



EXTRAGROSSE DATENBANKEN IN DER FLUGSIMULATION

Dr. Andreas Dachs, CAE



- Gegründet 1947 in Montreal, Kanada
 - ◆ CAE beschäftigt etwa 7800 Mitarbeiter an mehr als 60 Standorten weltweit.
- Kerngeschäft
 - ◆ CAE entwickelt, produziert und betreibt Flugsimulatoren.
- Ziviler Bereich
 - ◆ CAE betreibt ein globales Netz von 32 Trainingszentren mit mehr als 150 Simulatoren weltweit und trainiert dabei etwa 80.000 Piloten und Crewmitglieder.
- Militärischer Bereich
 - ◆ CAE beliefert Verteidigungskräfte und Originalhersteller in nahezu 50 Nationen mit fortschrittlichen Simulationslösungen.
 - ◆ CAE ist weltweit führend in der Bereitstellung von Ausbildungsmitteln und Simulationsdienstleitungen für militärische Kunden.

➤ Zivile Flugsimulation



➤ Nutzung des Simulators

- ◆ Lizenzerwerb
- ◆ Musterberechtigung
- ◆ Scheinerhalt

➤ Trainingsinhalte

- ◆ Fliegerische Grundkenntnisse
- ◆ Notfallverfahren

➤ Anforderungen

- ◆ Räumlich und inhaltlich klar abgegrenzte Szenarien
- ◆ Qualifizierung durch nationale Luftsicherheitsbehörde



➤ Militärische Flugsimulation



➤ Nutzung des Simulators

- ◆ Taktik
- ◆ Mission
- ◆ Einsatz

➤ Ausbildungsinhalte

- ◆ Crewtraining
- ◆ Staffel / Formation
- ◆ Operatoren

➤ Anforderungen

- ◆ Räumlich und inhaltlich sehr offene und sofort verfügbare Szenarien
- ◆ Unterschiedliche Luftfahrzeugtypen



Subsysteme und Sensoren



Aussensicht

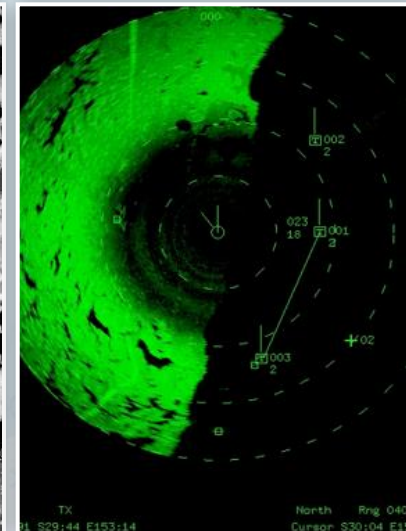
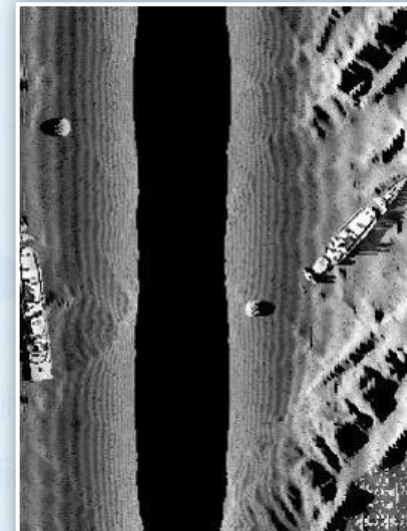
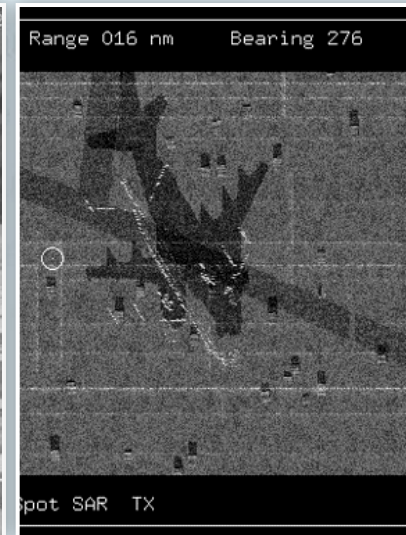
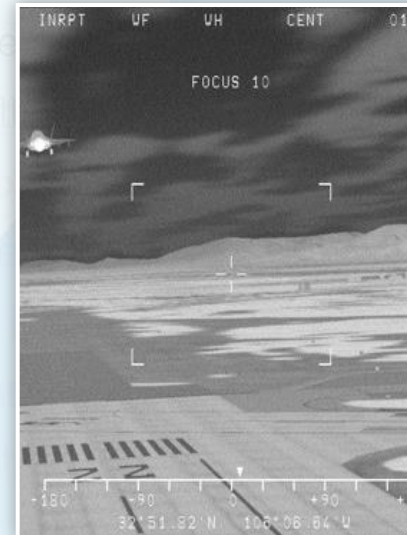
- ◆ Out-of-the-Window (OTW)
- ◆ Night Vision Goggles (NVG)
- ◆ Forward Looking Infrared (FLIR)

