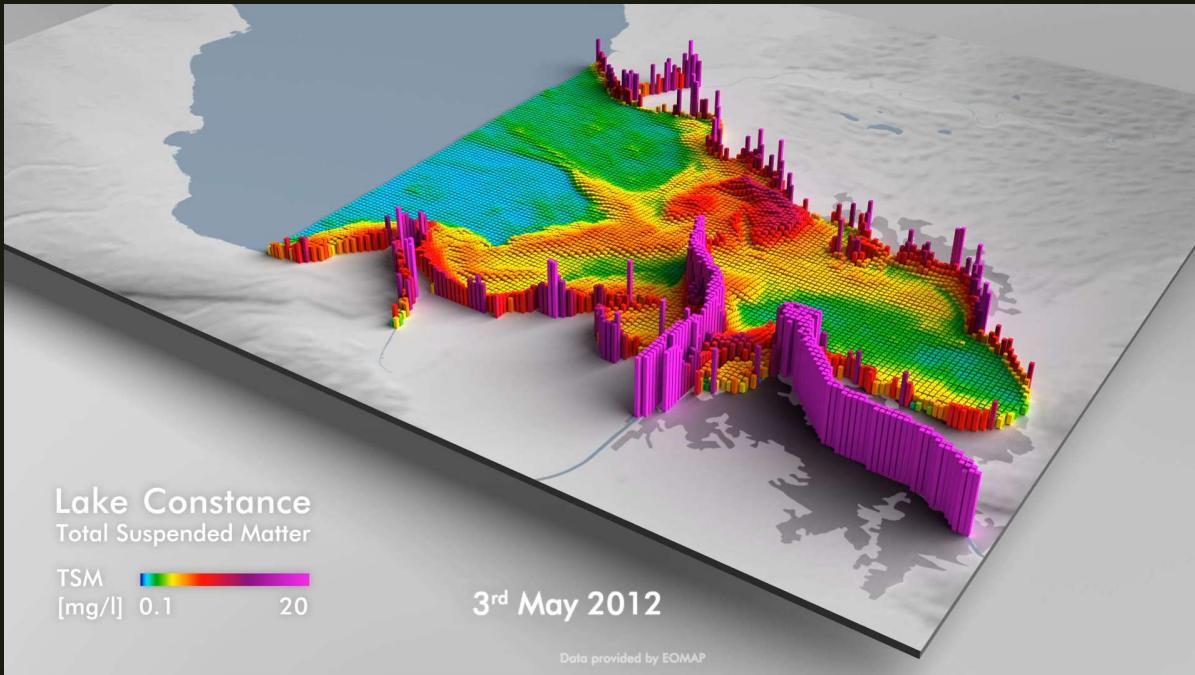


Bild zur Visualisierung des Schwebstoffanteils von DLR aus:
https://www.dlr.de/eoc/Portaldata/60/Resources/images/2_dfd_wv/Tea mSite-Water_001.jpg

Bilder

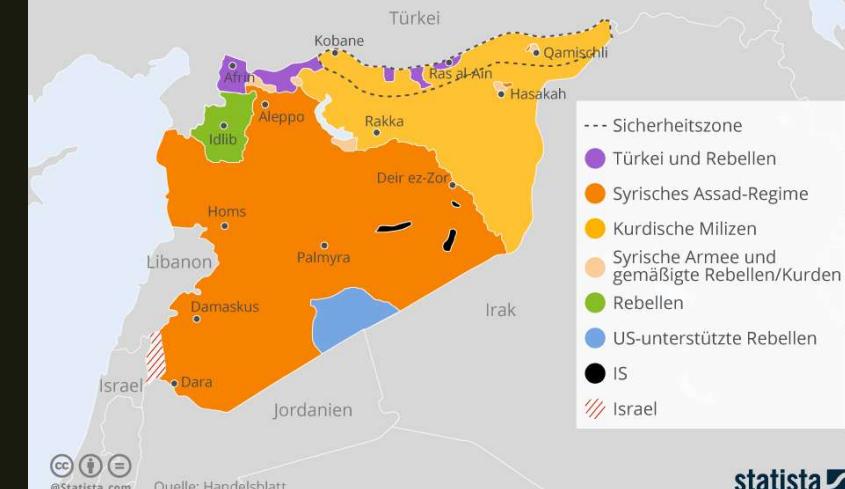
- erregen Aufmerksamkeit und Emotionen
- transportieren wissenschaftliche Erkenntnisse und Informationen
- schaffen neue Erkenntnisse
-

Informationsgraphiken

- Informationen (datenbasiert oder andere) werden durch „designte“ Graphiken leicht verständlich aufbereitet
- Informationsgrafik ist die visuelle Repräsentation von Gesamtzusammenhängen in einer Abbildung. Neben den beiden klassischen Disziplinen Text- und Bildjournalismus ist es eine eigenständige journalistische Darstellungsform, die Informationen visuell aufbereitet (aus Wikipedia)
- Informationsgraphiken können direkt auf Daten bzw. Datensätzen beruhen, müssen aber nicht.

Zersplittertes Syrien

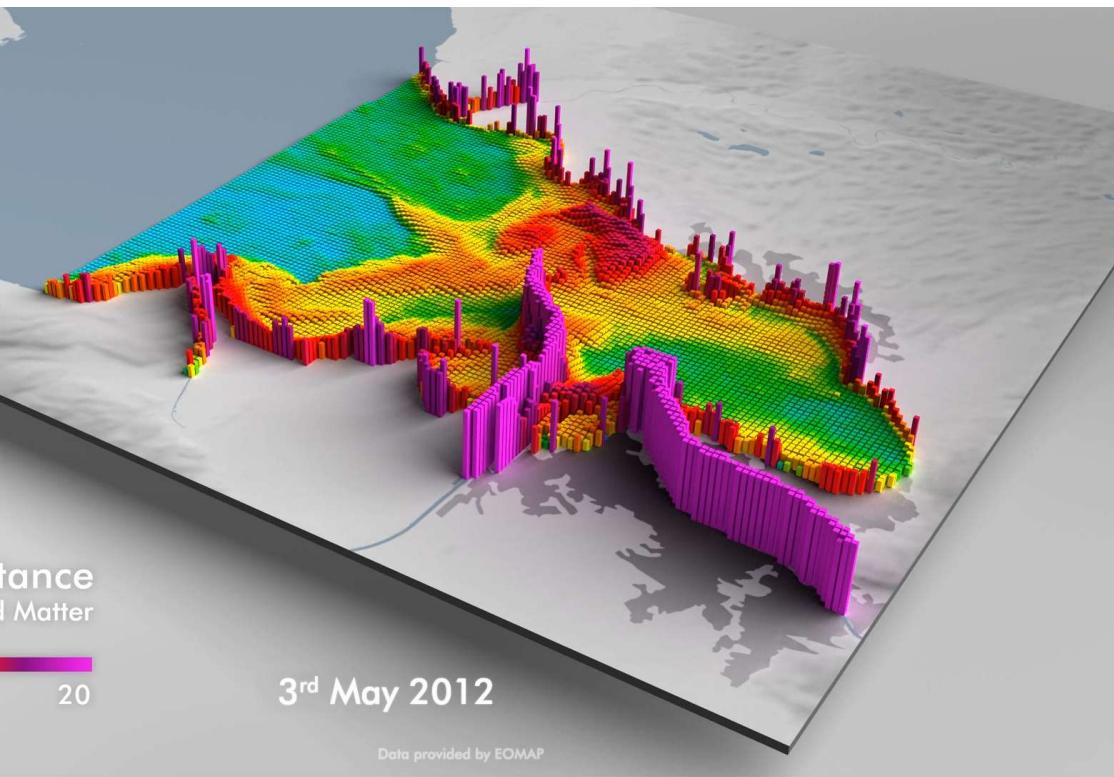
Politische Einflussgebiete in Syrien (Stand: 14.10.2019)



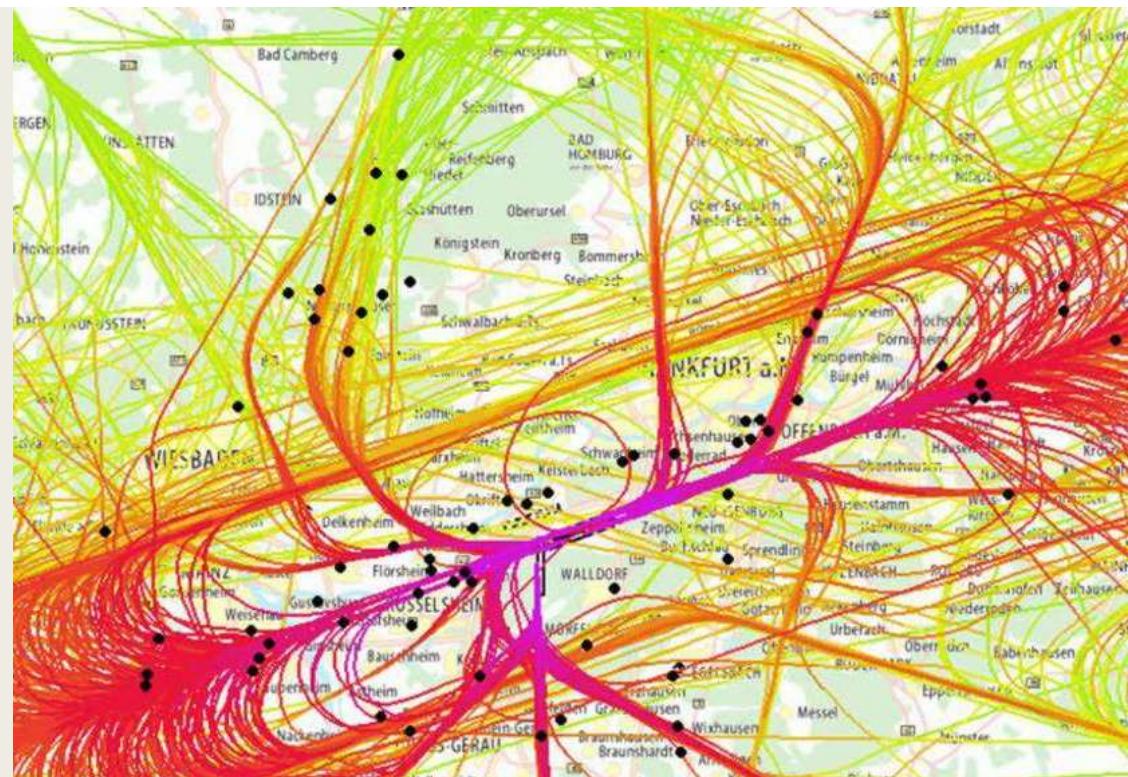
Aus: <https://de.statista.com/infografik/19644/politische-einflussgebiete-in-syrien/>



