

Erzeugung und Auswertung dynamischer 3D-Geländemodelle durch Kombination von Laserscanner- und GNSS-Daten an Tagebaugroßgeräten

- Dr. Frank Elandalousi
10.11.2009, Laserscanning Europe Konferenz, Magdeburg



■ ■ ■ ■ Syperion GmbH & Co KG

- Angebot: Ingenieursdienstleistungen auf dem Gebiet der optischen 3D-Messtechnik
- Schwerpunkt: Integration optischer Sensoren zu innovativen Messsystemen für den anspruchsvollen Industriebereich
- Kunden: Rohstoffindustrie, Luftfahrtindustrie
- Gründung: Oktober 2006
- Mitarbeiter: 3 Vollzeitäquivalent (5 Personen)



■ ■ ■ ■ Geschäftsbereich Beratung

- Beratung
 - Studien zur Klärung von Fragen bzgl. des Einsatzes optischer Messtechnik
 - Konzeptentwicklung zur Einführung von optischer Messtechnik in bestehende Produktionsprozesse
 - Qualifizierung von optischen Messsystemen
- Syperion arbeitet ohne Präferenz auf Methoden und Produkte.

The image shows a handwritten mathematical formula, likely a probability generating function, with the following structure:

$$E[e^{-sX_{t,u}} | A(X_{t,u}) = k] = \sum_{i=1}^k \left[\frac{1}{2Li!} \frac{d^i}{dz^i} \Big|_{z=0} \left(\frac{G_p^*(-\lambda, dG)}{\lambda G} \right) + \frac{1}{2L(k-i)!} \frac{d^{k-i}}{dz^{k-i}} \Big|_{z=0} \left(\frac{G_p^*(-\lambda, dG)}{\lambda G} \right) \right]$$

■ ■ ■ ■ Geschäftsbereich Systemintegration

- Systemintegration
 - Kombination von optischen Sensoren zu komplexen Gesamtsystemen
 - ↳ Sensorfusion
 - Softwareentwicklung mit Schwerpunkt in der Messwertaufnahme, Messwertverarbeitung und Messwertauswertung
 - ↳ Prozesswertermittlung, Qualitätssicherung
 - Übernahme des Projektmanagements
- Wir haben langjährige Erfahrung in Entwicklung, Inbetriebnahme und Service von komplexen optischen Prozessmesssystemen.



■ ■ ■ ■ Bewegungsanalyse in bewegten Videobildern

- Bewegungsdetektion
 - Detektion von Geschwindigkeit und Richtung von Fremdobjekten im Videobild.
 - Die Detektion funktioniert auch bei einer Eigenbewegung der Kamera.



■ ■ ■ ■ Beispielvideo zur Bewegungsanalyse von Videobildern



Bewegungsanalyse einer Straßenszene

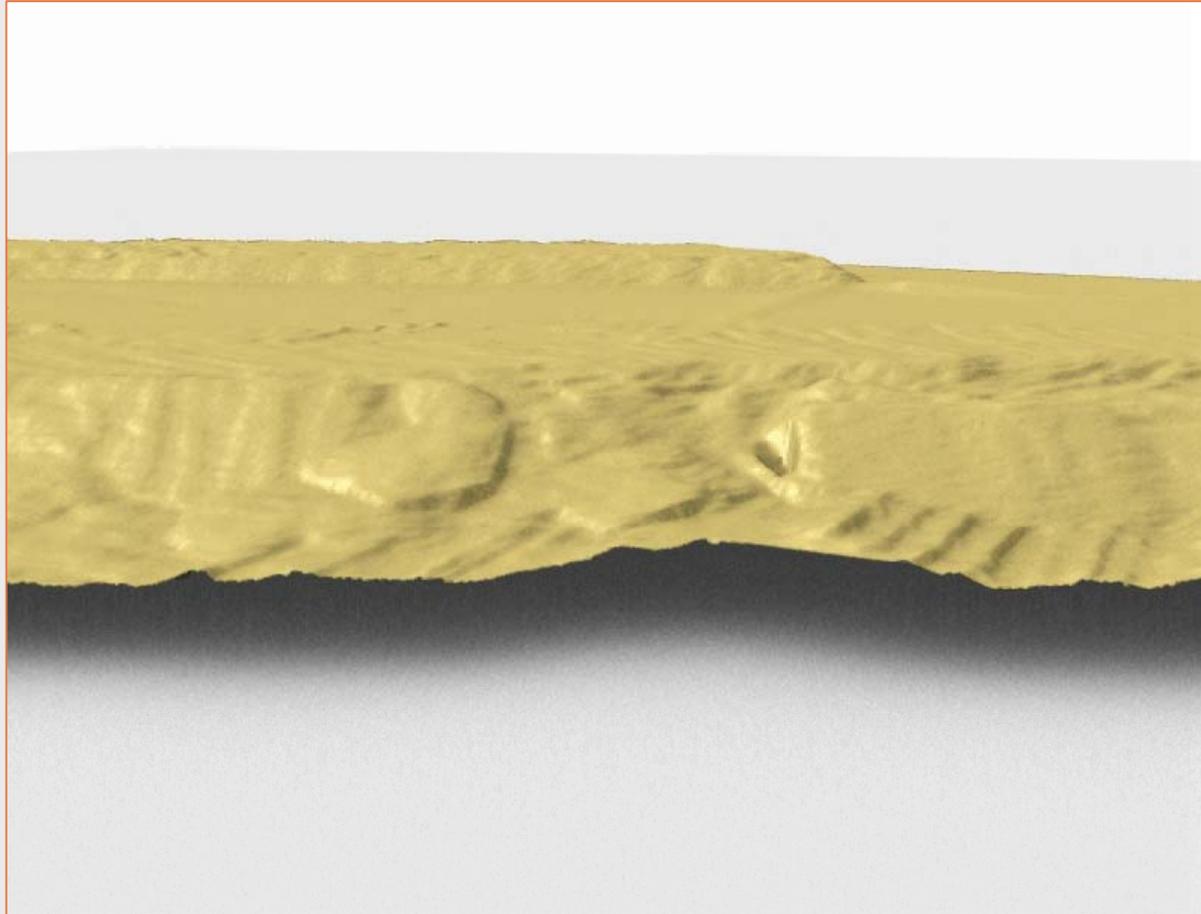
■ ■ ■ ■ Systemintegration an Tagebaugroßgeräten



