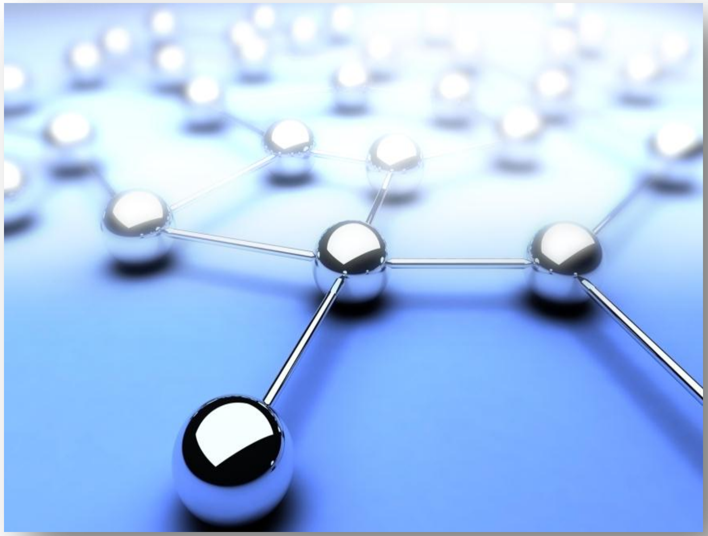
Vorlesung
Algorithmen für hochkomplexe Virtuelle Szenen

Sommersemester 2012



Matthias Fischer
mafi@upb.de

Vorlesung 12
26.6.2012

Übersicht

Aspect Graph und Viewpoint Space Partition

- Motivation
- Modell der Sichtbarkeit
- Eigenschaft des Aspect Graphs und der Viewpoint Space Partition (VSP)
- Untere und obere Schranken der VSP

Literatur

Harry Plantinga , Charles R. Dyer,
Visibility, occlusion, and the aspect graph,
International Journal of Computer Vision, vol 5 num 2, p.137-160, Nov. 1990

http://www.springerlink.com/content/v3v88r2m3k4l67v7/

Der Zugriff ist von Rechnern der Universität frei!

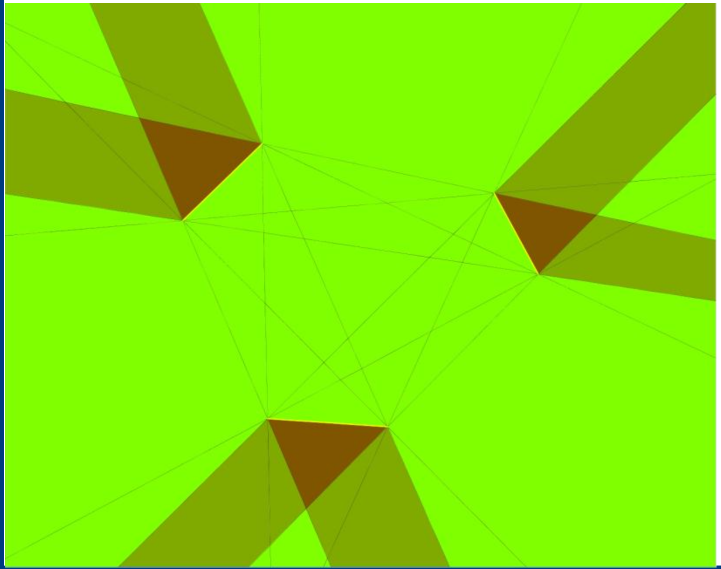
Andere Version:
http://www.calvin.edu/~hplantin/papers/IJCV.pdf

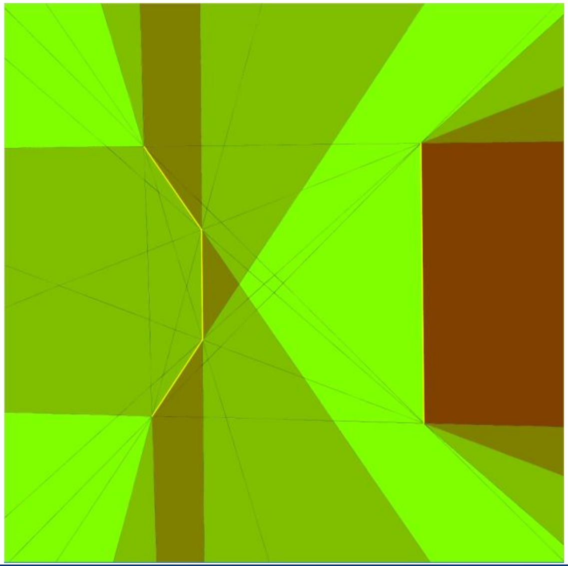
Aspect Graph und Viewpoint Space Partition