Aus: www.gosetti.net/de/3d-visualisierung/technische-visualisierungen/



Von DLR aus: https://www.dlr.de/eoc/Portaldata/60/Resources/images/2_dfd_wv/TeamSite-Water_001.jpgv



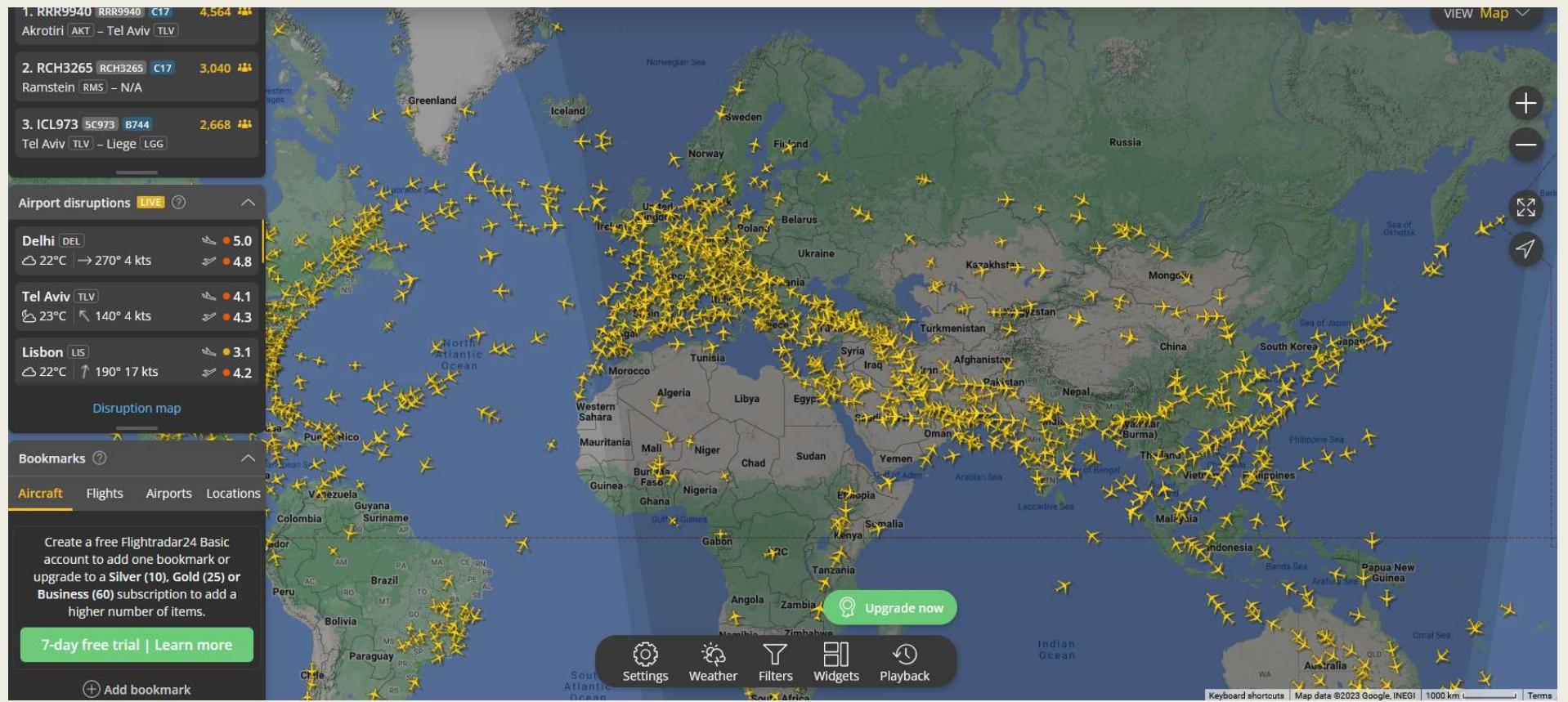
Wahrscheinlich Flughöhenprofile diverser Flugzeuge visualisiert von der DFS. Bild aus Artikel: <https://www.fr.de/rhein-main/flughafen-frankfurt-ort1027269/wissen-laut-11722823.html>

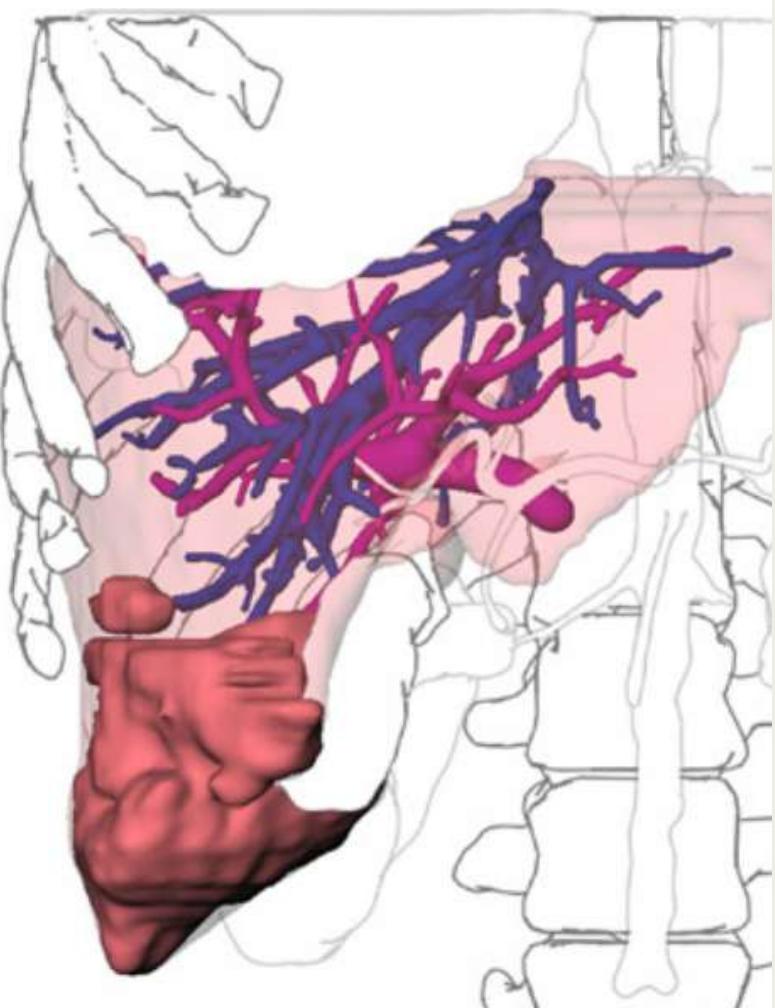
WISSENSCHAFTLICHE-TECHNISCHE VISUALISIERUNG

beruht immer auf Mess-, Simulations- oder sonstigen mathematisch berechneten Daten

Interaktive Visualisierung

<https://www.flightradar24.com/40.12,23.32/3>





Visualisierung medizinischer Daten

- Messwerte werden hier durch einen Computertomographen, Ultraschall oder ähnliches erzeugt
- gemessen wird bspw. die unterschiedlichen Dichten der einzelnen Gewebe
- fasst man Bereiche gleicher Dichte zusammen, werden Knochen, Adern und die inneren Organe sichtbar
- Gleiche Bereiche werden in 2D- oder 3D mit Isoflächen zusammengefasst. Die Adern, die Leber und die Knochen sind bspw. durch Isoflächen erzeugt worden.

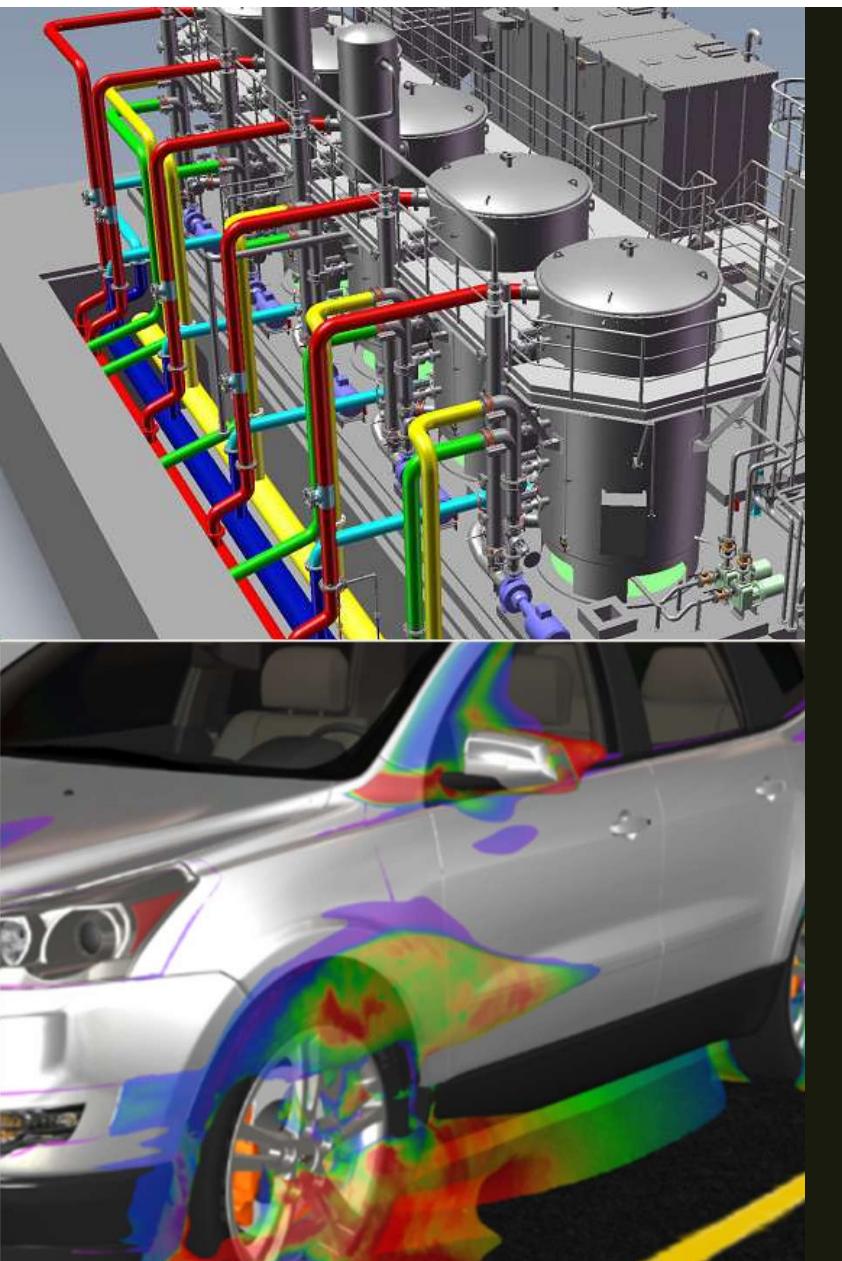
Bild aus: „Illustrative Rendering-Techniken für die medizinische Ausbildung und Therapieplanung“, Christian Tietjen, Tobias Isenberg, Bernhard Preim,
http://www.vismd.de/lib/exe/fetch.php?media=files:illustra_vis:tietjen_2005_bvm.pdf