Abraumkippe mit Absetzer

Systemintegration an Tagebaugroßgeräten:

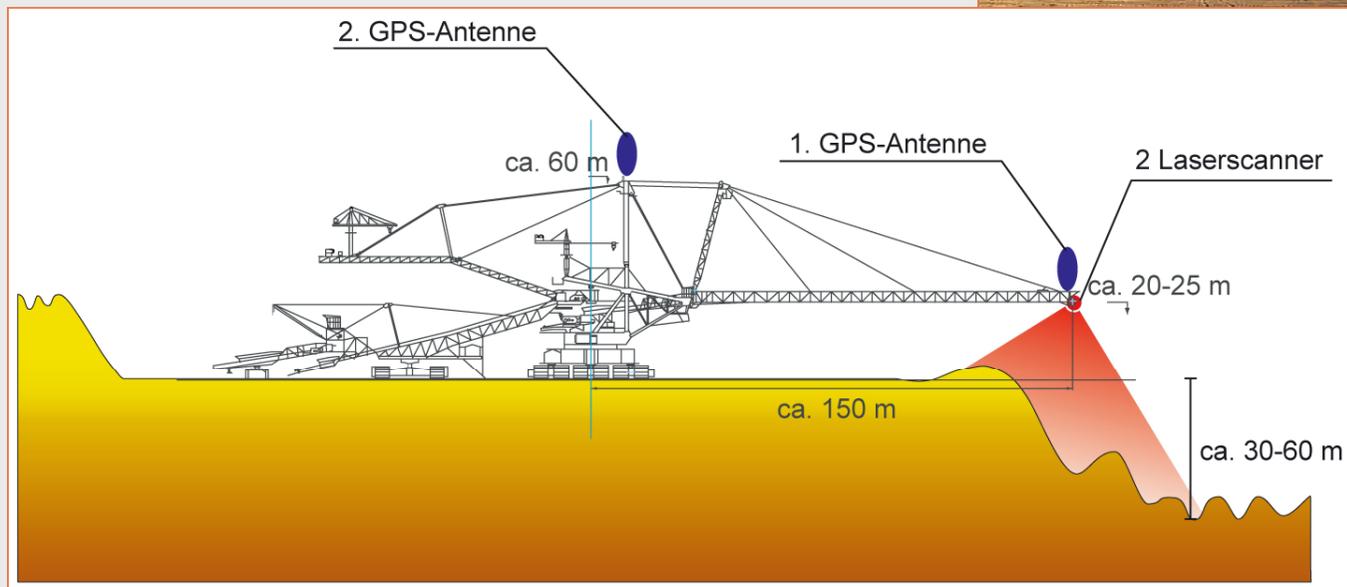
- ■ ■ ■ Ergebnis ist ein hochgenaues 3D-Geländemodell