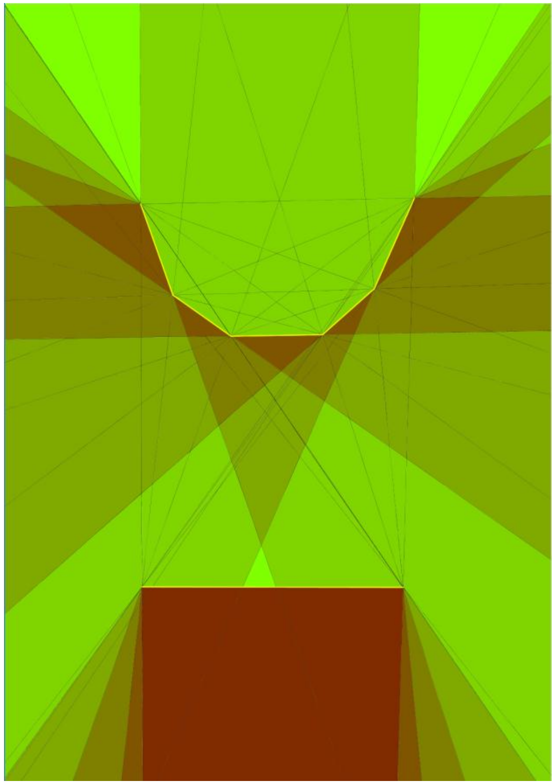
In den Übungen hatten wir im 2D-Fall (Liniensegmente) Regionen gebaut und an diese Regionen, die von der Region aus sichtbaren Liniensegmente geschrieben („Zellensichtbarkeit“)

Dabei galt:

- die Flächen sind so groß wie möglich
- Für jeden Standpunkt der Zelle sind für einen 360°-Beobachter immer nur genau dieselben Segmente sichtbar (also keine Überabschätzung)