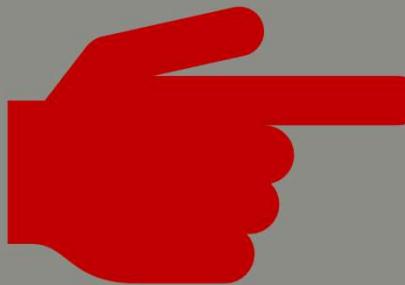
Visualisierung von Konstruktionsdaten

- Während bei Messdaten die Polygone erst algorithmisch erzeugt werden müssen, sind in Konstruktionsdaten Eckpunkte, Flächen, Farbe etc. bereits vorgegeben
- Durch Rendering-Verfahren können auf Basis physikalischer Berechnungen bestimmte Materialeffekte in unterschiedlichen Beleuchtungssituationen erzeugt werden. Glanzlichter, Spiegelungen, Schatten, metallischer Glanz etc. gehören dazu.
- Oben: Informationsvisualisierung in 3D
- Unten: Visualisierung von Simulationsdaten (bspw. Strömungen) in 3D

Bild links oben: <https://www.iti-global.de/2017/05/22/cad-daten-simplifizierung/>

Bild links unten: Ansys aus: <https://www.all-electronics.de/cei-tochtergesellschaft-ansys/>





Visualisierung

- Oberbegriff für die computergrafische Erzeugung von 2D- oder 3D-Darstellungen auf Basis von Daten
- Dazu gehören:
 - *computergrafisch generierte Infografiken oder -animationen*
 - *Wissenschaftlich-technische Visualisierungen (Mess-, Simulations- und sonstige math. berechneten Daten)*
 - *Visualisierung von Modellen und Konstruktionsdaten (bspw. CAD)*
 - *mathematisch und algorithmisch erzeugten Geometrien*
 - ...
- Die Bildsynthese, also das Erzeugen eines Bildes auf Basis von Daten, nennt man „*rendern*“

Frage zur Visualisierung

Welche Anwendung ist keine Visualisierung?

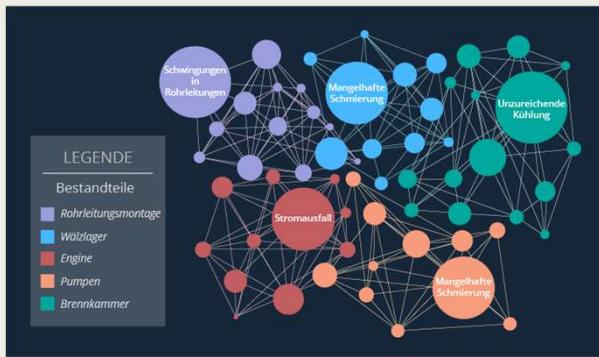
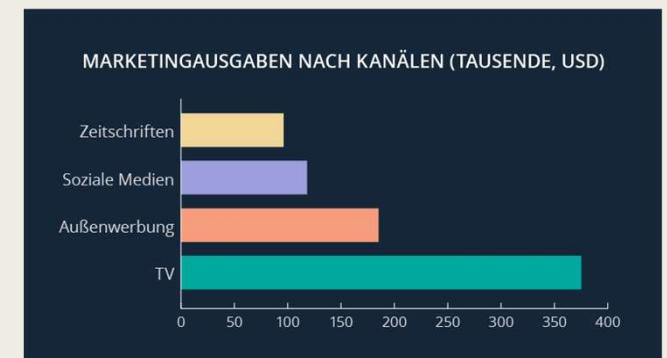
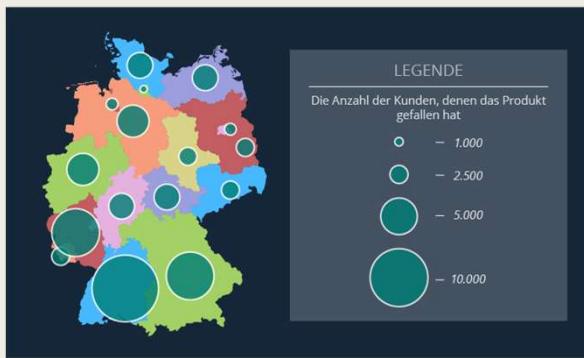
- A.) die Darstellung von Wetterdaten
- B.) Torten- und Balkendiagramme
- C.) ein Avatar in einem Online-Spiel
- D.) ein virtuelles Handbuch: Bspw. eine Animation, die anhand eines virtuellen Druckers zeigt, wie unter anderem der Toner ausgewechselt wird
- E.) alle Anwendungen sind Visualisierungen

Frage zur Visualisierung

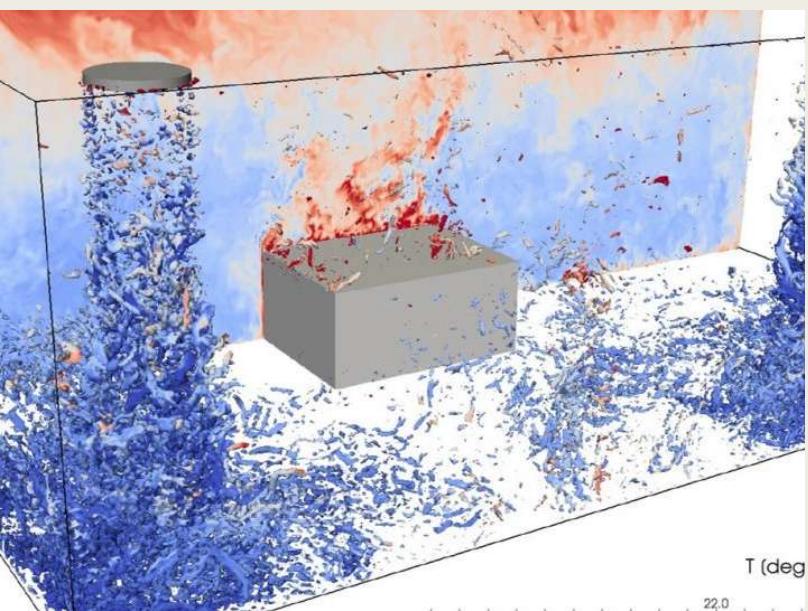
Welche Anwendung ist keine Visualisierung?

- A.) die Darstellung von Wetterdaten
- B.) Torten- und Balkendiagramme
- C.) ein Avatar in einem Online-Spiel
- D.) ein virtuelles Handbuch: Bspw. eine Animation, die anhand eines virtuellen Druckers zeigt, wie unter anderem der Toner ausgewechselt wird
- E.) alle Anwendungen sind Visualisierungen

Beispiele von Visualisierungstechniken für Big Data



<https://www.scnsoft.de/blog/big-data-visualisierungstechniken>



INTERAKTIVES ERKUNDEN VISUALISIERTER 3D-DATEN

Links oben: <https://www.microsoft.com/de-de/hololens/buy>

Links unten: Bild aus: [https://dresden-transferbrief.de/optimales-raumklima- und-energieeinsparung/](https://dresden-transferbrief.de/optimales-raumklima-und-energieeinsparung/)

Rechts: <https://www.wissenschaftsjahr.de/2018/neues-aus-den-arbeitswelten/alle-aktuellen-meldungen/juni-2018/datenbrillen-halten-beim-flugzeugbau-die-haende-frei/>

