

Voronoi Diagramme und deren Nutzen im 3D- Druck

ROBIN SCHENDERLEIN

HAMBURG, 01.06.2016



Übersicht

Motivation

Historie

Definition

Algorithmus

Datenstruktur

Anwendungsfälle

Quellen

Motivation

Postamts Problem

Zu welchem Postamt gehe ich?

Historie

1644 Descartes

1850 Dirichlet

1908 Voronoi

1911 Thiessen

...

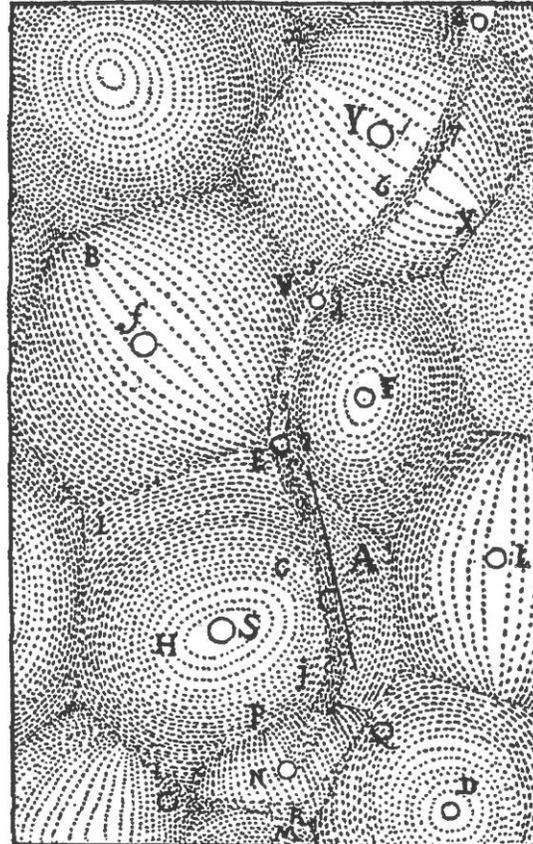


Abb. 2: Zerlegung in Flächen nach Descartes

Definition: Beispiel

Interaktives Beispiel

Algorithmus

Divide & Conquer

Incremental Construction

Fortune / Wellenfront

...