In Echtzeit erfasstes 3D-Geländemodell einer Tagebaulandschaft

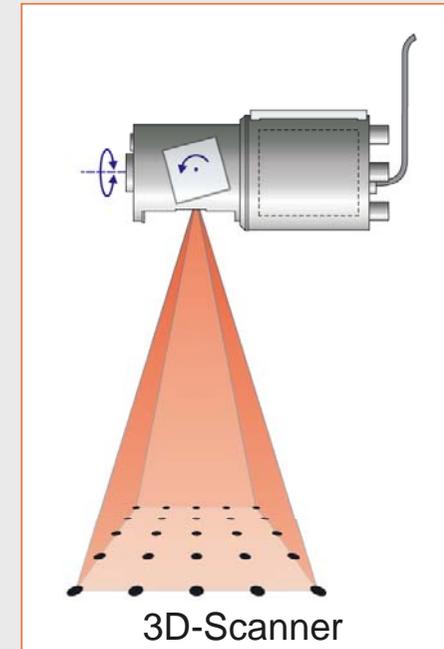
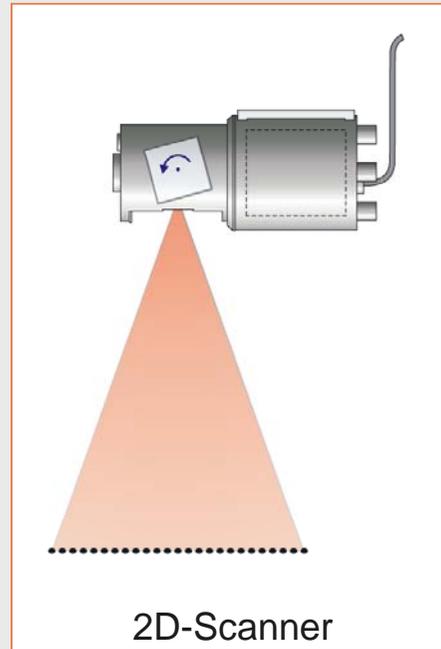
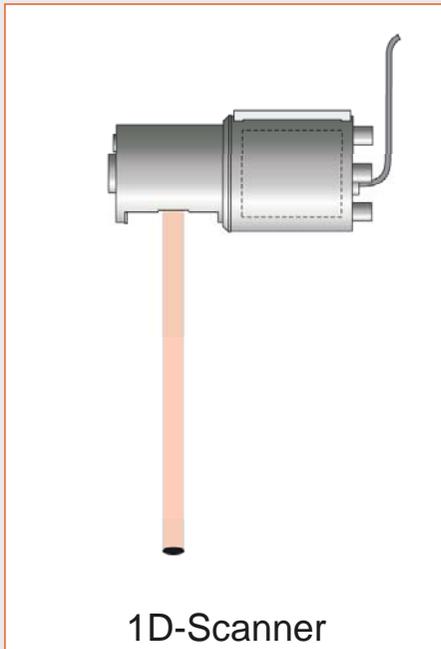
■ ■ ■ ■ Anbauorte und Größenordnungen

- Laserscanner am Auslegerende
- 1. GPS-Antenne am Auslegerende
- 2. GPS-Antenne auf dem Pylon



■ ■ ■ ■ Messprinzip von Laserscannern

- Messung des Abstandes durch Laufzeitmessung
- Die verwendeten Laserscanner sind augensicher



- Die Anzahl der gemessenen Punkte bleibt gleich!