Radar

- ◆ Bodenradar
- ◆ Synthetic Aperture Radar (SAR)
- ◆ Automatic Target Recognition
- ◆ Non Cooperative Target Identification
- ◆ Combat Search

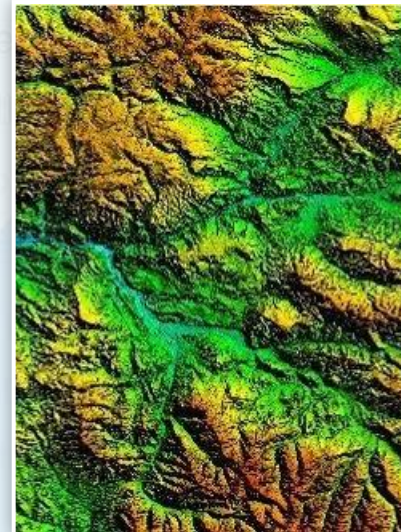
Sensoren

- ◆ Sonar
- ◆ Aufklärungssysteme
- ◆ Elektronische Kampfführung



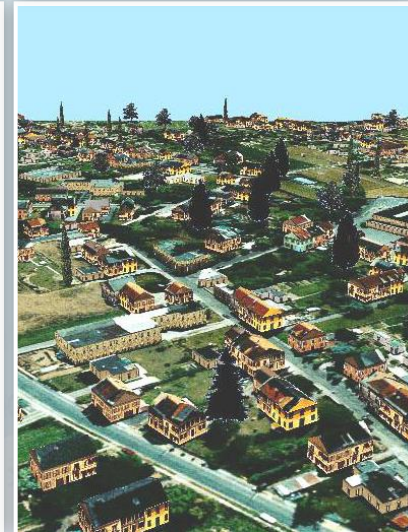
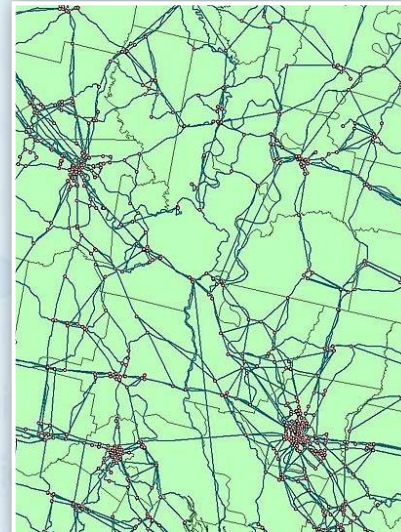
➤ Sichtsystem

- ◆ Gelände oder Topographie
- ◆ Boden oder Oberfläche
- ◆ Bewuchs und Bebauung
- ◆ Tageszeiten
- ◆ Jahreszeiten



➤ Sensorsimulation

- ◆ Physik
- ◆ Materialeigenschaften



➤ Computer Generated Forces

- ◆ Topologie

Ausdehnung



➤ Beispiele militärischer Datenbasen

➤ Deutschland – Luftwaffe

- ◆ Mitteleuropa
- ◆ Speicherbedarf 6 TB

➤ Grossbritannien – RAF

- ◆ Europa / Afrika / Nordamerika
- ◆ Speicherbedarf 54 TB

➤ Australien – RAAF

- ◆ Nord- und Ostaustralien
- ◆ Speicherbedarf 20 TB



➤ Forderungen



- Eine Datenbasis
 - ◆ Korrelation / Pflege
 - ◆ Vernetzung / Fair-Fight
- Endanwendungsunabhängig
 - ◆ Jet / Transportflugzeug / Helikopter
 - ◆ Sensor / Subsystem
 - ◆ Briefing / De-Briefing
- Anforderungen
 - ◆ Fläche in Mio. km²
 - ◆ Bodenauflösung besser 1 m
- Eine-Welt-Lösung
garantiert stets in Echtzeit