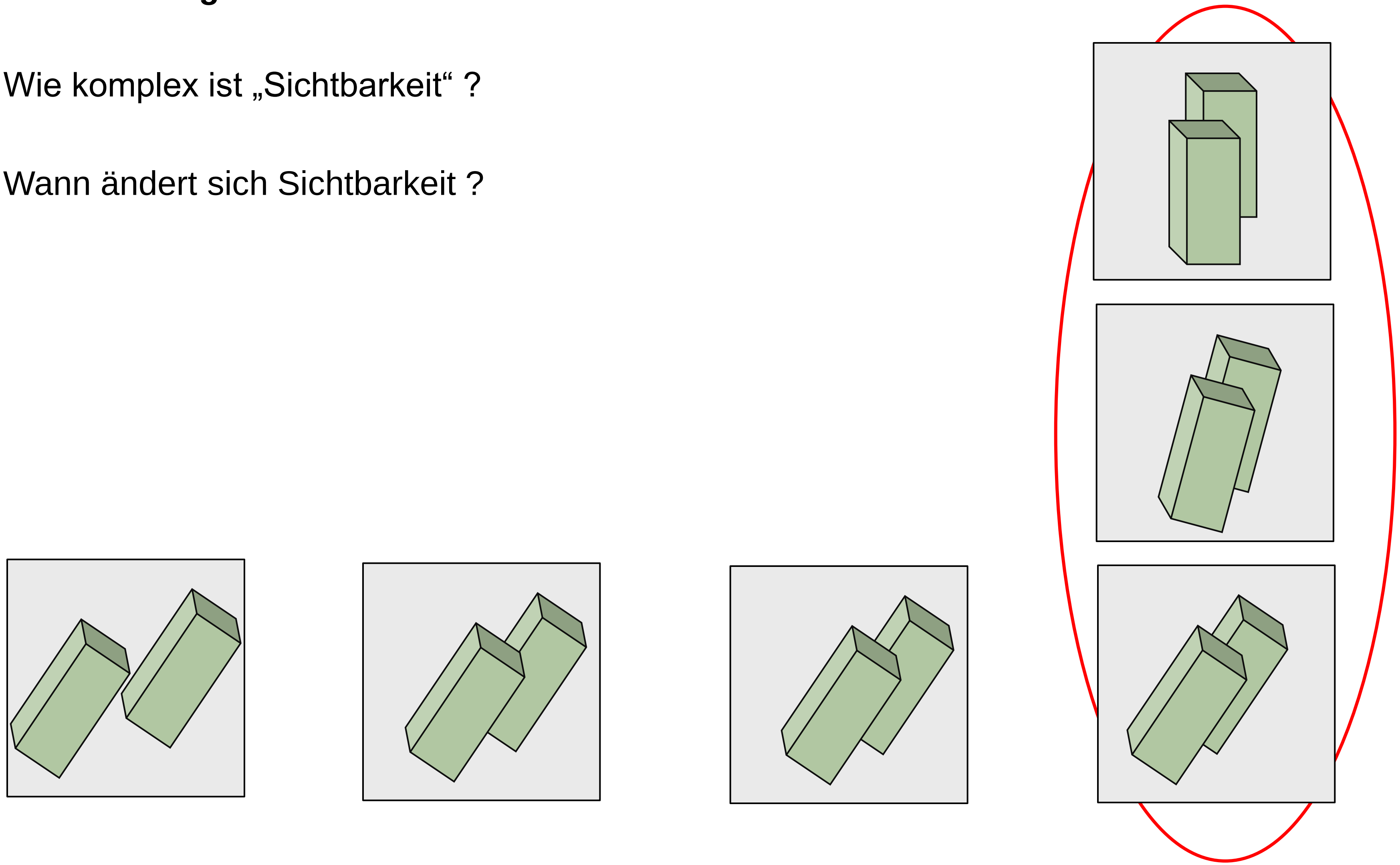


Diplomarbeit Matthias Hilbig

Zentrale Frage

Wie komplex ist „Sichtbarkeit“ ?

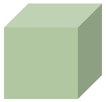
Wann ändert sich Sichtbarkeit ?



HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Algorithmen und Komplexität

Wir betrachten Polyeder

- geschlossener 3-dimensionaler Körper
- aus Polygonen zusammengesetzt
- jede Kante gehört zu genau zwei Polygonen

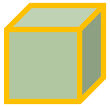


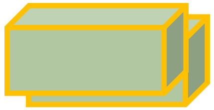
Wir unterscheiden

- konvexe Polyeder
- und nicht konvexe Polyeder

Was verstehen wir unter einer <u>Ansicht</u>?

- 2-dimensionale Projektion der Ecken und Kanten des Polyeders
- orthographische Projektion und perspektivische Projektion





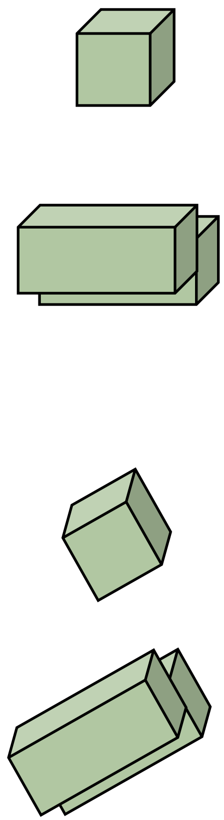
In der 2-dimensionalen Bildschirmprojektion

- die <u>Kreuzung</u> von Linien werden zu <u>Punkten</u>
- <u>zusammentreffende</u> Linien werden zu <u>Punkten</u>
- <u>Linien</u> zwischen den Punkten werden zu <u>Kanten</u>

HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Algorithmen und Komplexität