Algorithmus: Fortune

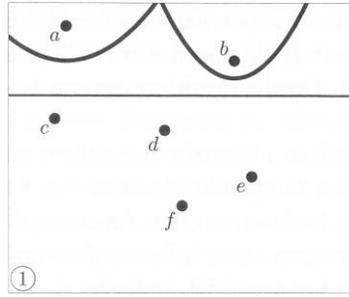
Laufzeit: $O(n \log n)$

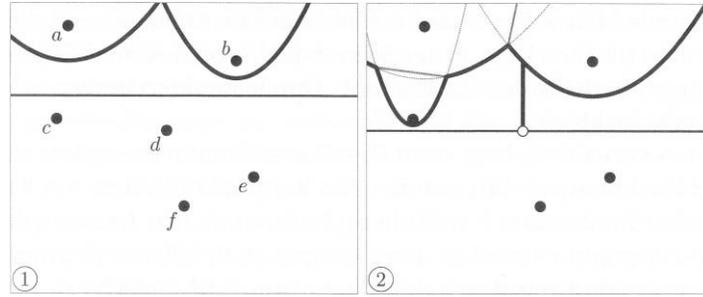
Speicherbedarf: $O(n)$

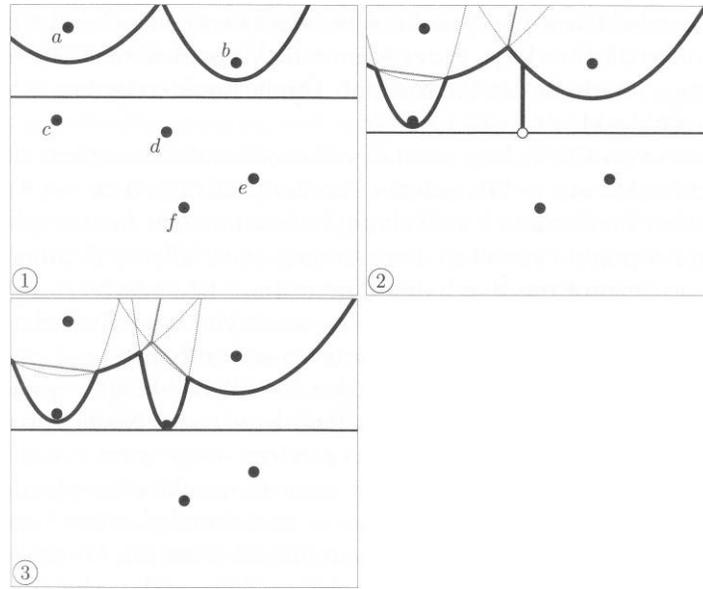
Knick

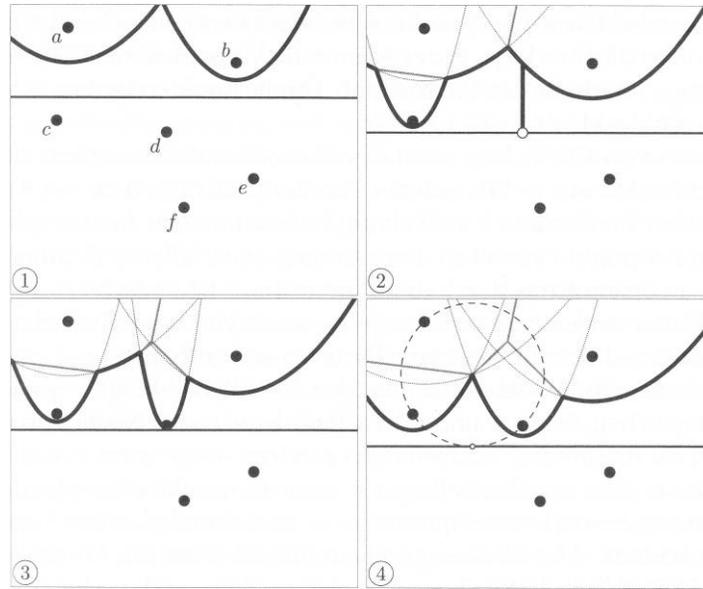
Punkt ereignis

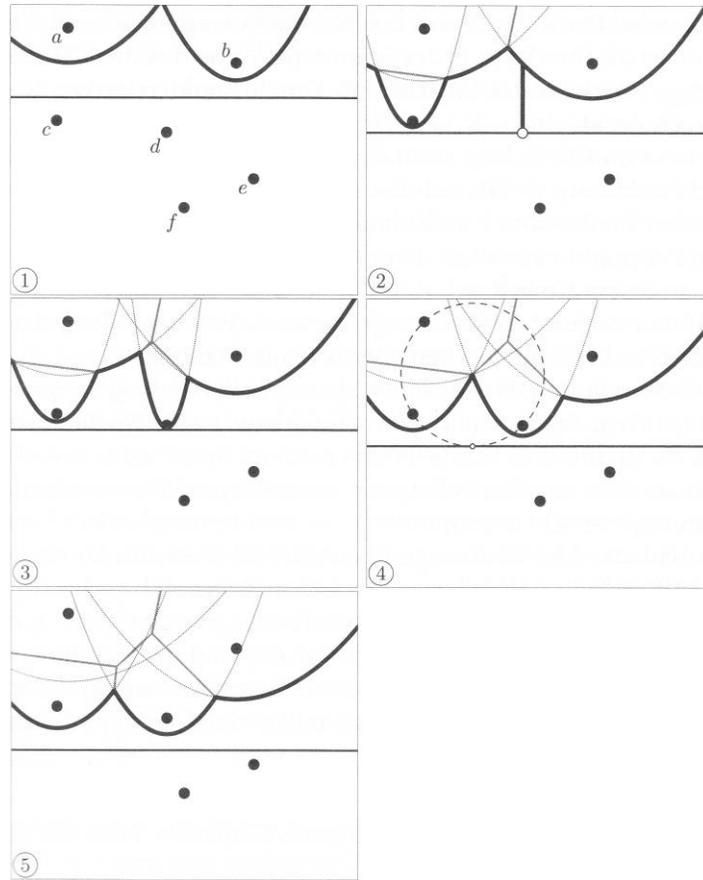
Kreis ereignis