➤ Ausgesuchte Probleme



➤ Quelldaten

- ◆ Sichtbarer Datenbasishintergrund (OTW)
- ◆ Boden oder Oberfläche
- ◆ Satelliten- und Luftbilder

➤ Sensorsimulation

- ◆ Daten schwer verfügbar
- ◆ Keine Korrelation

➤ Simulation in Echtzeit

- ◆ Paging
- ◆ Tiles
- ◆ Level-of-Detail (LOD)

➤ Beschaffung



➤ Kosten

- ◆ 10 bis 50 € pro km²
- ◆ Gesamtkosten in Mio. €

➤ Verfügbarkeit

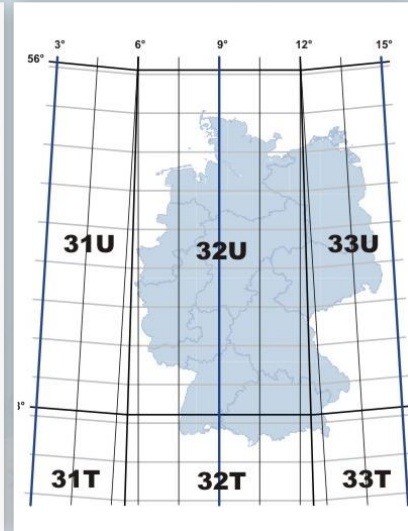
- ◆ Auflösung
- ◆ Wolkengarantie < 15 %
- ◆ Jahreszeit

➤ Speicherbedarf

- ◆ 10 TB Rohdaten

➤ Koordinatensystem UTM

- ◆ Eine-Welt-Lösung
- ◆ Geographische Koordinaten



➤ Prozessierung



➤ Farbwerte

- ◆ Farbübergang
- ◆ Mosaikeffekte

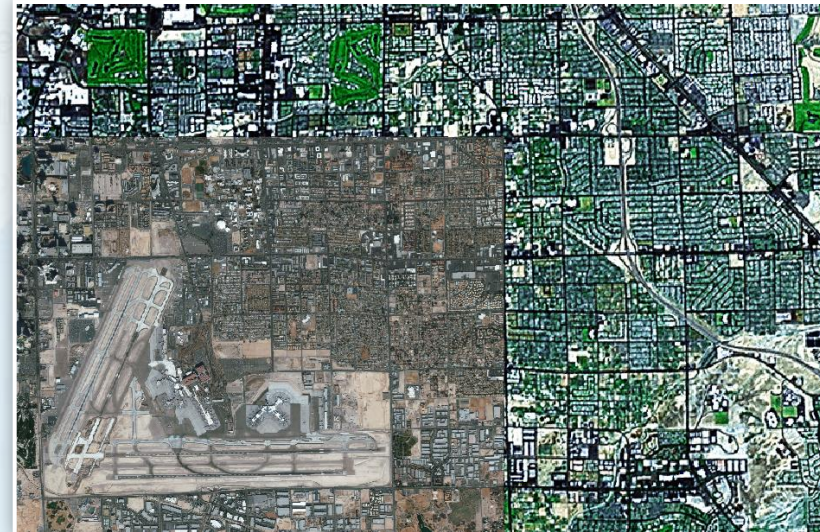
➤ Auflösung

- ◆ Überblendung
- ◆ Mosaikeffekte

➤ Genauigkeit

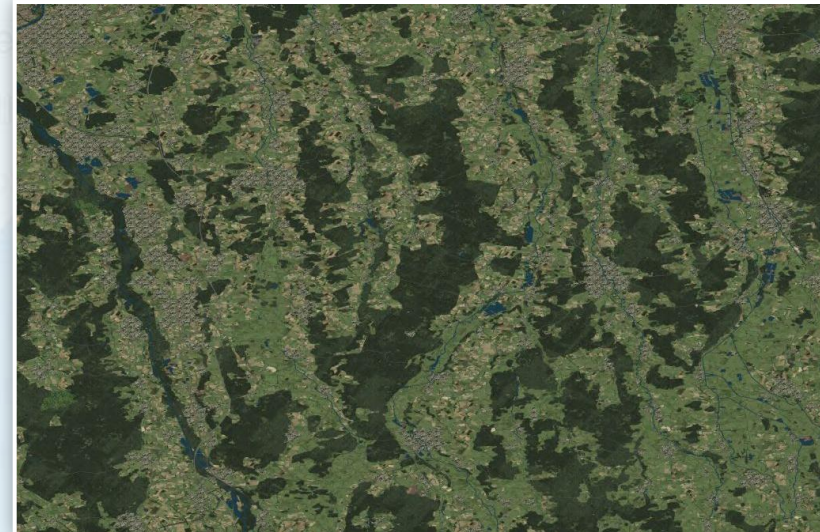
- ◆ Horizontal Dilution of Precision (HDOP)
- ◆ HDOP ~ 10 m