Visualisierung in Augmented Reality, 2021



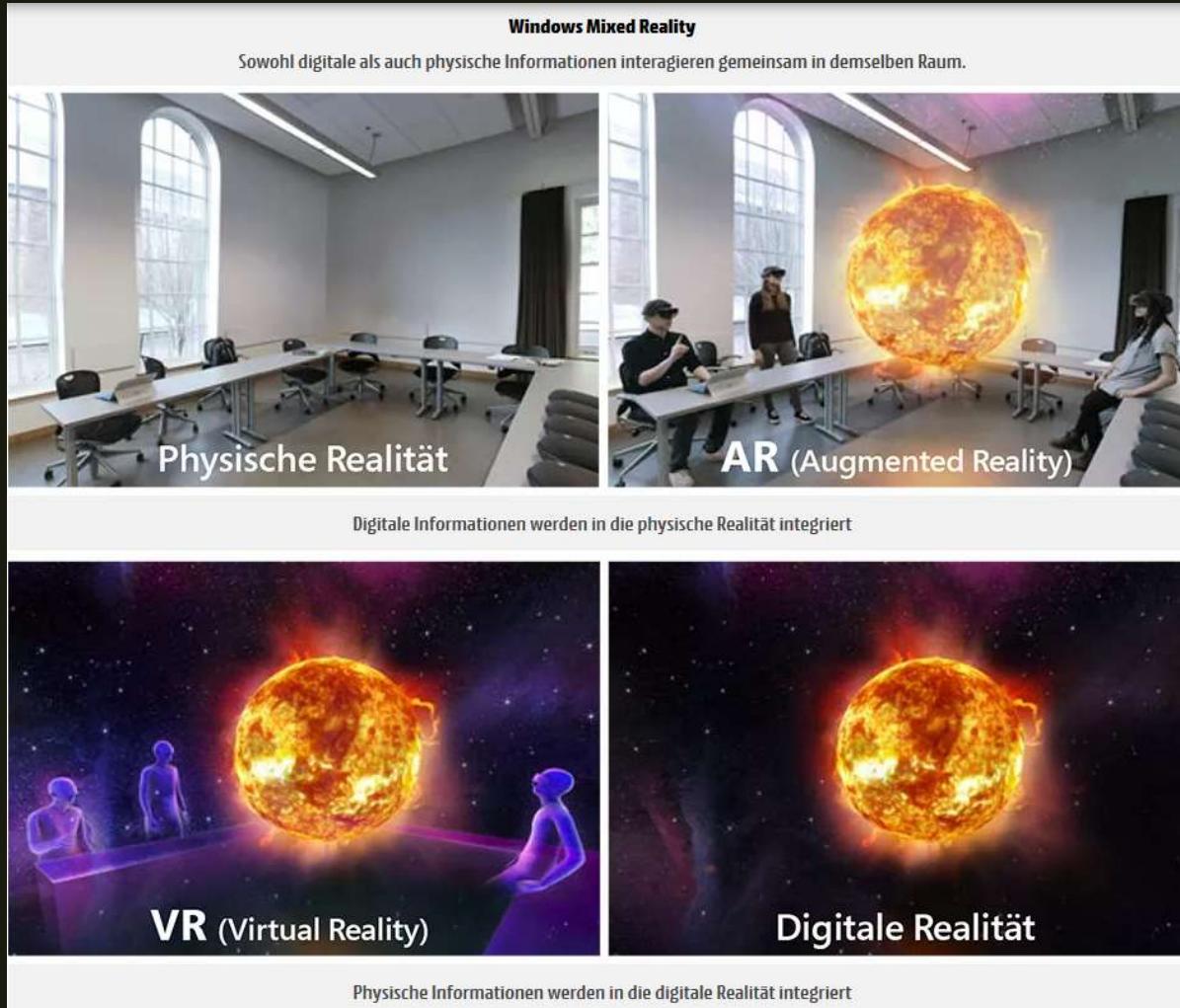
<https://youtu.be/uvoYovrxm3M>

Interaktive Informationsgrafiken

Ein Forschungsteam des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) entwickelt auf Basis von Augmented Reality (AR) ein Assistenzsystem, das Technikerinnen und Techniker beim Fertigen und Warten von Flugzeugtanks unterstützt.



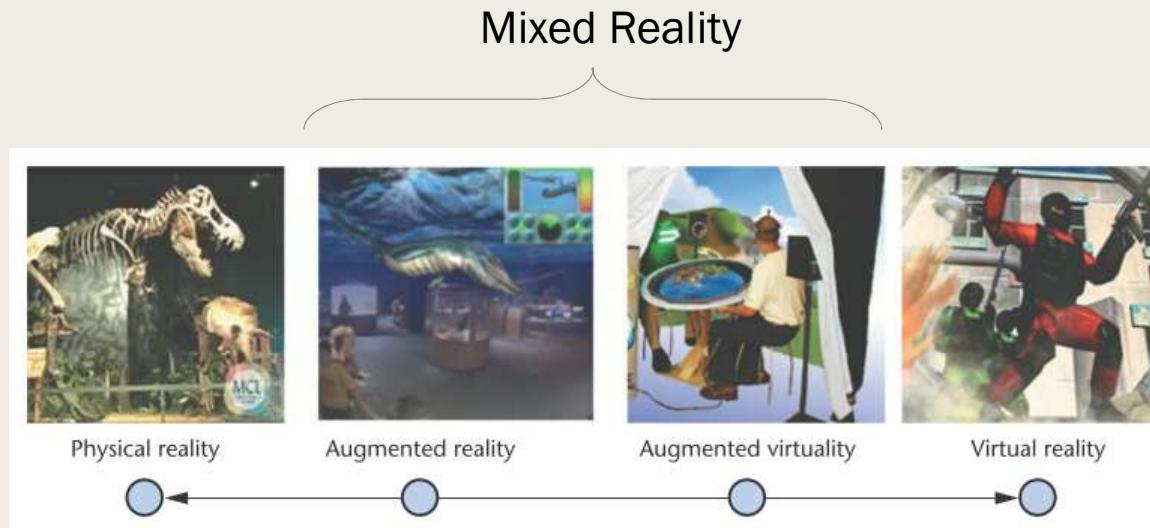
(<https://www.wissenschaftsjahr.de/2018/neues-aus-den-arbeitswelten/alle-aktuellen-meldungen/juni-2018/datenbrillen-halten-beim-flugzeugbau-die-haende-frei/>)



<https://www.mediamarkt.de/de/shop/gaming-vr/windows-mixed-reality-produkte-informationen.html>

MIXED REALITY:
ODER WIE
UNTERSCHEIDET
MAN
AUGMENTED
VON VIRTUAL
REALITY?

Virtualitäts Kontinuum



Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum definiert und beschrieben von:

Milgram, Paul & Kishino, Fumio (1994) „A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays“, vol. E77-D, no. 12 IEICE Trans. Information Systems

Bild aus: https://xinreality.com/mediawiki/images/8/89/Mixed_reality_spectrum.png

Extended Reality (XR)

Was ist Extended Reality (XR) überhaupt?

Ganz einfach: Extended oder auch Cross Reality (XR) genannt, ist ein Sammelbegriff, der sich auf alle real und virtuell kombinierten Umgebungen und Mensch-Maschine-Interaktionen bezieht. Das Ganze erfolgt durch Computer-technologie und unterschiedlichen Wearables.

XR umfasst die Konzepte Augmented Reality (AR, augmented, engl.: erweitert), Mixed Reality (MR, mixed: gemischt), Virtual Reality (VR, virtual, engl.: virtuell) und Augmented Virtuality (AV). Diese dienen vor allem für zwei Dinge: Erstens der visuellen Umgestaltung der Welt, in der wir leben und zweitens dem Eintauchen in eine alternative virtuelle Welt.

Von Elif Bulut

[November 11, 2019](#)

Aus: <https://www.digitalhub.de/extended-reality-das-sind-die-realitaeten-der-zukunft/>

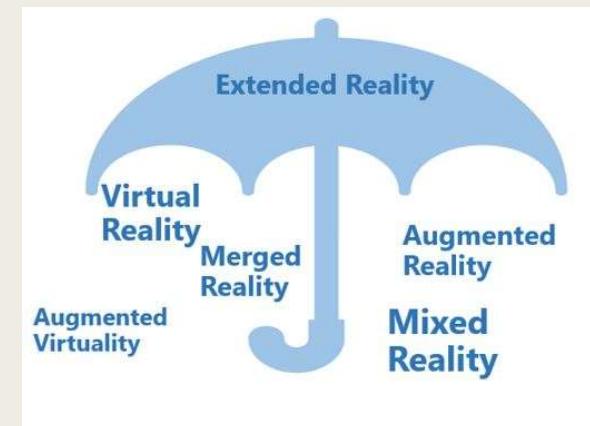
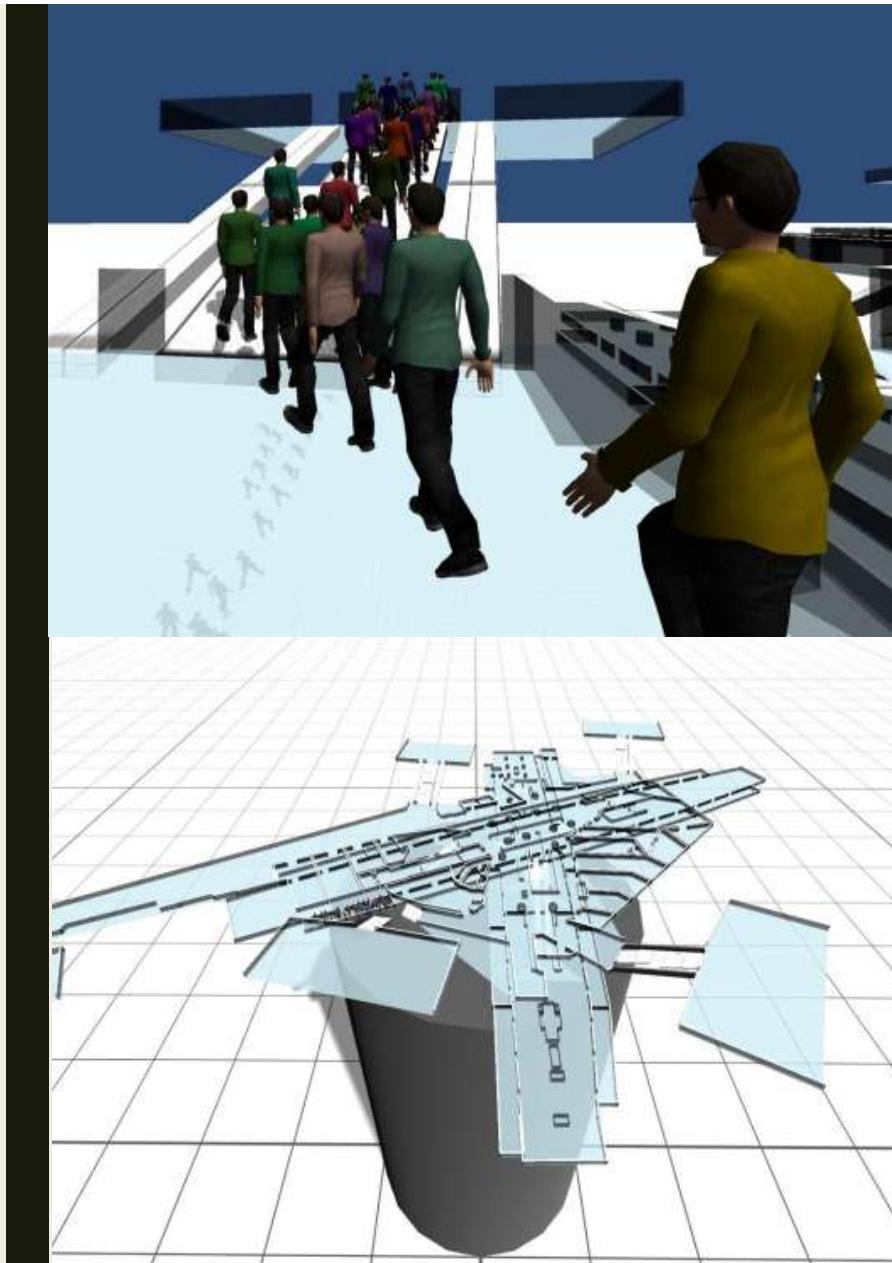