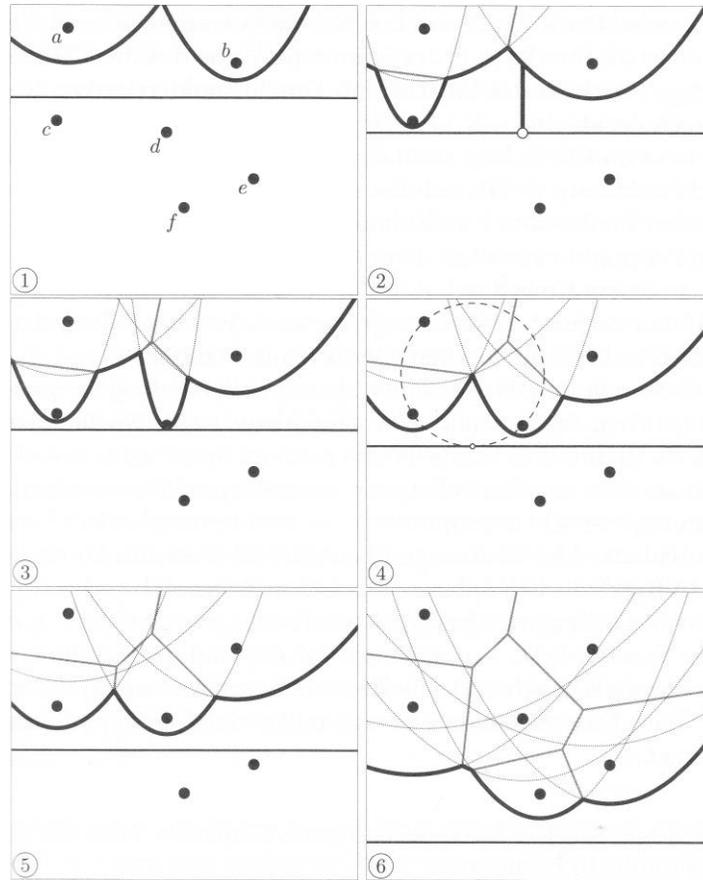


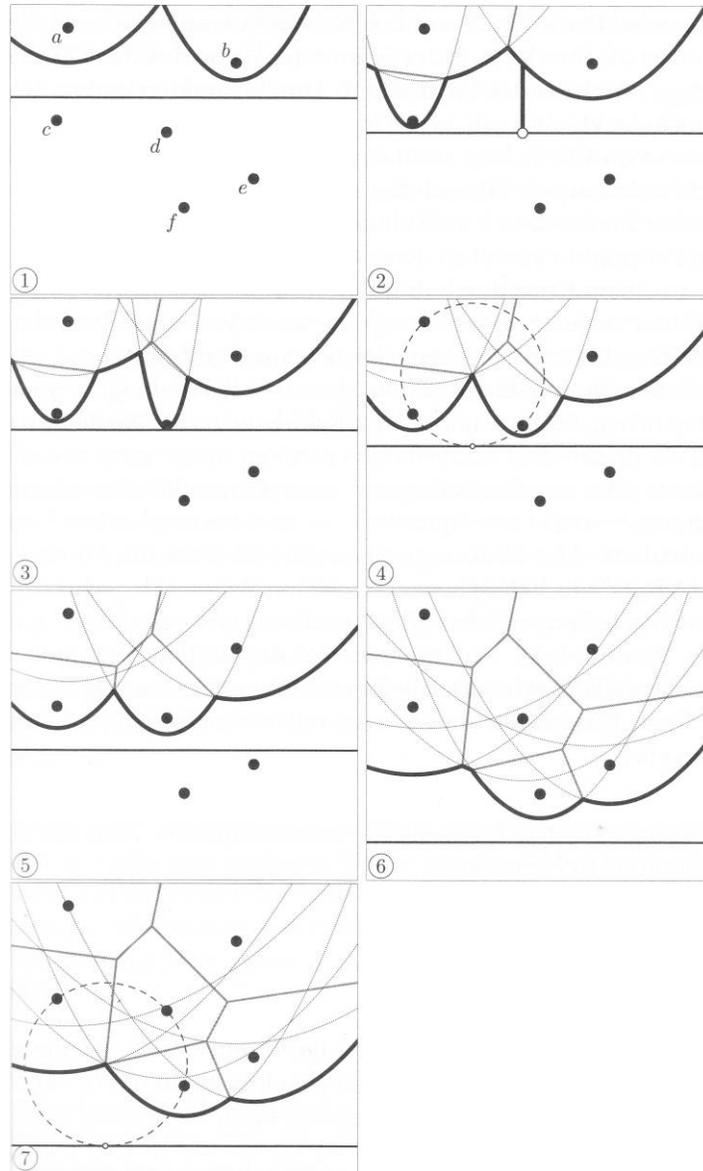












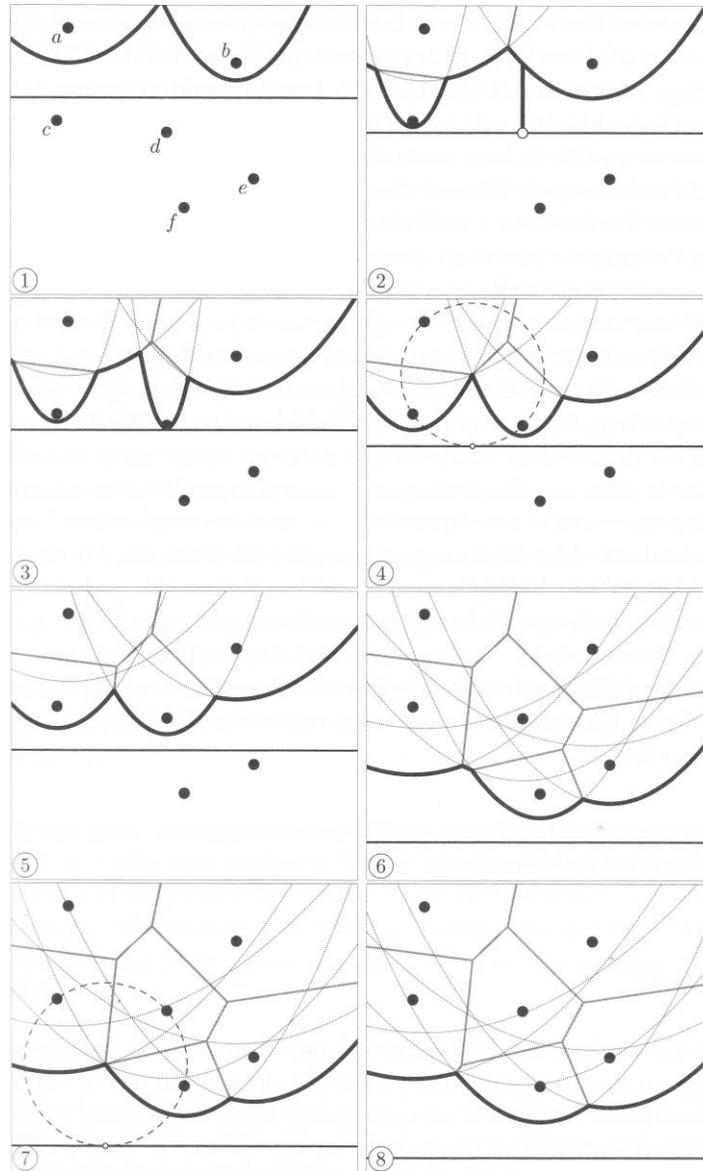


Abb. 3: Fortune Algorithmus

Algorithmus: Fortune



Abb. 4: Fortune Algorithmus Animation

Fortune: Datenstruktur

Halfedge Data Structure:

Kantenbasiert