➤ Updateproblematik



➤ Pseudosatellitenbilddaten

- Primär keine Verwendung von Satelliten- oder Luftbildern
- Pseudosatellitenbilder
 - ◆ Vektordaten / Höhendaten
 - ◆ Texturvorlage pro Merkmal
- Vorteile
 - ◆ Kosten / Verfügbarkeit / Update
 - ◆ Farbwerte / Genauigkeit / Auflösung
- Ausnahmen
 - ◆ Flugplätze inkl. Wegpunkte
 - ◆ Air-to-Ground Szenarien
 - ◆ Points-of-Interest



➤ Ausgesuchte Probleme



➤ Quelldaten

- ◆ Sichtbarer Datenbasishintergrund (OTW)
- ◆ Boden oder Oberfläche
- ◆ Satelliten- und Luftbilder

➤ Sensorsimulation

- ◆ Daten schwer verfügbar
- ◆ Keine Korrelation

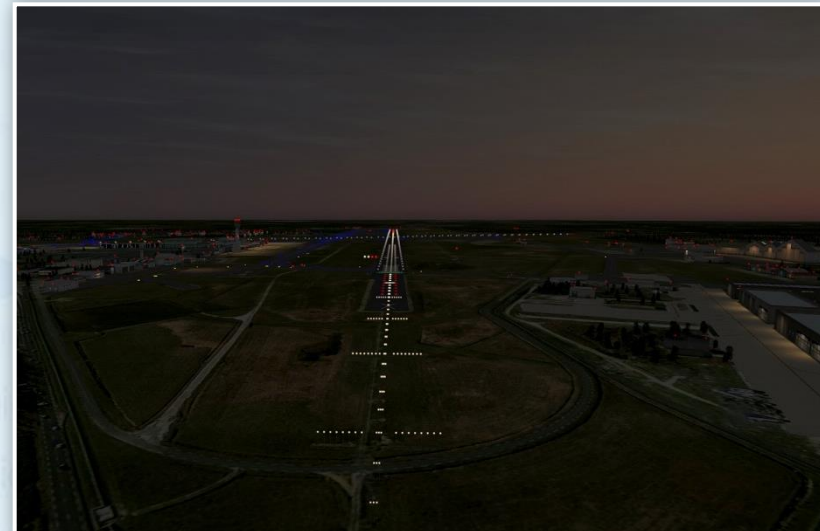
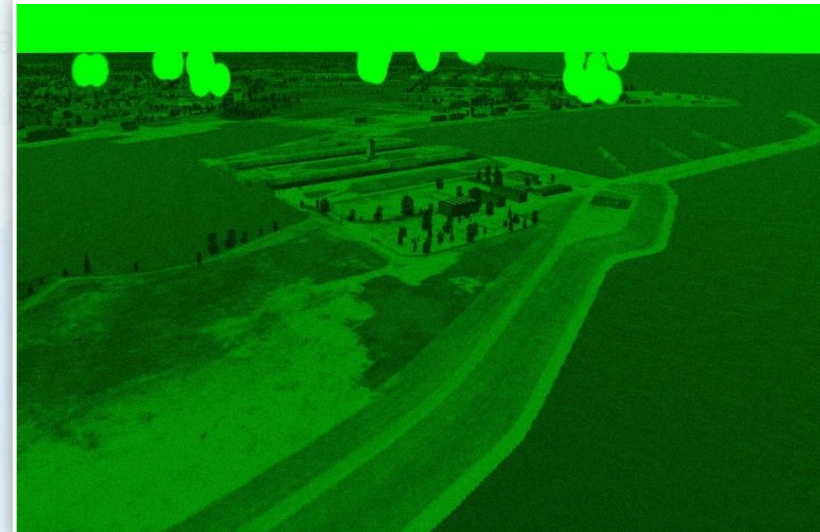
➤ Simulation in Echtzeit

- ◆ Paging
- ◆ Tiles
- ◆ Level-of-Detail (LOD)