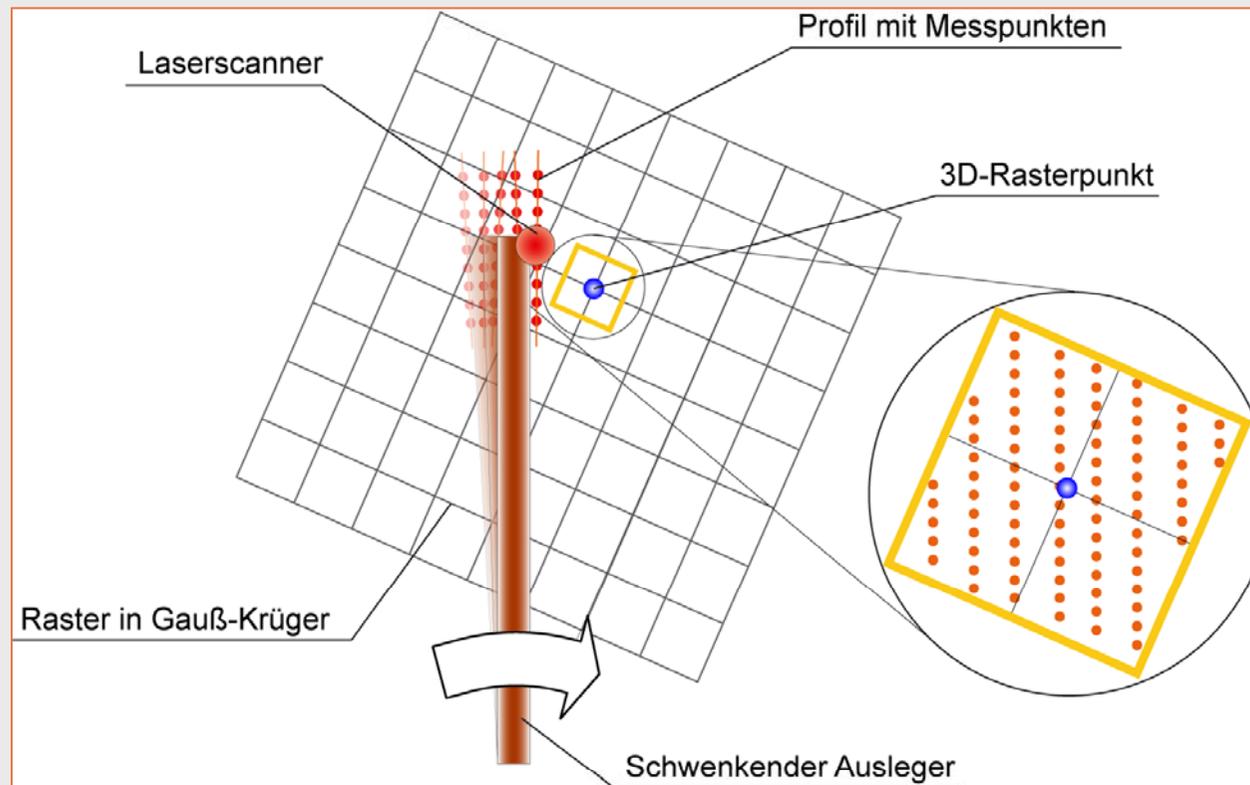
■ ■ ■ ■ Einsatz von 2D-Laserscanner

- Montage von zwei 2D-Laserscannern seitlich des Abwurfpunktes
 - optisches Messsystem im infraroten Wellenlängenbereich
 - ↳ Kein direktes Messen des Auftreffpunktes möglich
 - Parallele Messprofile am Ausleger
 - ↳ Redundanz bei Ausfall oder Sichtbehinderung
 - ↳ keine Abschattung
 - Auf den Schwenkbetrieb des Absetzers optimiertes Verhältnis zw. lateraler Auflösung und vertikaler Genauigkeit
 - ↳ Anwendung statistischer Methoden, Regelbasierter Methoden
- Für den robusten Einsatz am Absetzer haben sich 2D-Scanner bewährt

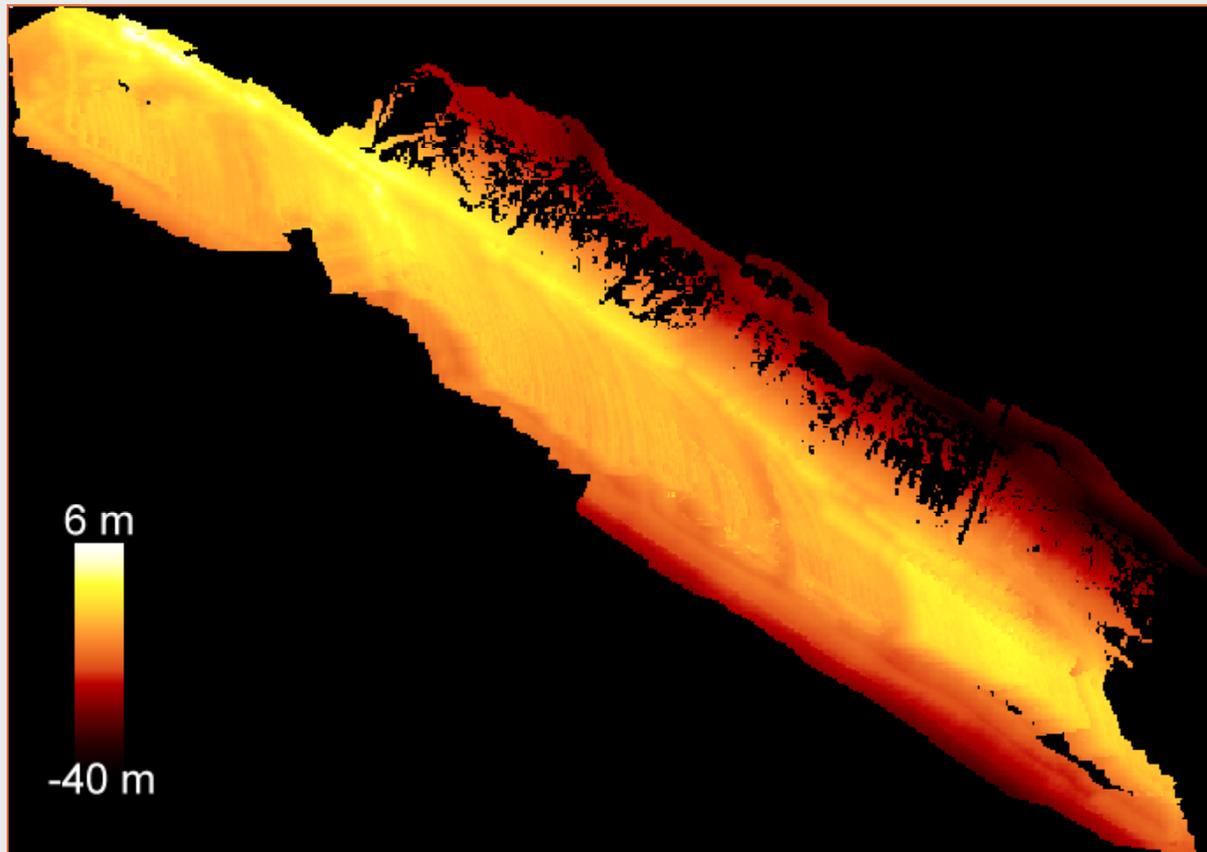


Erzeugung der 3D-Rasterpunkte

- Flächiges Abtasten der Kippe durch Schwenkbewegung des Absetzers



■ ■ ■ ■ Animierter Messprozess mit 2D-Laserscannern



Falschfarbendarstellung der gemessenen Höhenwerte

■ ■ ■ ■ Einsatz von 3D-Laserscanner

- Montage eines 3D-Laserscanners seitlich des Abwurfpunktes

- Direktes Messen der Wurfparabel möglich

- Eine Vielzahl von einzelnen Profilen liefern Messwerte im Umkreis des Auftreffpunktes