Bild aus:
<https://www.arcweb.com/blog/augmented-reality-industry>

Visualisierung einer Fußgängersimulation des Forschungszentrums Jülich

- Motivation hierfür ist bspw. das Unglück bei der Loveparade 2010, welches, sich während der 19. Veranstaltung dieser Art am 24. Juli 2010 in [Duisburg](#) ereignete. Dabei kamen 21 Menschen ums Leben, mindestens 652 weitere wurden zum Teil schwer verletzt (Wikipedia)
- Simuliert wird die Anzahl von Fußgängern auf einem Quadratmeter an Orten, die für Gedränge besonders prädestiniert sind.
- Die Anwendung wurde von Marvin Weisbrod im Rahmen seiner Bachelorarbeit entwickelt.
- Video: <https://www.youtube.com/watch?v=PD5H-8KSec0>





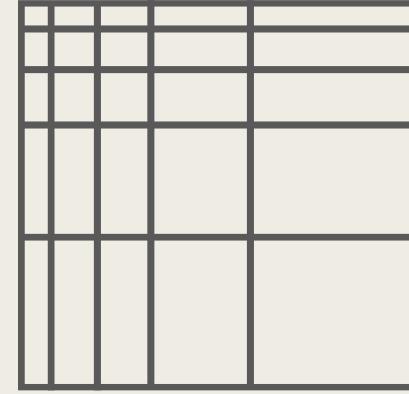
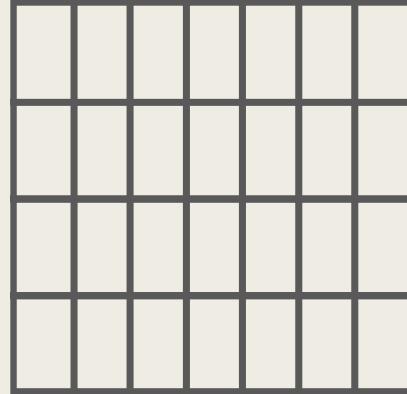
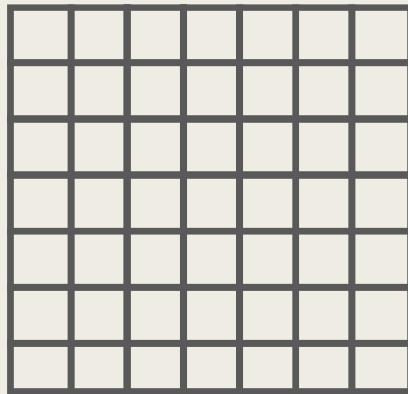
Diese Aufzählung soll nur einen kurzen Einblick in die Organisation der Daten geben und keine umfassende Betrachtung sein.

Datenbasis zur Visualisierung

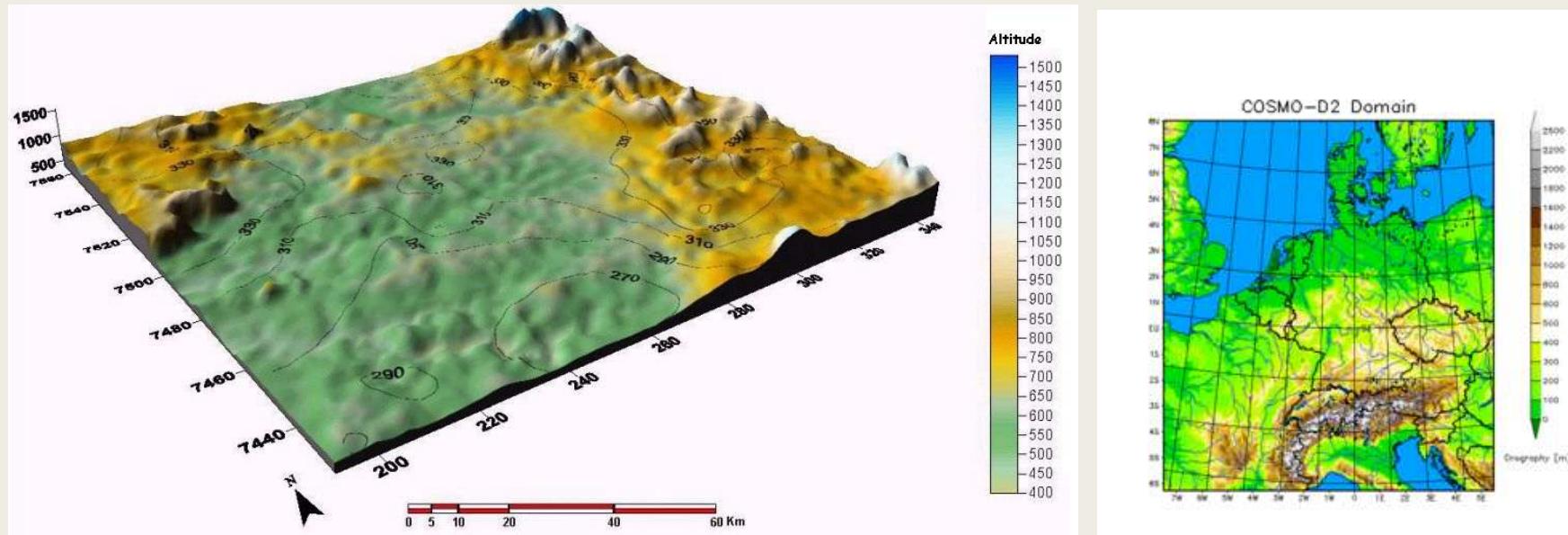
Im wesentlichen gibt es zwei Arten von Daten zur Visualisierung:

- strukturierten Daten:
 - *regelmäßig in Blöcken angeordnete 2D, 3D, 4D, etc. Datensätze*
Simulationsdaten, Messdaten bzw. CT, Ultraschall, et.
 - *anders strukturierte Daten:*
CAD und andere Arten von Modelldaten
- unstrukturierte Daten
 - *Scandaten von bspw. Oberflächen*
 - ...

Organisation der Datenbasis durch strukturierte Gitter



Von links nach rechts: Kartesisches, reguläres und allgemeines gradliniges Gitter (rectilinear)
3D-Gitter im Aufbau äquivalent

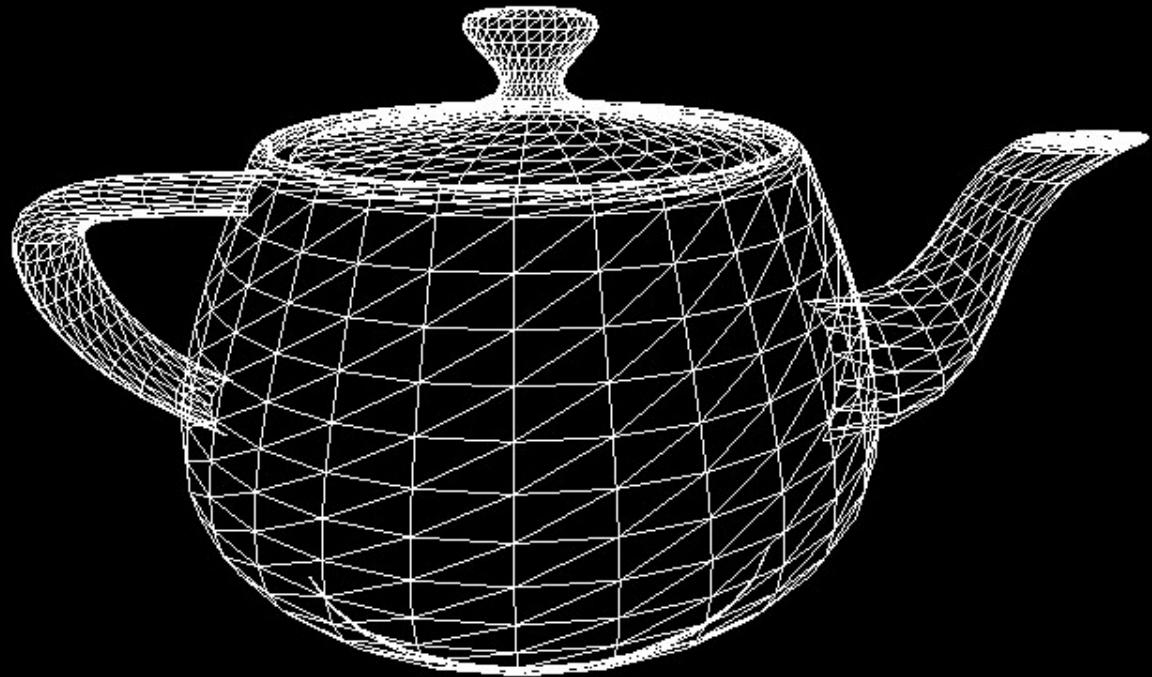


Irregulär Gitter Beispiel Orographie

Bild links : von Daniel Candido aus Econt von pt.wikipedia auf Commons übertragen.