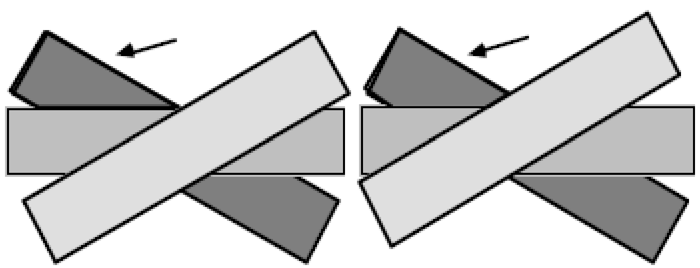
Viewpoint Space Partition (VSP)

- unterteile die Menge aller möglichen Blickpunkte im 3D-Raum in Regionen
- innerhalb jeder Region bleibt das „Erscheinungsbild“ gleich
- die Menge der Regionen ist die VSP



Was bedeutet gleiches Erscheinungsbild?

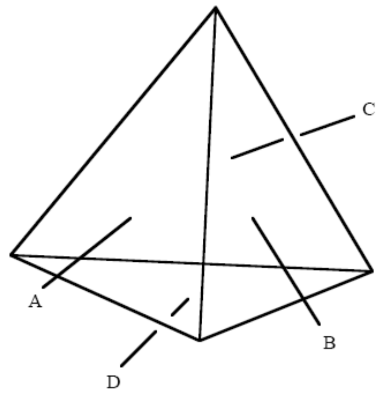
- es gibt nur Änderungen „topologischer Art“
- nur die Änderung der Struktur von Ecken, Kanten ist wichtig
- die Länge der Kanten spielt keine Rolle



Aspect Graph und Viewpoint Space Partition

Regionen

- Regionen mit gleichem Erscheinungsbild haben <u>Grenzen</u>
- Auf den Grenzen ändert sich das Erscheinungsbild
- Diese Änderung nennen wir ein Ereignis



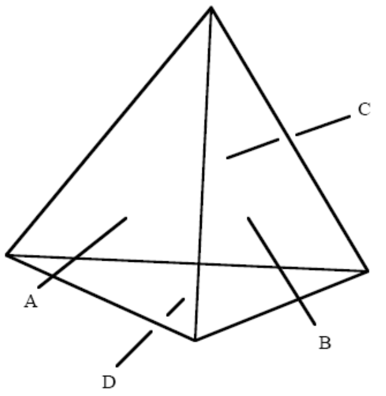
Ereignis bei <u>konvexen</u> Polyedern

- tritt nur dann auf, wenn sich ein Polygon vom Betrachter wegdreht
- Betrachter schaut genau von einer Seite auf das Polygon
- kann nicht von einer anderen Fläche verdeckt sein

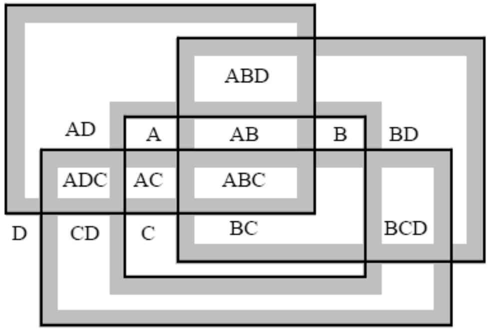
Viewpoint Space Partition (VSP)

Regionen

- alle Regionen zusammen ergeben die Viewpoint Space Partition
- innerhalb einer Region ist in der 2D Bildprojektion das topologische Erscheinungsbild des Polyeders gleich



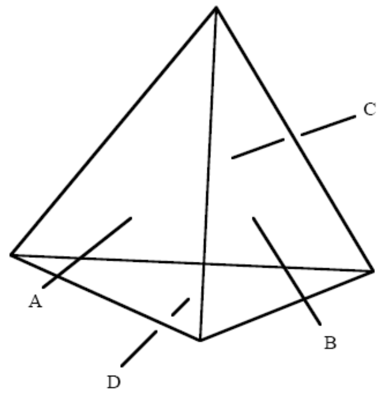
Wie stellen wir die VSP des Polyeders dar?