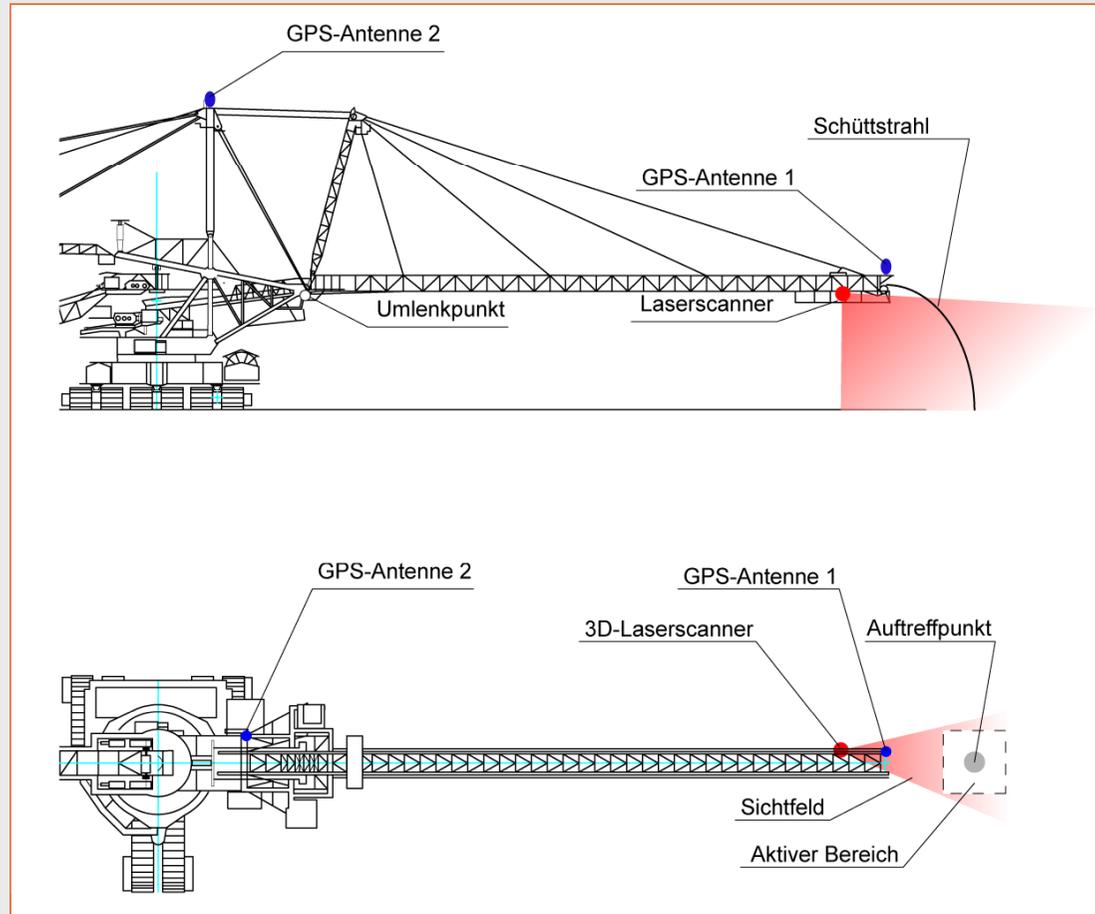
- ↪ Einzelne Fehlmessungen werden durch wiederholtes Messen kompensiert

- ↪ keine Abschattung



- Ein 3D-Scanner erzeugt im Betrieb ein stetigeres Abbild der Landschaft.

