

# Erfassung von Sturmschäden mit Hilfe von TANDEM-X Interferometrie

*Jörg Ermert, Matthias Dees, Barbara Koch*  
Department of Remote Sensing and Landscape  
Information Systems FeLis

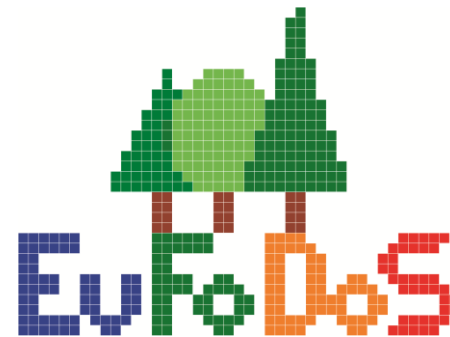
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



**UNI  
FREIBURG**

## European Forest Downstream Services - Improved Information on Forest Structure and Damage

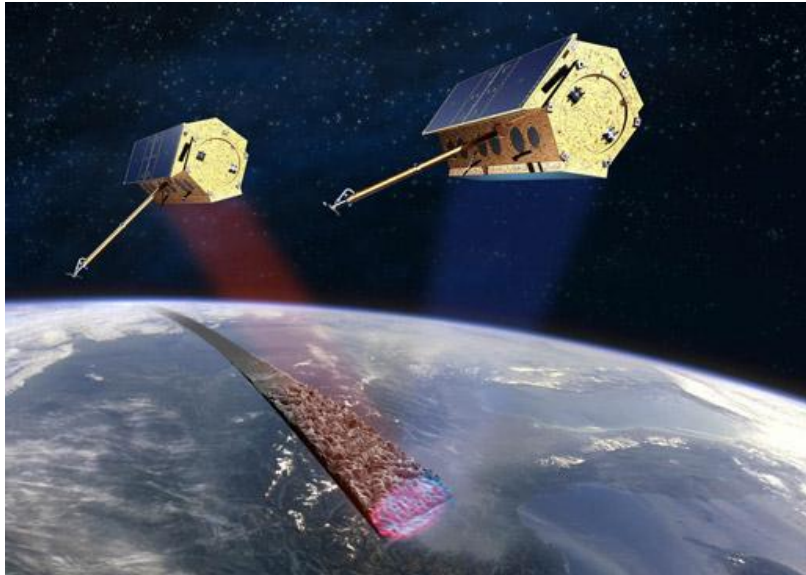
- FP7 Projekt von Januar 2011 bis Ende 2013
- Nutzung von GMES (Global Monitoring for Environment and Security) Daten um “Forest Downstream Services” zu entwickeln
  - Erfassung von Waldschäden
  - Messung von Bestandesdaten kommerzieller als auch Schutzwälder
- Projektpartner sind sowohl Forschungseinrichtungen, kommerzielle Service Providers und potentielle Nutzer





## Fragestellung

- Können Lücken in einem mit TanDEM-X generierten DEM erkannt werden?
- Ab welcher Größe?
- Welche Algorithmen bieten sich zur automatischen Detektion an?
- Welche Prozessierung ergibt das am besten geeignete DEM?
- Vergleich TanDEM-X DEM mit LiDAR DEM



|               |   |
|---------------|---|
| Orbit         | Sonnensynchroner Dusk-Dawn-Orbit, Helixformation mit TerraSAR-X |
| Radarfrequenz | 9,65 GHz (X-Band)   |
| Lebensdauer   | mindestens 5 Jahre  |

## Technische Daten

|           |  |
|-----------|--|
| Start     | Juni 2010 (Daten über DLR verfügbar seit 01.02.2012) |
| Orbithöhe | 514 km   |