Bild rechts:

https://www.dwd.de/DE/forschung/wettervorhersage/num_modellierung/01_num_vorhersagemodele/regionalmodell_cosmo_d2.html



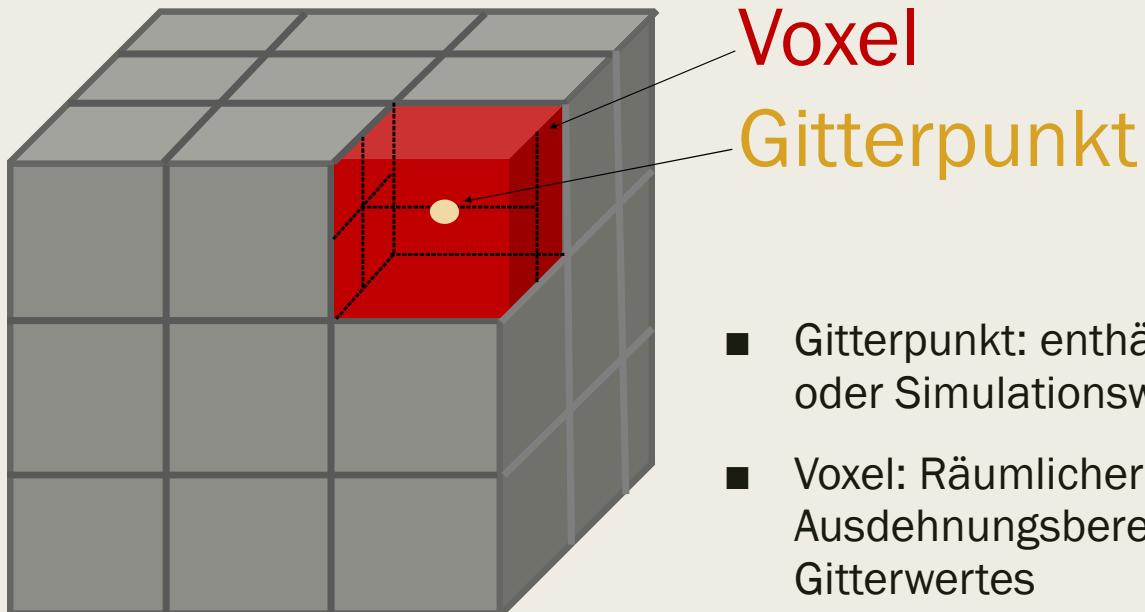
Nicht regelmäßig strukturierte Gitter:

Dreiecksgitter
oder Polygonnetz zur Visualisierung von Oberflächen

Bild aus:

<https://www.cs.auckland.ac.nz/historydisplays/FifthFloor/ComputerAndGraphics/ComputerGraphicsImages/TeapotWireframe.jpg>

Regulär aufgebaute Volumendaten



- Gitterpunkt: enthält den Mess- oder Simulationswert
- Voxel: Räumlicher Ausdehnungsbereich des Gitterwertes

Semitransparente Oberflächendarstellung



Wie erzeugt man auf Basis von Daten, die in einem regulären 3D-Gitter (Volumendaten) vorliegen, einen semitransparenten Einblick in den Körper und eine opake Oberflächendarstellung?

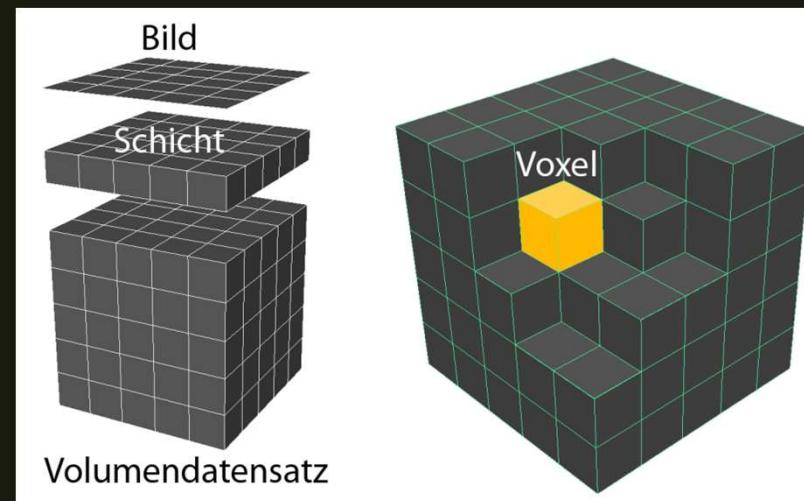
Bild aus: <https://youtu.be/1e3PJdTUZXo>



Beispielhafter Aufbau eines Volumendatensatzes

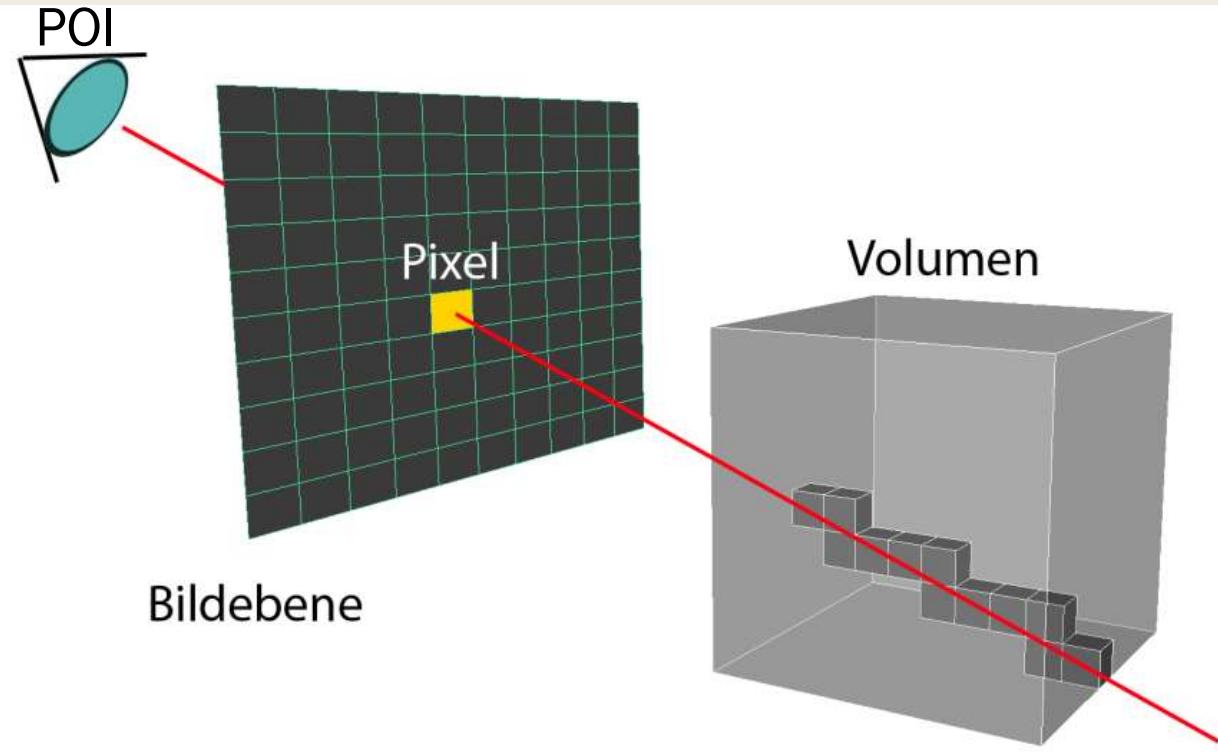
Links: Abdomen-CT-Scan mit einer Datentiefe von 16 Bit, einer Auflösung von 512 x 512 pro Bild und mit insgesamt 800 Schnittbildern in einem Abstand von 0.5 mm eine gesamt Datengröße von 400 Mb.

Unten: Die Erzeugung eines Volumendatensatz ausgehend von einzelnen Scanbildern



Zeichnung (unten):
https://kola.opus.hbz-nrw.de/opus45-kola/frontdoor/deliver/index/docId/334/file/Ausarbeitung_Studienarbeit_Stefano_Ligas.pdf

CT-Datensatz (links): Raspe, Matthias: Vorlesung Computergraphik3: Visualisierung und Volumenrendering I + II (2008)



Raycasting

Volumenrendering basiert auf Raycasting. Für jede Pixel der Bildebene wird ein Strahl durch den Volumendatensatz verfolgt.