■ ■ ■ ■ Einsatz eines 3D-Laserscanners für das Kippenscanning



Komponenten und Anbauorte

■ ■ ■ ■ Komponenten und Montageorte



Absetzer

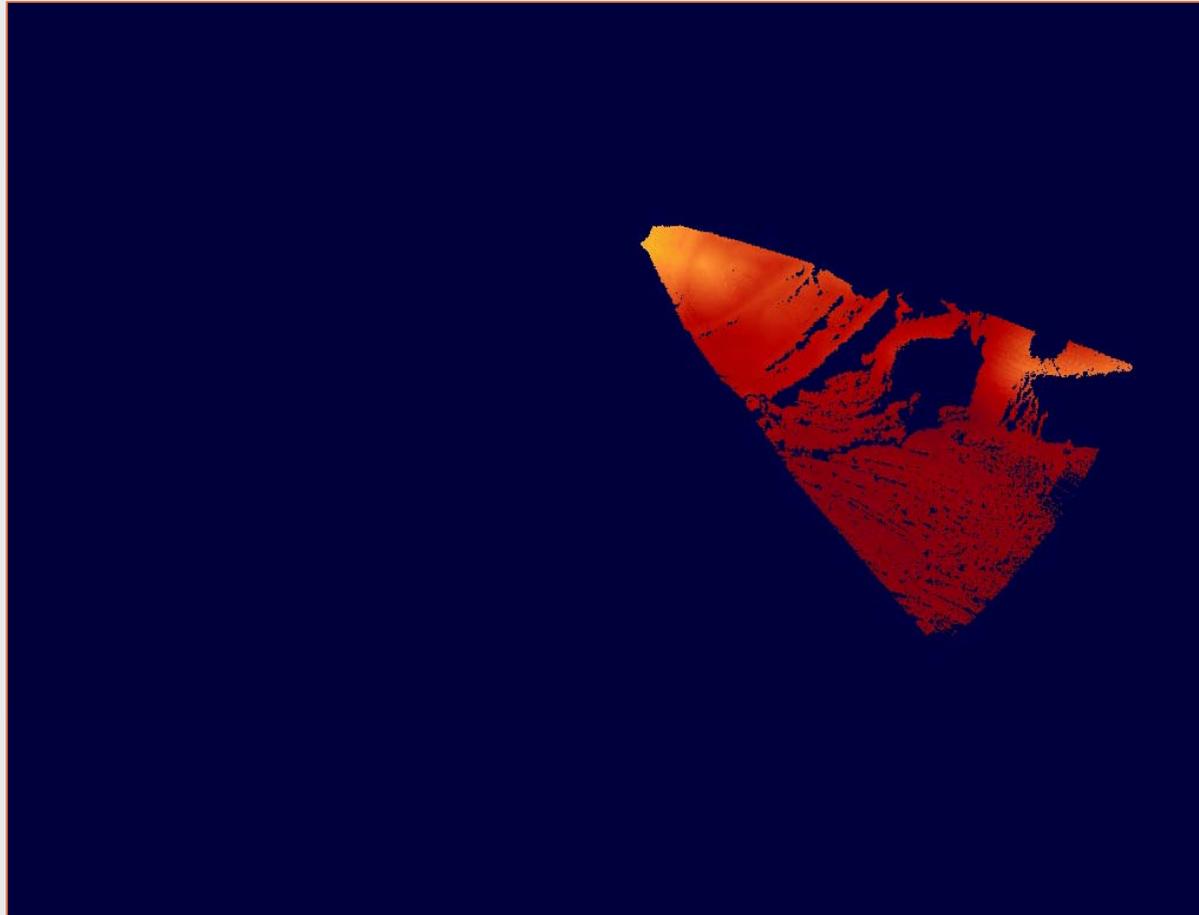


Laserscanner



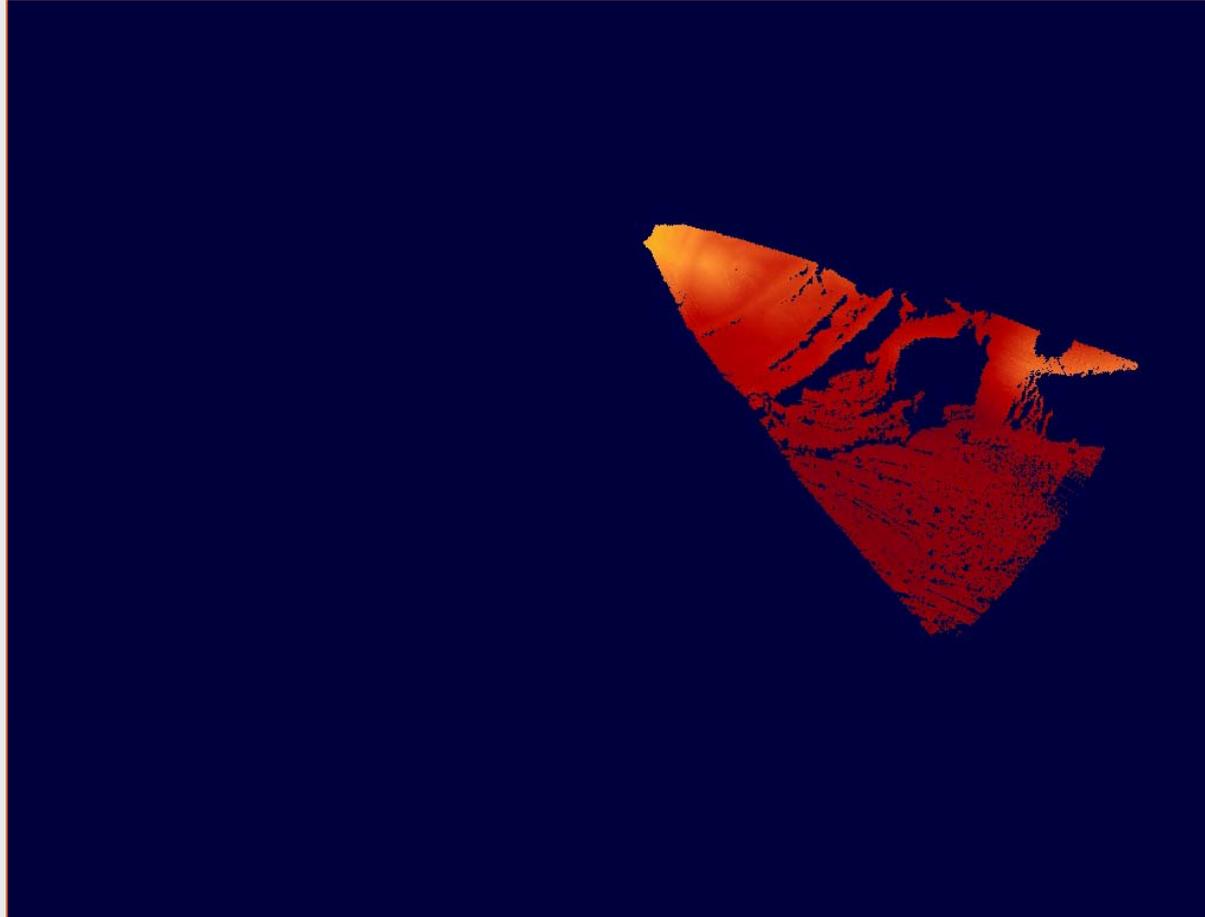
Montierte Komponenten

■ ■ ■ ■ Animierter Messprozess mit einem 3D-Laserscanner



Höhenwerte werden in Falschfarben dargestellt,
Gesamtzeitdauer 28h, 6 fps a 5 Min