Kanten werden doppelt gespeichert

Binominaler Heap für Ereignisse

Fortune: Datenstruktur

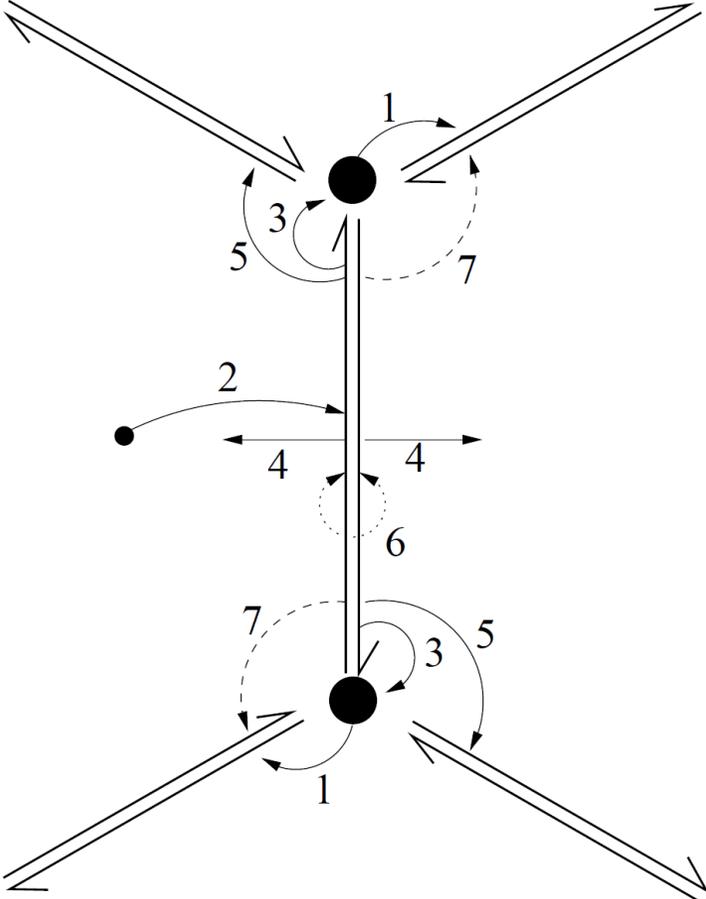
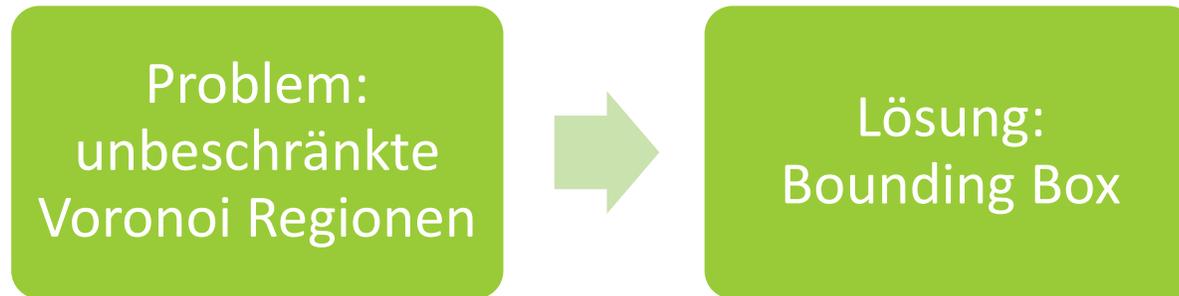


Abb. 5: Halfedge Data Structure

Algorithmus: Fortune - Datenstruktur



Anwendungsfälle

Wirtschaft

Biologie

Chemie

Meteorologie

Geometrie

...