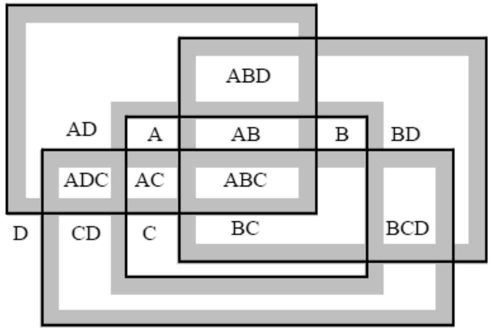
Orthographische Projektion

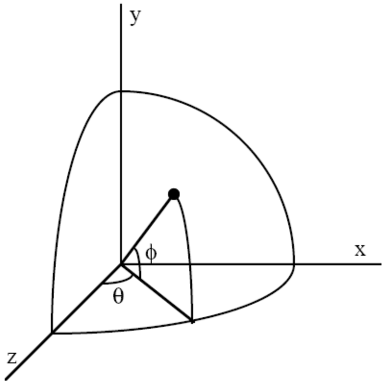
- Parallelprojektion
- Projektion verläuft senkrecht zur Projektionsebene

- zur Bestimmung des Blickpunktes reicht Richtungsvektor aus
- Menge alle möglichen Blickpunkte lässt sich als <u>Kugeloberfläche</u> beschreiben



Beim Tetraeder gibt es für jede sichtbare Teilmenge seiner vier Seiten eine geschlossene Region auf der Kugeloberfläche

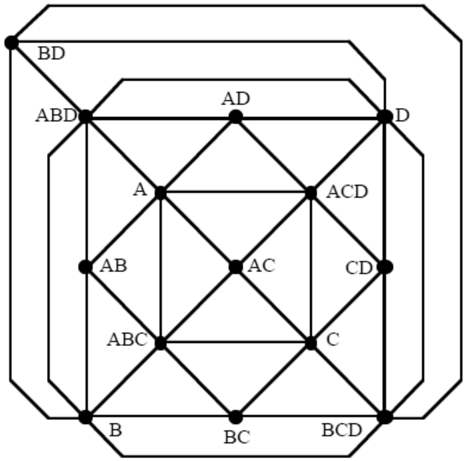


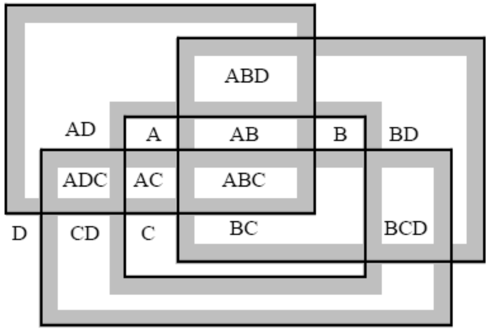


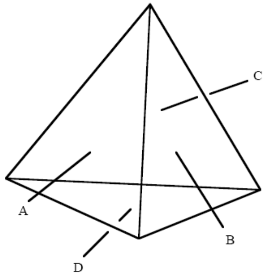
Aspect Graph und Viewpoint Space Partition

Aspect Graph

- vereinfachte Darstellung der VSP
- jede Region erhält einen Knoten
- eine Kante zwischen zwei Knoten entsteht wenn zwei Regionen benachbart sind







Fragen

Wie **<u>groß</u>** kann die Viewpoint Space Partition / der Aspect Graph werden?

Größe der VSP (obere Schranke)

- Oberfläche der Einheitskugel wird von jeder Polygonfläche in zwei Hälften geteilt
- Grenze sind alle Blickpunkte, von denen die Blickrichtung parallel zur Oberfläche läuft

Wie erhält man die Blickrichtungen auf der Einheitskugel?

Schneide die Kugel mit der Ebene, die

- durch oder parallel zum Polygon verläuft
- und durch den Ursprung geht

Der Schnitt ist ein sogenannter Great Circle

Wie erhalten wir die VSP eines konvexen Polyeders?