■ ■ ■ ■ Animierter Messprozess im Zeitraffer

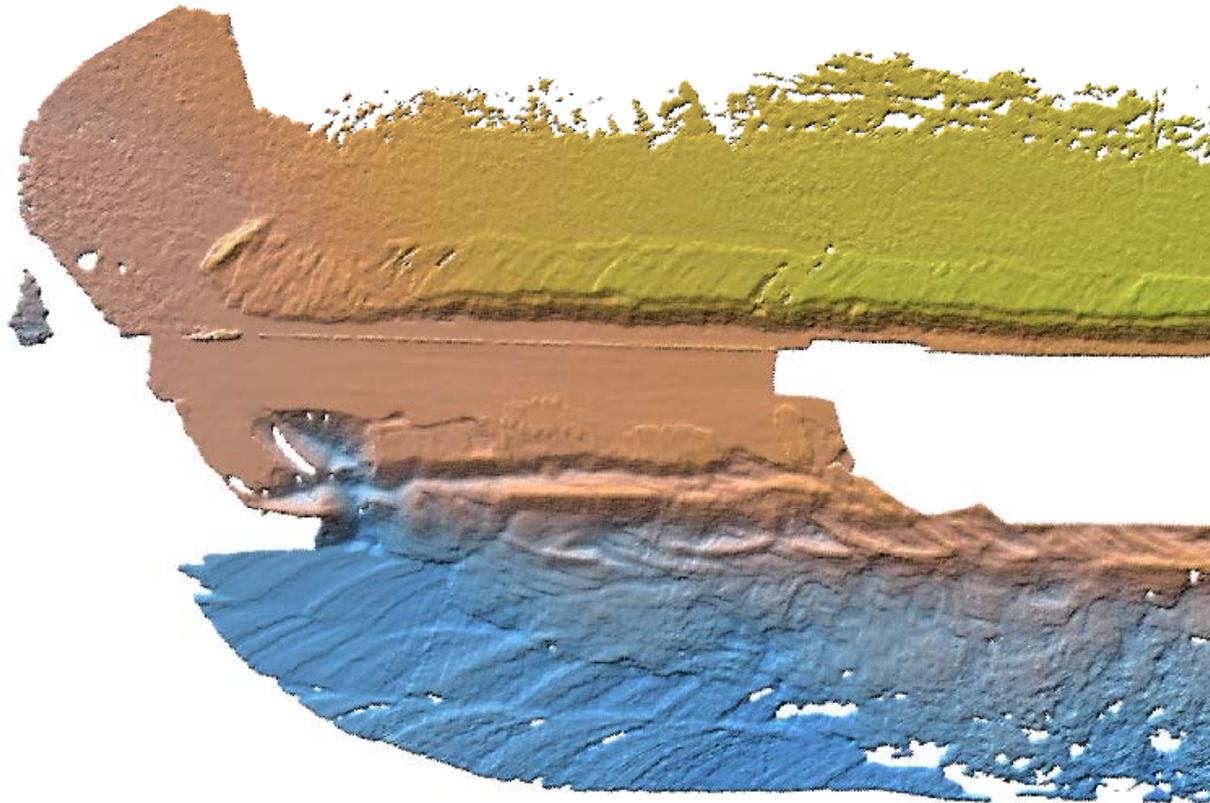


Höhenwerte werden in Falschfarben dargestellt,
Gesamtzeitdauer 28h, 30 fps a 5 Min