Anwendung: 3D Druck

Path finding

Gewichtsreduktion

Stabilität

...

Anwendung: Path finding



Anwendung: Gewichtsreduktion

Skin-Frame Structure

Honeycomb hollowing

...

Anwendung: Gewichtsreduktion

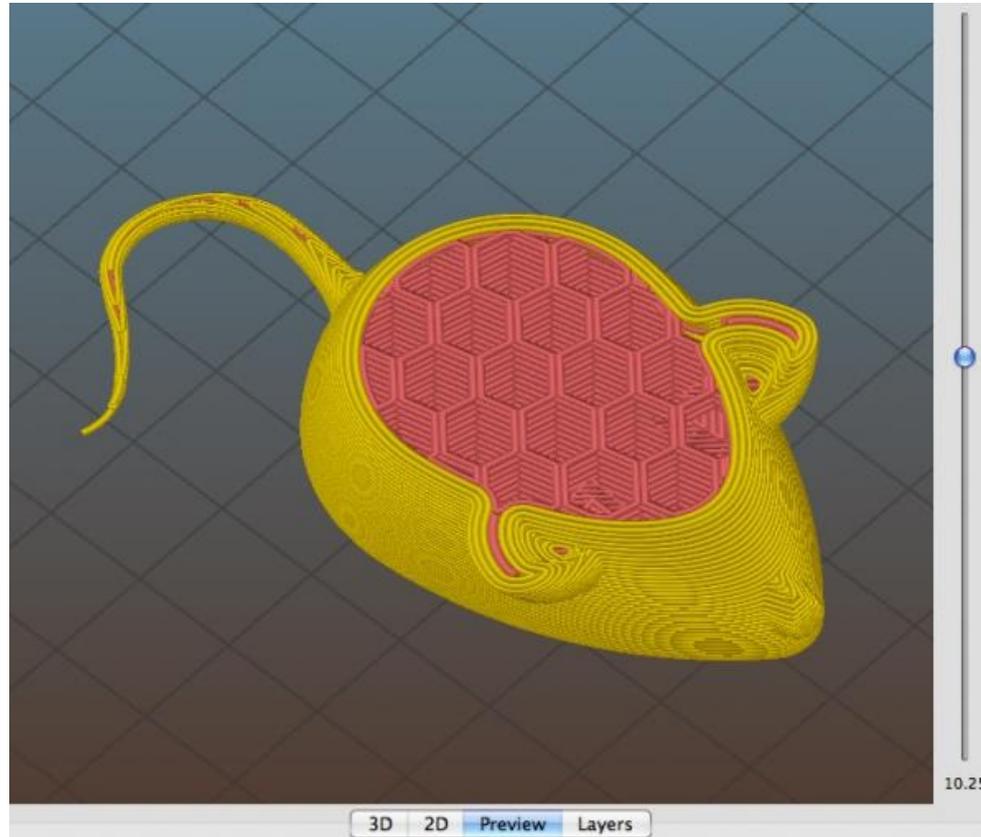


Abb. 6: Maus mit hexagonaler Struktur

Skin-Frame Structure

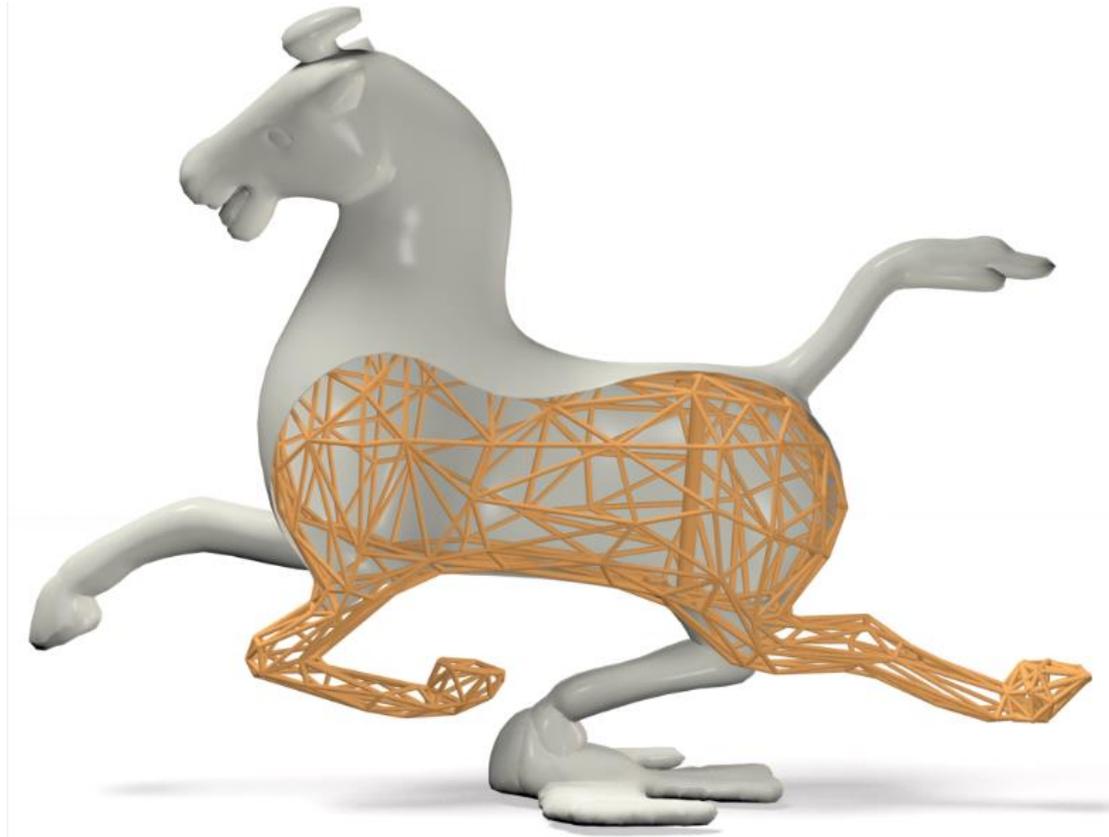


Abb. 7: Skin-Frame Structure, Durchsicht

Honeycomb hollowing

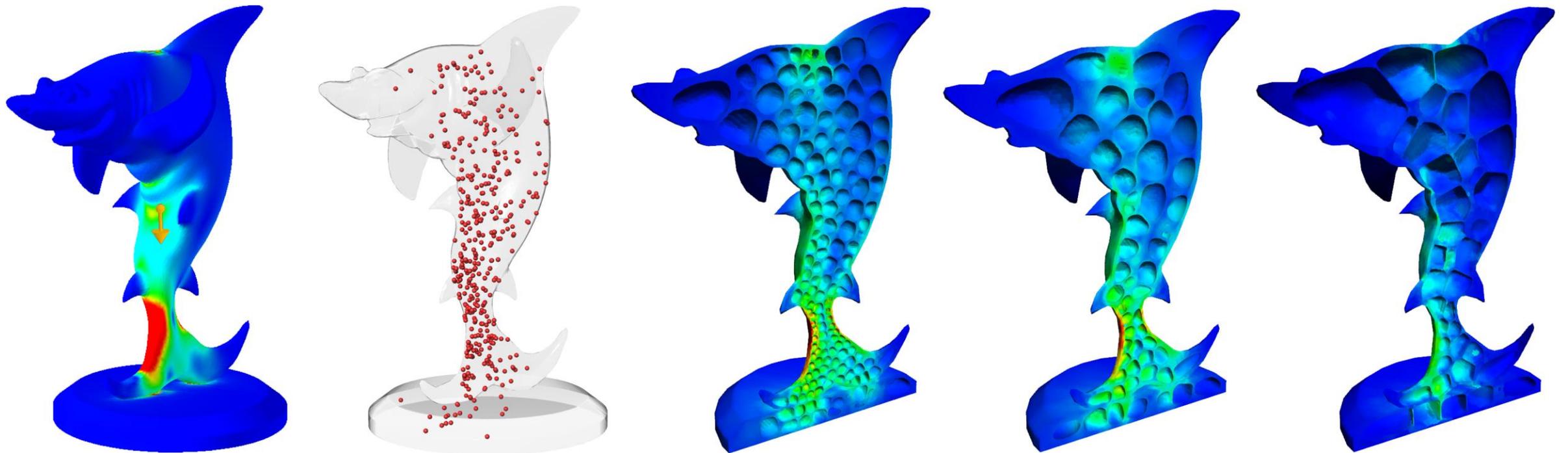


Abb. 8: Honeycomb hollowing Prozess

Honeycomb hollowing



Abb. 9: Figuren mit Honeycomb hollowing

Honeycomb hollowing

Model	Solid Vol. (cm^3)	Result Vol. (cm^3)	Ratio (%)	Stress (N/m^2)
Chair	719.24	472.03	65.6	4.00e7
Cup	214.4	89.33	41.7	4.01e7
Fertility	54.24	20.02	36.9	4.01e7
Hangingball	226.66	58.5	25.8	2.65e7
Horse	449.53	196.13	43.6	3.98e7
Kitten	125.07	50.79	40.6	2.57e7
Molar	15.22	9.64	63.3	4.05e7
Shark	130.42	43.4	33.3	3.90e7