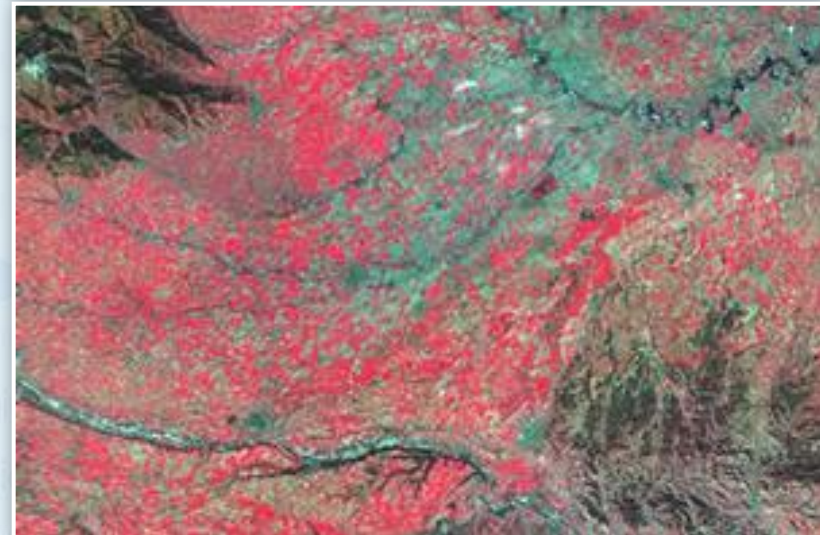
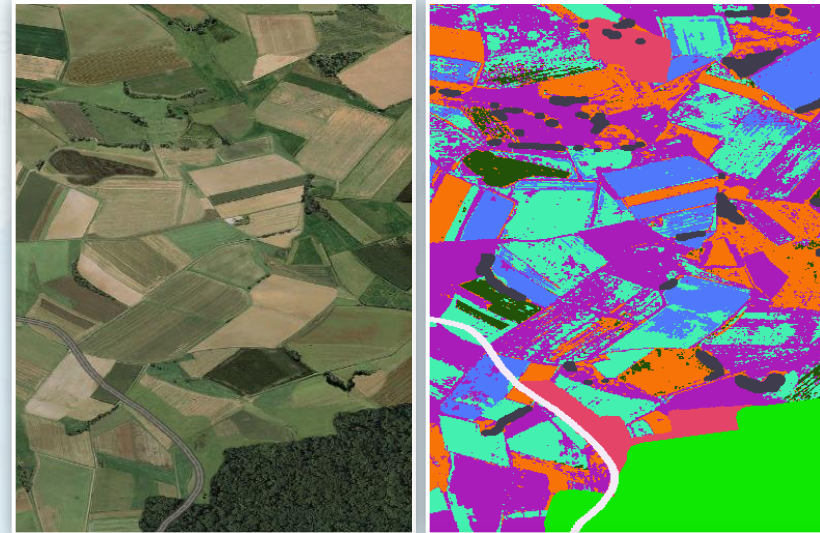
➤ Datenverfügbarkeit



- Materialeigenschaften
 - ◆ Ableitung aus Vektordaten
- Fehlende Korrelation und Datendichte
 - ◆ Vektordaten korrelieren nicht mit Satelliten- oder Luftbilddaten
 - ◆ Inhaltliche Auflösung ungenügend
 - ◆ Geometrische Auflösung ungenügend
- Verwendung von Echtdaten
 - ◆ Einstufung
 - ◆ Exportkontrolle / ITAR
 - ◆ Großflächig meist nicht verfügbar



- Pseudosatellitenbilder
 - ◆ Vorlage pro Merkmal
- Generierung zusätzlicher Vorlagen
 - ◆ Material
 - ◆ Nachttextur
 - ◆ Künstliche Datendichte
 - ◆ Perfekte Korrelation
- Geospezifische Insets
 - ◆ Ableitung aus Multispektralbildern
 - ◆ 4 oder mehr Bänder



➤ Ausgesuchte Probleme



➤ Quelldaten

- ◆ Sichtbarer Datenbasishintergrund (OTW)
- ◆ Boden oder Oberfläche
- ◆ Satelliten- und Luftbilder

➤ Sensorsimulation

- ◆ Daten schwer verfügbar
- ◆ Keine Korrelation

➤ Simulation in Echtzeit

- ◆ Paging
- ◆ Tiles
- ◆ Level-of-Detail (LOD)