■ ■ ■ ■ Animation des Setzungsprozesses

Animation der 3D-Messwerte

 SYPERION

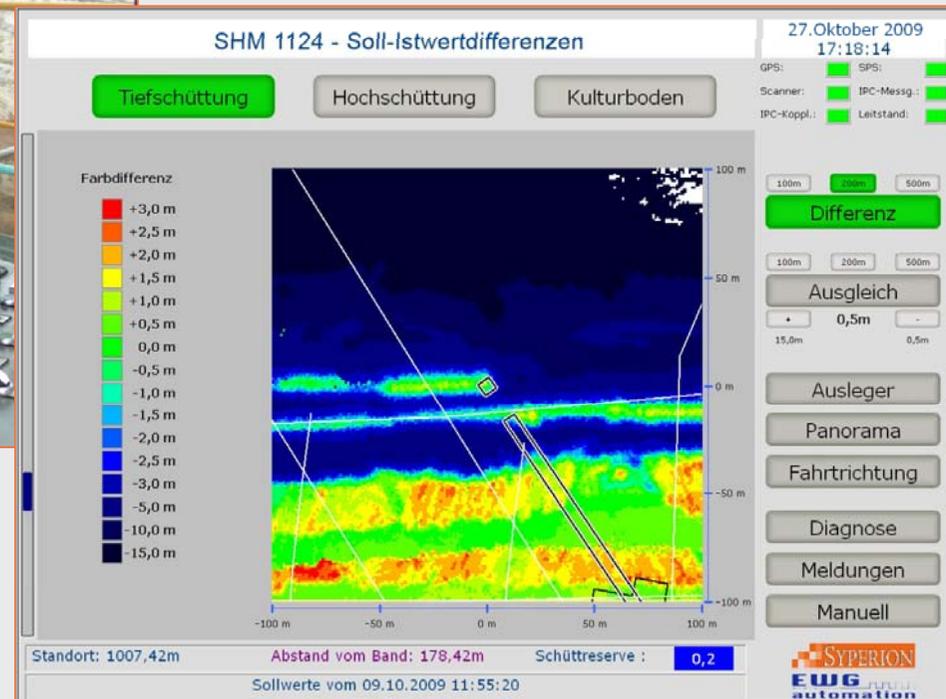


Gemessene Höhenwerte in Falschfarben-Darstellung

■ ■ ■ ■ Aufbereitung der Messdaten für den Gerätefahrer



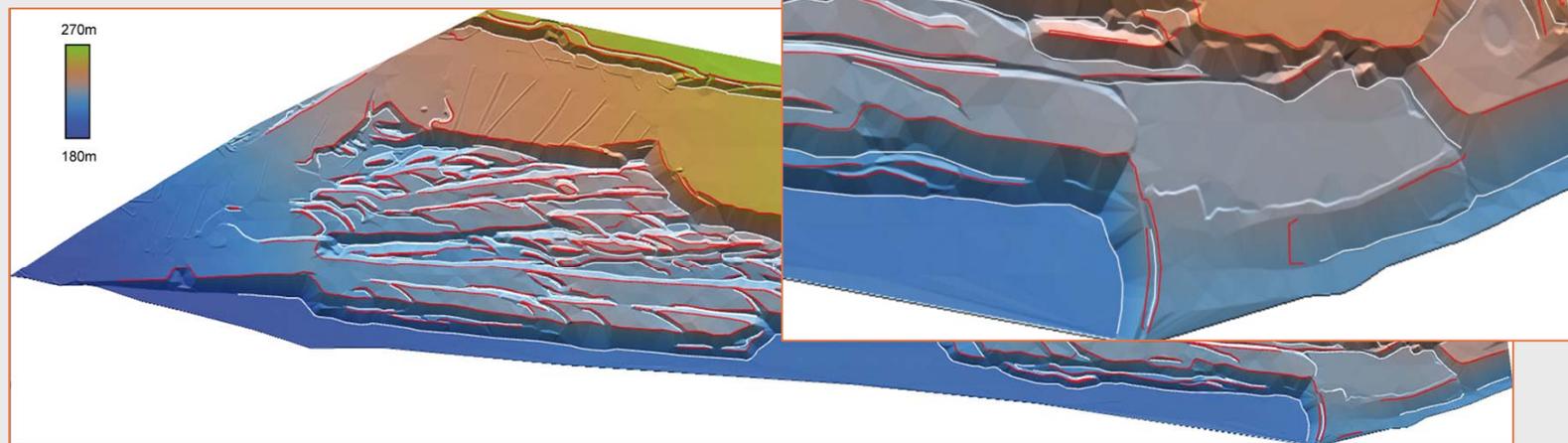
Visualisierung der Messwerte für den Gerätefahrer



Visualisierung der Messwerte als Soll-Istwert-Vergleich

Automatisierte Bestimmung der Bruchkanten

- Mithilfe der automatisierten Bestimmung der Bruchkanten ist es möglich, die Datenmenge von 3D-Rasterdaten (Befliegung, 3D-Modellierung, 2D/3D-Laserscanner) signifikant zu reduzieren.



Automatisch generierte Bruchkanten eines Absetzers auf Basis gerasterter 3D-Daten der Befliegung

■ ■ ■ ■ Verschiedene Quellen von 3D-Rasterdaten

- Die zur Auswertung genutzten 3D-Rasterdaten können aus folgenden Quellen stammen:



- Durch zyklische Befliegung und anschließender Auswertung.



- Durch Messung der Kippengeometrie mittels GPS/GNSS-Daten und Laserscannerdaten, dem sogenannten Kippenscanning.



- Durch 3D-Modellierung des Schaufelrades mittels GPS/GNSS-Daten aus Basis bekannter 3D-Daten des Gebirges.

Beispiel für Bruchkantenextraktion auf Basis von Daten des Kippenscannings



- Verschiedene Regionen der 3D-Rasterdaten können mit verschiedenen Parametersätzen analysiert werden.
- Die Berechnung von großen Datenmengen (16.000 m²) dauert auf einem Standard-PC ca. 1 Min.



Extrahierte Bruchkanten auf Basis von 3D-Rasterdaten

■ ■ ■ ■ Zusammenfassung

- Von Messwerten einzelner Sensoren zu verlässlichen Prozesswerten ist ein weiter weg.
- Der Einsatz der „richtigen“ Sensoren hängt stark von den Anforderungen ab.
- Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.
- www.syperion.de
elandaloussi@syperion.de



*Wir entwickeln innovative Lösungen
nicht nur sondern setzen diese auch um!*