Abb. 10: Effektivität des Verfahrens

Vergleich

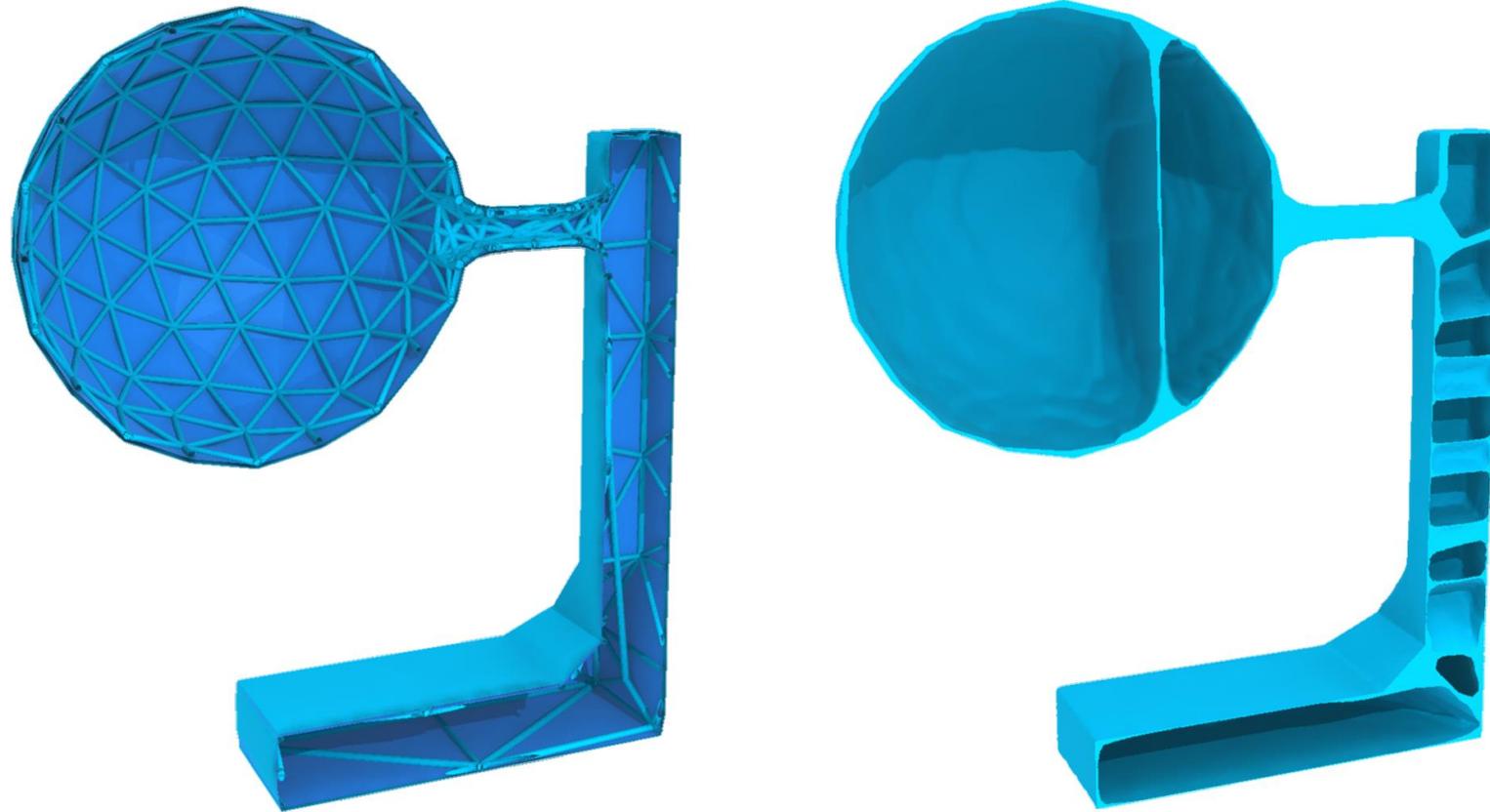


Abb. 11: Vergleich Skin-Frame Structure vs. Honeycomb hollowing

Anwendung: Krankenhaus

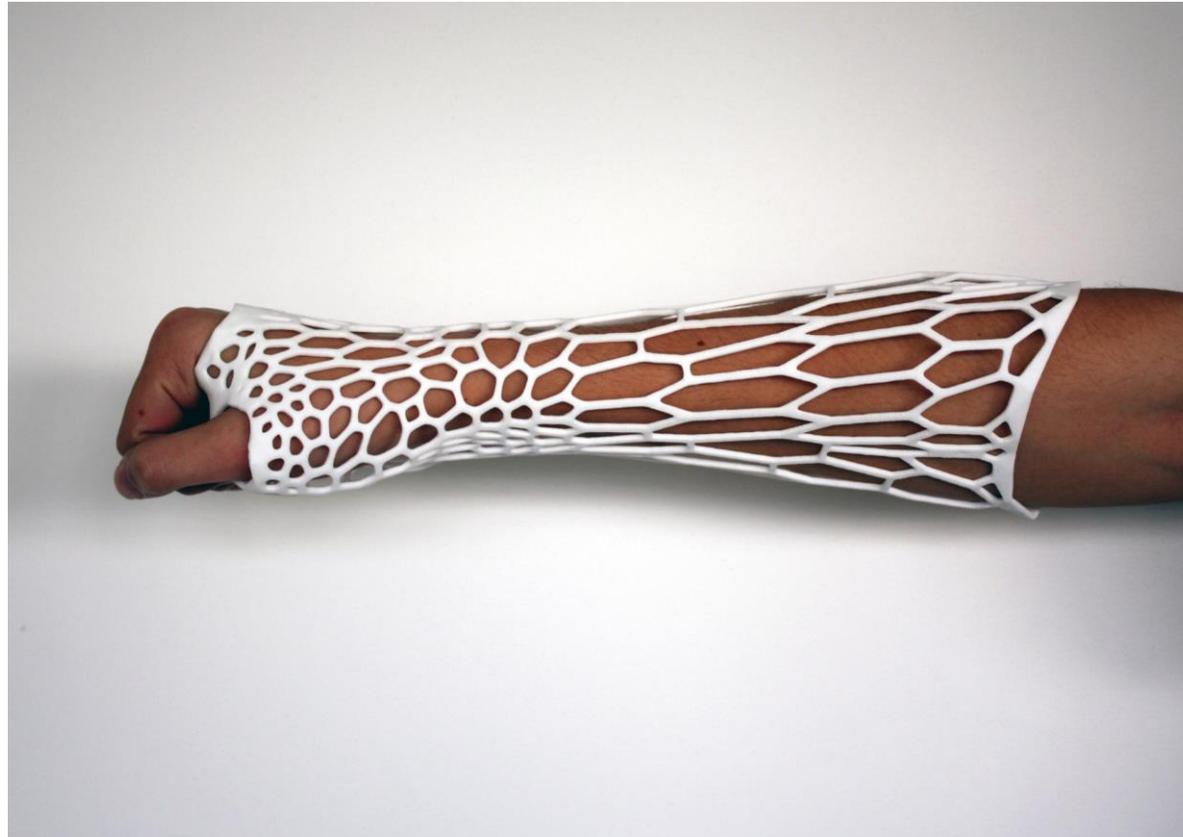


Abb. 12: Gedruckte Armschiene mit Voronoi Struktur

Quellen

Bücher:

1. Michael Joswig, „Algorithmische Geometrie“, 1. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden, 2008
2. Marina L. Gavriola, C.J. Kenneth Tan, „Transactions on Computational Science IX“, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2010

Reports:

3. Franz Aurenhammer, Rolf Klein, „Voronoi Diagrams“, Gesamthochschule in Hagen, Hagen, 1996
4. Jan Oliver Wallgrün, „Exploration und Pfadplanung für mobile Roboter basierend auf Generalisierten Voronoi-Graphen“, Uni Hamburg, Hamburg, 2002

Quellen

Paper:

5. M. Botsch, S. Steinberg, S. Bischoff, L. Kobbelt, „OpenMesh – a generic and efficient polygon mesh data structure“, 1st OopenSG Symposium, RWTH Aachen, Aachen, 2002
6. Weiming Wang, Tuanfeng Y. Wang und Co., „Cost-effective Printing of 3D Objects with Skin-Frame Structures“, Microsoft Research Asia, 2013
7. Lin Lu, Andrei Sharf und Co., „Build-to-Last: Strength to Weight 3D Printed Objects“, ACM Transactions on Graphics (TOG) - Proceedings of ACM SIGGRAPH 2014, Volume 33, Ausgabe 4, July 2014