- wir lassen alle <u>Great Circles</u> von <u>allen</u> Polygonen sich schneiden
- es entstehen Regionen an der Kugeloberfläche
- die Regionen werden durch <u>Kreisabschnitte</u> begrenzt,
  die durch die Schnitte der Great Circles untereinander entstehen

Aspect Graph und Viewpoint Space Partition

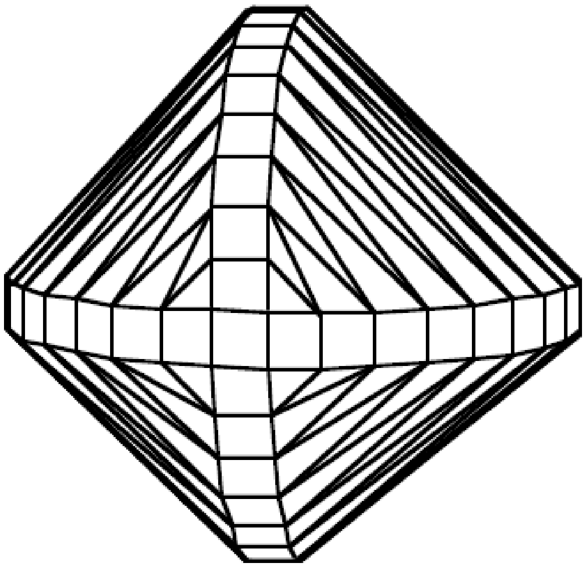
Wie viele Regionen können auf der Kugeloberfläche entstehen?

- ein Great Circle wird durch den Schnitt mit einem weiteren in genau zwei Kreisabschnitte geteilt
- es entstehen zwei Schnittpunkte
- für n Polygonflächen erhält man n Great Circles
- jeder Great Circle wird durch die anderen n in n Kreisabschnitte geteilt
- es gibt also $O(n^2)$ Kreisabschnitte

- jeder Kreisabschnitt grenzt an genau zwei Regionen
- daher gibt es $O(n^2)$ Regionen in der VSP
  und damit einen Aspekt Graphen der Größe $O(n^2)$

Größe der VSP (untere Schranke)?

Ist die Schranke $O(n^2)$ des VSP eng?
Ja!

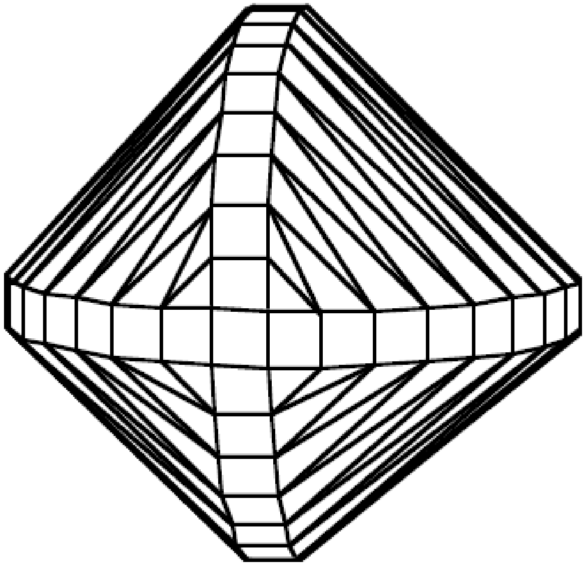


Wir zeigen das an folgendem Polyeder
- besteht aus zwei Bändern
- jedes Band aus einzelnen kleinen Quadraten
- verbinde die Quadrate so untereinander, das der Polyeder geschlossen wird

HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Algorithmen und Komplexität

Größe der VSP (untere Schranke)?

- wähle aus jedem Band eines der Quadrate
- die zugehörigen Great Cicles liefern zwei Schnittpunkte auf der Einheitskugeloberfläche
- diese Schnittpunkte sind Punkte des VSP
- alle ausgewählten Paare liefern unterschiedliche Schnittpunkte
- wir haben damit $\Omega(n^2)$ Knoten im VSP und damit einen Aspect Graphen der Größe $\Omega(n^2)$



HEINZ NIXDORF INSTITUT
Universität Paderborn
Algorithmen und Komplexität

VSP mit perspektivischer Projektion

Wie sieht die VSP aus?

- ein Blickpunkt ist jetzt kein Punkt der Kugeloberfläche, sondern ein beliebiger Punkt im $\mathbb{R}^3$

- ein Polygon ist von allen Blickpunkten sichtbar, die vor dem Polygon liegen
- der $\mathbb{R}^3$ wird also durch eine Ebene, die durch das Polygon geht, geteilt

- die Schnitte aller Ebenen von allen Polygonen ergibt die VSP

In jeder Ebene

- entstehen Schnittgeraden durch Schnitte mit den übrigen Ebenen
- durch die Schnitte dieser Schnittgeraden untereinander entstehen Schnittpunkte und Geradenabschnitte
- diese Geradenabschnitte begrenzen jeweils zwei Flächenstücke, die die VSP begrenzen

Wie groß wird die VSP?