➤ Datenbasis zu groß für den Speicher

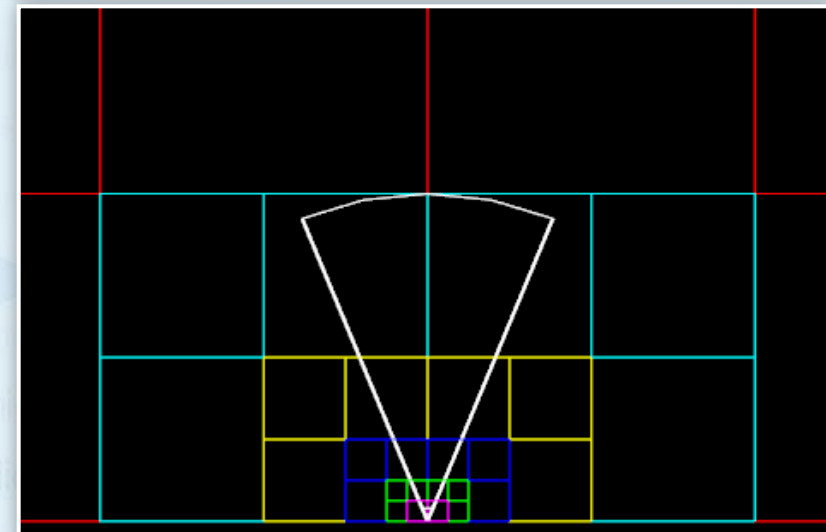
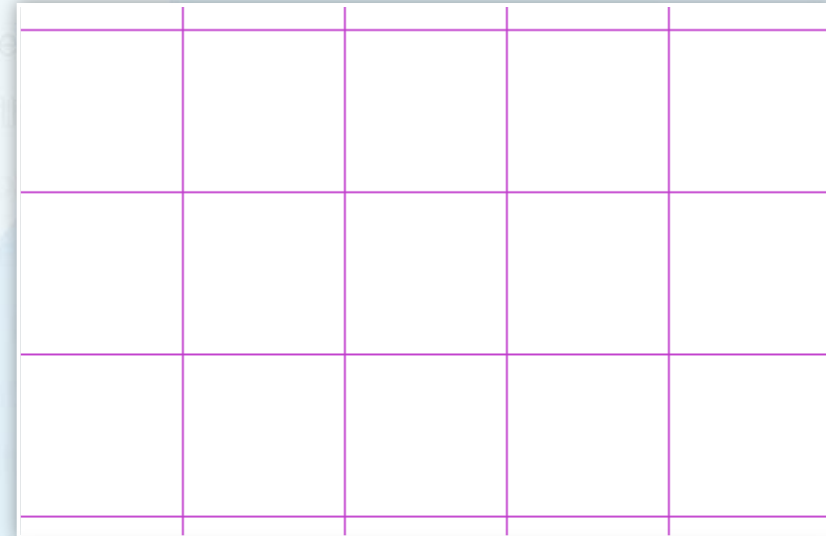
- ◆ Ladestrategie
- ◆ Echtzeit garantiert

➤ Zerstückelung der Datenbasis

- ◆ Nur sichtbare Tiles werden geladen

➤ Beispiel Satellitenbilddaten

- ◆ Flughöhe 3000 m
- ◆ Theoretische Sichtweite 195 km
- ◆ Praktische Sichtweite 50 km
- ◆ Fluggeschwindigkeit 200 m/s
- ◆ Bodenpixelauflösung 1 m
- ◆ Pagingraten mehr als 2 Gbit/s



➤ Level-of-Detail

- Vorhalten aller Daten in verschiedenen Auflösungsstufen
 - ◆ Vorprozessiert
 - ◆ Redundant
- Laden der sichtbaren Tiles nur bis zur benötigten Auflösungsstufe
 - ◆ Große Entfernung – kleines LOD
 - ◆ Kurze Entfernung – hohes LOD
- Nachladen unterhalb der menschlichen Perzeptionsschwelle
 - ◆ Satellitenbilddaten / Höhendaten
 - ◆ Vektordaten / Sensordaten
 - ◆ 3D-Modelle / Bäume



➤ Datenbasis ist applikationsunabhängig

- ◆ Endanwendung mit höchsten Anforderungen
- ◆ Helikopter / Sensoren
- ◆ Fahrzeugsimulation

➤ Simulator ist applikationsabhängig

- ◆ Jet
- ◆ Transportflugzeug
- ◆ Helikopter

➤ Monitoring

- ◆ Vollautomatisches Auslastungsmanagement
- ◆ Basierend auf realer Dynamik
- ◆ Echtzeit garantiert
- ◆ Kein Nachladen höherer LOD





FRAGEN?