8. Sarah Kelly, Abby Paterson, Richard J. Bibb, „A review of wrist splint designs for additive manufacture“, Loughborough University Institutional Repository, 2015

Quellen

9. Marc Alexa, Michael Kazhdan, „Isotropic Remeshing with Fast and Exact Computation of Restricted Voronoi Diagram“, Eurographics Symposium on Geometry Processing, Volume 28, 2009

Web:

https://en.wikipedia.org/wiki/Fortune%27s_algorithm

<http://ab.inf.uni-tuebingen.de/teaching/ws02/cg/script-current.pdf>

http://www.ikg.uni-bonn.de/vorlesungsarchiv/Diskrete_Mathematik_II/Folien/neuefolien_bmbf/druck1/mathell_6_druck1.pdf

<http://alexbeutel.com/webgl/voronoi.html>

Quellen

Bilder:

Abb. 1: Siehe Buch Nr. 1, Seite 4

Abb. 2: Siehe Report Nr. 3, Seite 1

Abb. 3: Siehe Buch Nr. 1, Seite 94

Abb. 4: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Fortunes-algorithm-slowed.gif>

Abb. 5: Siehe Paper Nr. 5, Seite 2

Abb. 6: http://slic3r.org/var/data/images/349_3D03.png_fullbody.jpg

Abb. 7: Siehe Paper Nr. 6, Seite 1

Abb. 8: Siehe Paper Nr. 7, Seite 2

Quellen

Abb. 9: Siehe Paper Nr. 7, Seite 7

Abb. 10: Siehe Paper Nr. 7, Seite 6

Abb. 11: Siehe Paper Nr. 7, Seite

Abb. 12:

<http://media.dunkedcdn.com/assets/prod/41499/p18qh3vpnts91sg21a261dr114dc6.jpg>

Sämtliche Webquellen wurden zuletzt am 30.05.2016 22:15 auf Gültigkeit überprüft.