- es gibt $O(n)$ Ebenen, die durch die Polygone gehen
- in jeder Ebene entstehen durch die Schnitte mit den übrigen Ebenen $O(n)$ Schnittgeraden
- die Schnittgeraden jeder Ebene teilen sich durch durchkreuzen in $O(n^2)$ Geradenabschnitte
- die Geradenabschnitte begrenzen die Flächenstücke, wir erhalten also $O(n^2)$ Flächenstücke pro Ebene
- für alle n Ebenen erhalten wir dann $O(n^3)$ Flächenstücke die die VSP begrenzen
- da auf jeder Seite des Flächenstücks genau eine Zelle der VSP ist , besteht die VSP aus $O(n^3)$ Regionen

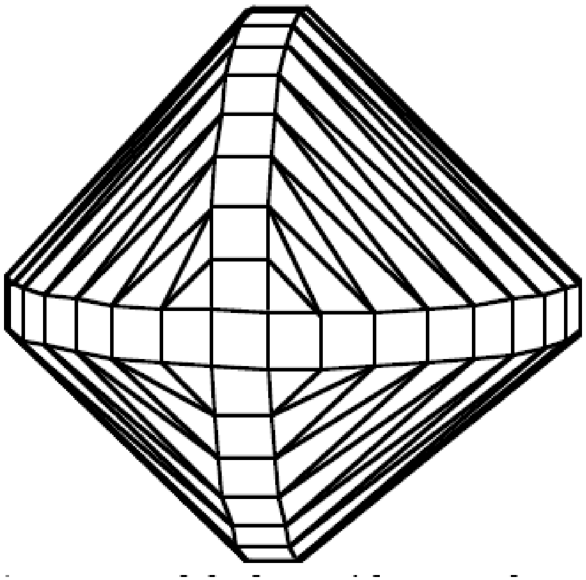
**Größe der perspektivischen VSP?
(untere Schranke)**

Ist die perspektivische Schranke $O(n^3)$ des VSP eng?

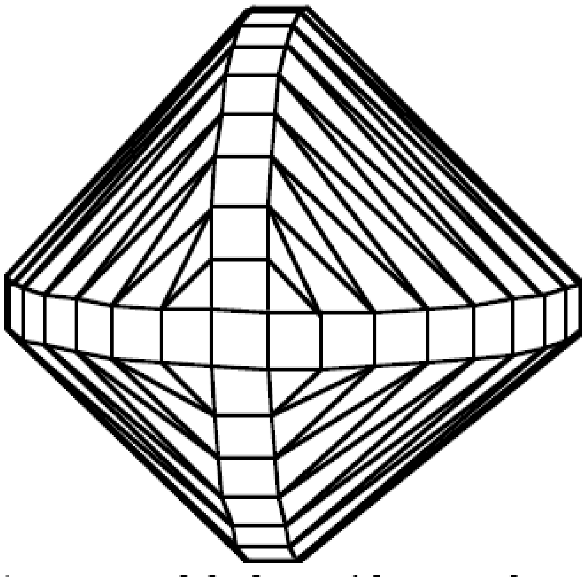
Ja!

Wir zeigen das an demselben Polyeder wie für den orthographischen Fall

- besteht aus zwei Bändern
- jedes Band aus einzelnen kleinen Quadraten
- verbinde die Quadrate so untereinander, das der Polyeder geschlossen wird



Größe der VSP (untere Schranke)?



- wir betrachten die beiden Teilbänder in einem Oktanten
- die Ebenen beliebiger 3 Quadrate der beiden Bänder (also 2 Quadrate aus einem Band und 1 Quadrat aus dem anderen Band) liefern unterschiedliche Schnittpunkte im VSP
- da in jedem Band $\Omega(n)$ Quadrate liegen, gibt es im VSP $\Omega(n^3)$ verschiedene Punkte
- damit hat die VSP $\Omega(n^3)$ Zellen und der Aspect Graph die Größe $\Omega(n^3)$