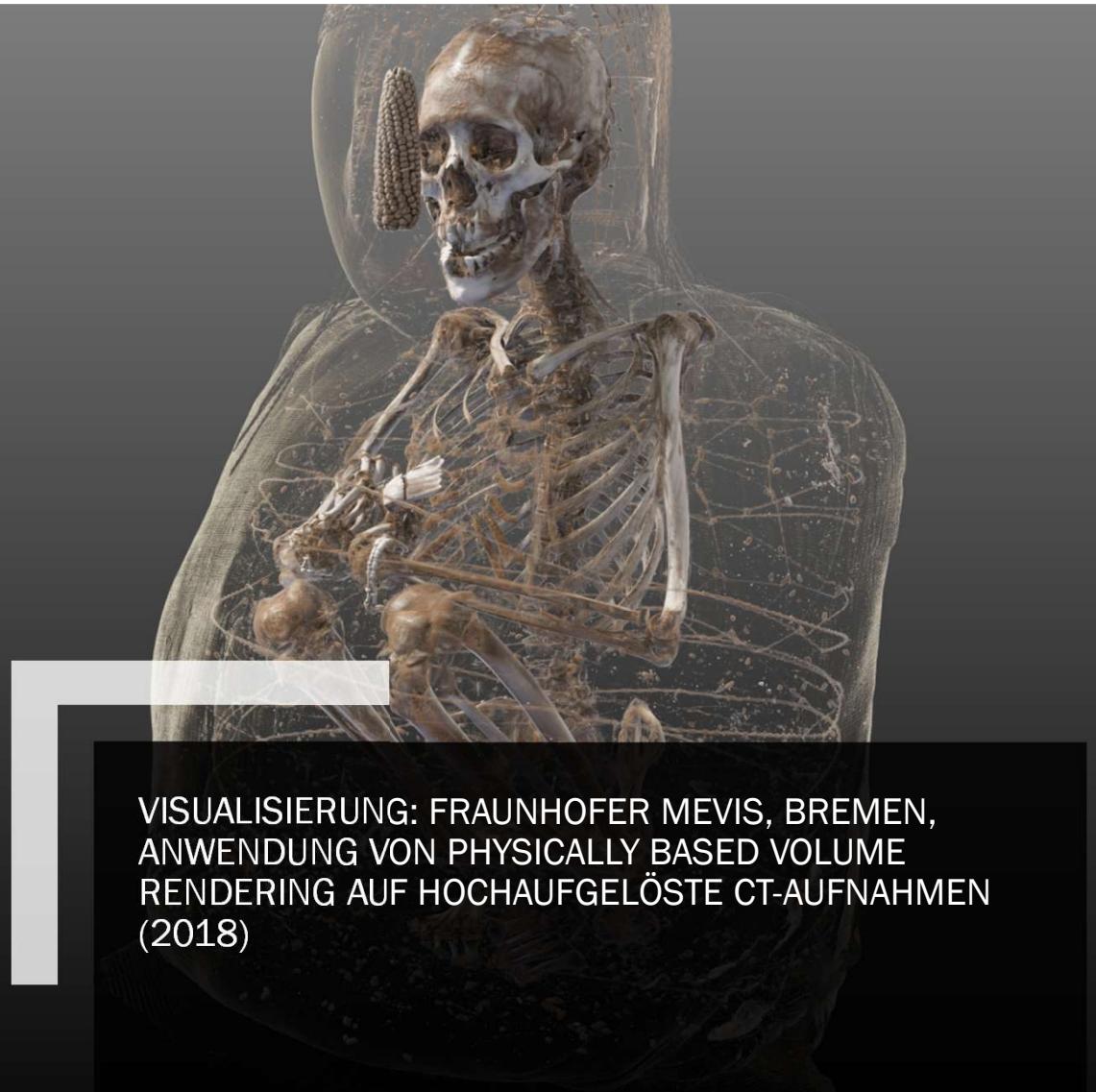
Die Werte der durchstoßenen Voxeln werden mit ihrer Dichte gewichtet und akkumuliert.

Von Point of Interest (POI) ausgehend werden die Farbwerte solange addiert, bis die Dichte 100% erreicht hat. Die Summe dieser Farbwerte ergibt die Farbe des Pixels.

Aus: https://kola.opus.hbz-nrw.de/opus45-kola/frontdoor/deliver/index/docId/334/file/Ausarbeitung_Studienarbeit_Stefano_Ligas.pdf



[https://www.iis.fraunhofer.de/de/magazin/2019/digitalisierung
-in-museen-mumie.html](https://www.iis.fraunhofer.de/de/magazin/2019/digitalisierung-in-museen-mumie.html)



<https://www.iis.fraunhofer.de/de/magazin/2019/digitalisierung-in-museen-mumie.html>

VISUALISIERUNG: FRAUNHOFER MEVIS, BREMEN,
ANWENDUNG VON PHYSICALLY BASED VOLUME
RENDERING AUF HOCHAUFGELÖSTE CT-AUFAHMEN
(2018)

Wo sind die Mess- oder Simulationswerte im Volumendatensatz lokalisiert?

- A.) Auf den Eckpunkten der Voxel
- B.) Auf den Gitterpunkten, die auf den Eckpunkten der Voxel liegen
- C.) Zentriert im Voxel

Wo sind die Mess- oder Simulationswerte im Volumendatensatz lokalisiert?

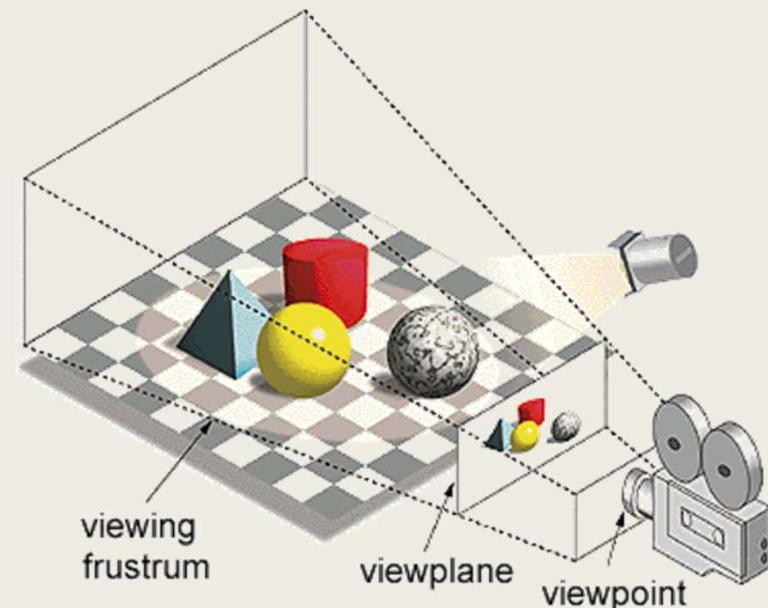
- A.) Auf den Eckpunkten der Voxel
- B.) Auf den Gitterpunkten, die auf den Eckpunkten der Voxel liegen
- C.) Zentriert im Voxel

Darstellung graphischer Objekte

Modellierung des Bildinhaltes

- 3-dimensionale Geometrien
- Lichtquellen
- Virtuelle Kamera (Inkl. viewpoint für Perspektive)
- Sichtbarer Bereich (viewing frustum)
- Position der Bildebene (viewplane)

From Computer Desktop Encyclopedia
Reprinted with permission.
© 1998 Intergraph Computer Systems

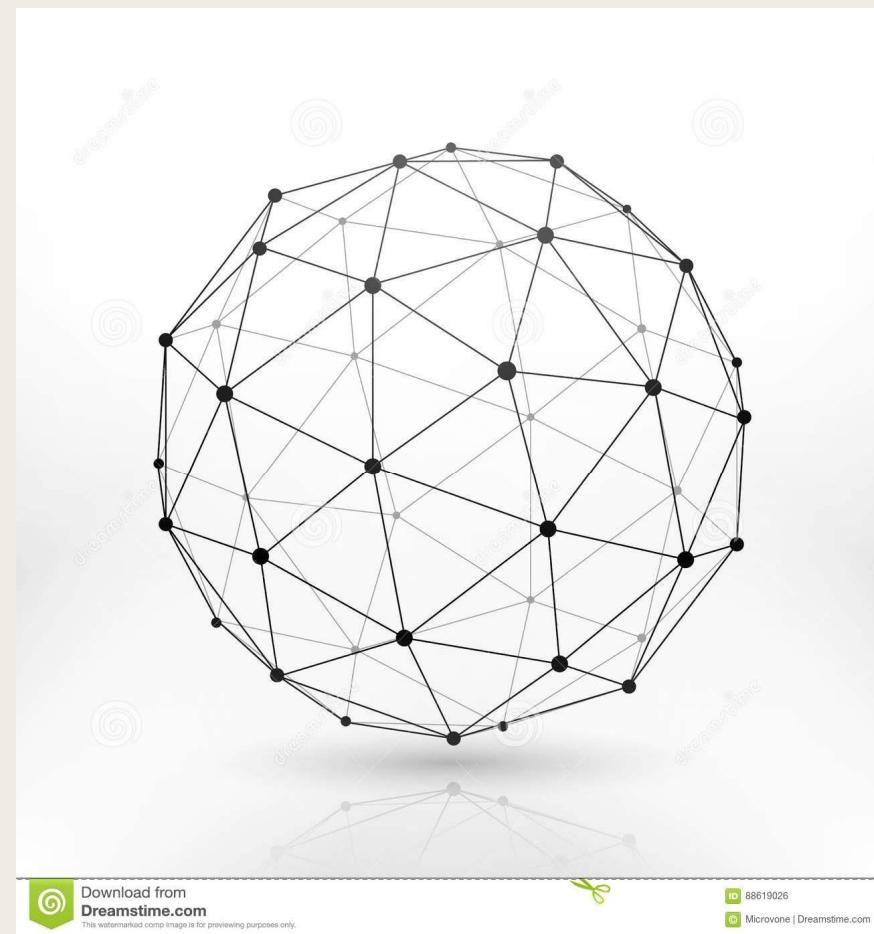


Ziel: Pixel der Viewplane anhand der aufgenommenen Szene einfärben

Darstellung graphischer Objekte

Die Formen der Objekte in der Szene werden durch dreidimensionale Dreiecksgitter angenähert.

Bild aus: https://de.dreamstime.com/stock-abbildung-wireframe-kugelbereich-zusammenhang-netztechnologieverbindungs-vektorkonzept-image88619026#_



Darstellung graphischer Objekte

Um vom Dreiecksgitter zur gerenderten Darstellung zu kommen gibt es im wesentlichen zwei Möglichkeiten:

- Rastergrafik
- Raytracing

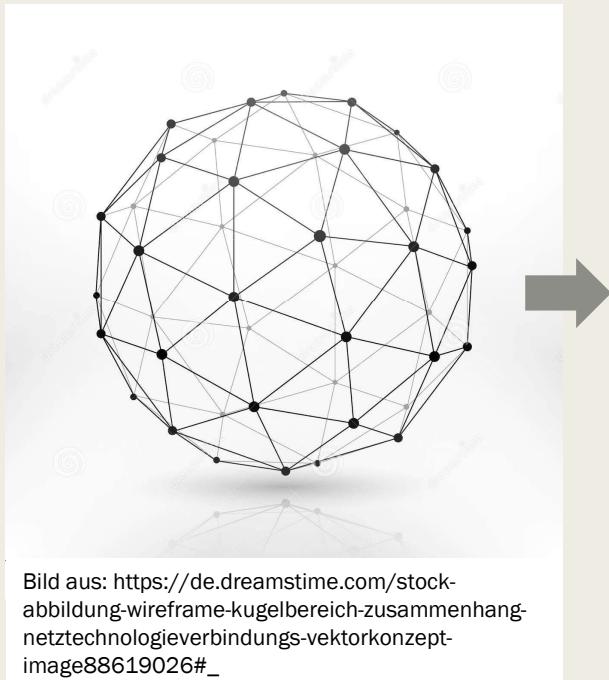


Bild aus: <https://www.amazon.de/Keramik-Moderne-Tischdeko-gl%C3%A4nzend-Blackball/dp/B01HETFSD8>

Darstellung graphischer Objekte

Das Generieren einer **Rastergrafik** ist eine Möglichkeit, um vom Dreiecksgitter zur gerenderten Darstellung zu kommen.

- 1.) Eckpunkte des Dreiecks (vertices) auf Pixel der Bildebene (viewplane) abbilden.

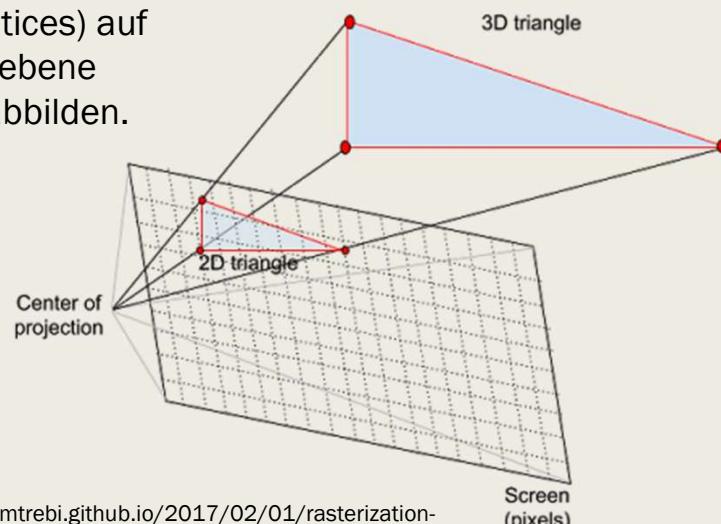


Bild aus: <https://mtrebi.github.io/2017/02/01/rasterization-i.html>

- 2.) Anhand der Pixel der Eckpunkte des Dreiecks (vertices) die restlichen Dreieckspixel in der Bildebene (viewplane) bestimmen und einfärben.

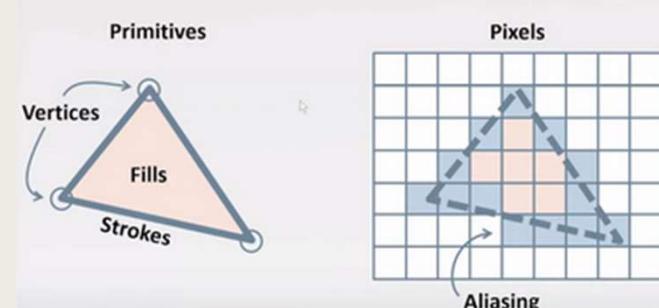


Bild aus: <https://developer.tizen.org/forums/native-application-development/what-rasterisation-opengl-graphic-pipeline>

Darstellung graphischer Objekte

Das Generieren eines Bildes mit **Raytracing** ist eine andere Möglichkeit, um vom Dreiecksgitter zur gerenderten Darstellung zu kommen.

Statt von den Eckpunkten aus die Darstellung der Geometrien zu erzeugen, versucht man die Szene mit „Sehstrahlen“, die von der virtuellen Kamera ausgehen zu rendern.

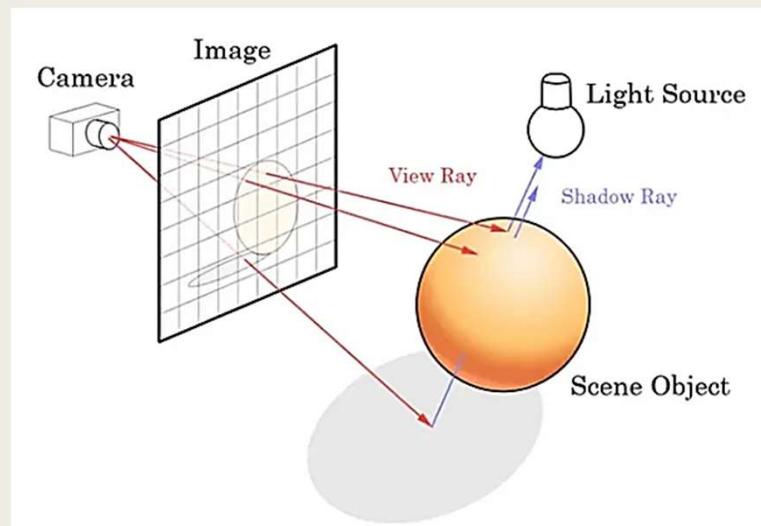


Bild aus: <https://medium.com/@junyingw/future-of-gaming-rasterization-vs-ray-tracing-vs-path-tracing-32b334510f1f>

Darstellung graphischer Objekte

Grundprinzip Raytracing

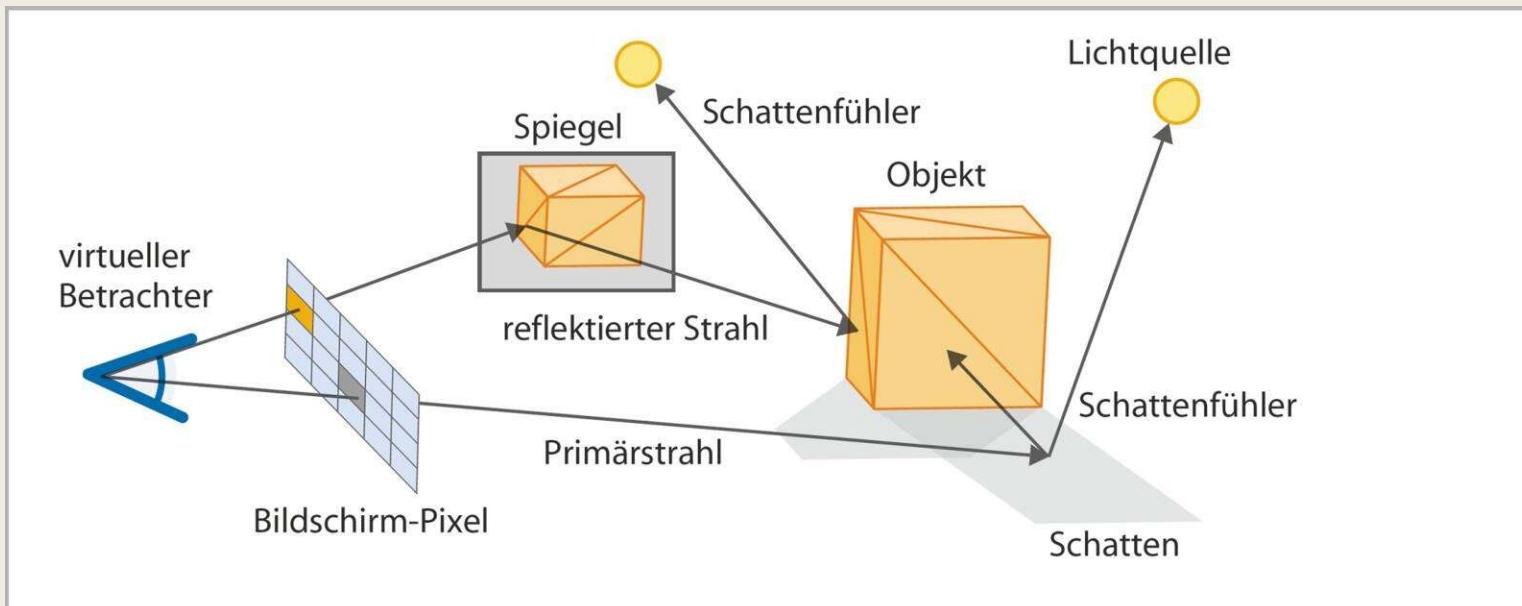


Bild aus: <https://www.heise.de/hintergrund/Raytracing-in-Echtzeit-mit-DirectX-und-Nvidias-RTX-Grafikchips-4196393.html>

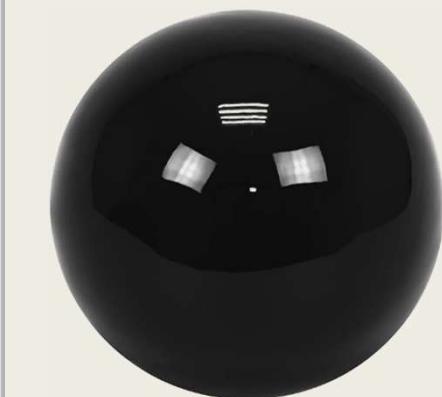


Bild aus: <https://www.amazon.de/Keramik-Moderne-Tischdeko-gl%C3%A4nzend-Blackball/dp/B01HETFS8>

Zusammenfassung: Visualisierung – Teil 1

Einblick in die folgenden Themen:

- Informationsgraphiken
- Wissenschaftlich-technische Visualisierung
- Datenvisualisierung allgemein
- Interaktives Erkunden von Visualisierungen
- Extended Reality
- Organisation der Datenbasis: strukturierte, irreguläre, unstrukturierte Gitter und Volumendaten
- Volumenrendering – Raycasting
- Darstellung grafischer Objekte: Rastergrafik versus Raytracing

Visualisierung

– Teil 2

- Isolinien und Isoflächen in 2D berechnen
- Isoflächen in 3D berechnen
- weitere Visualisierungstechniken

Vorteil:

- Spiegelungen
- Indirekte Beleuchtung
- ...

Nachteil:

- leichte Unschärfe, ist im Verfahren begründet



<https://youtu.be/aoW4HRi8VKg>