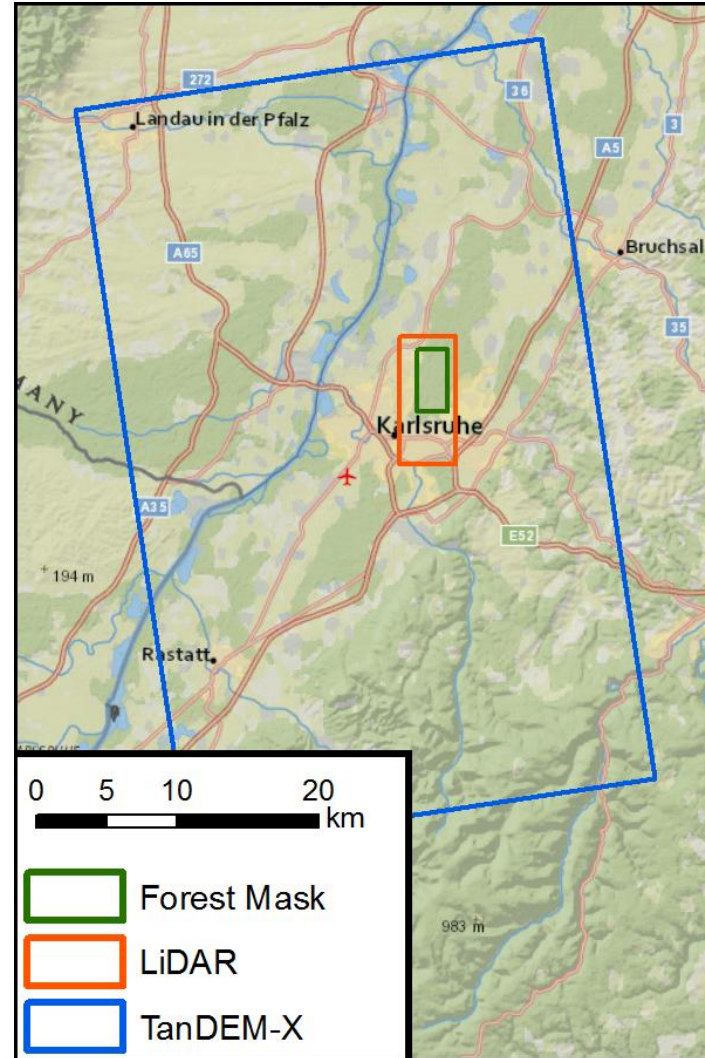
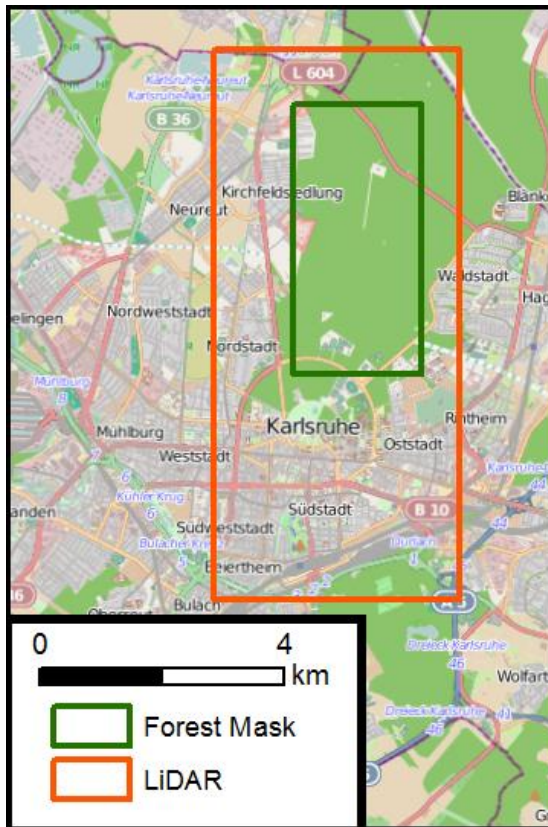


# Testgebiet Karlsruhe

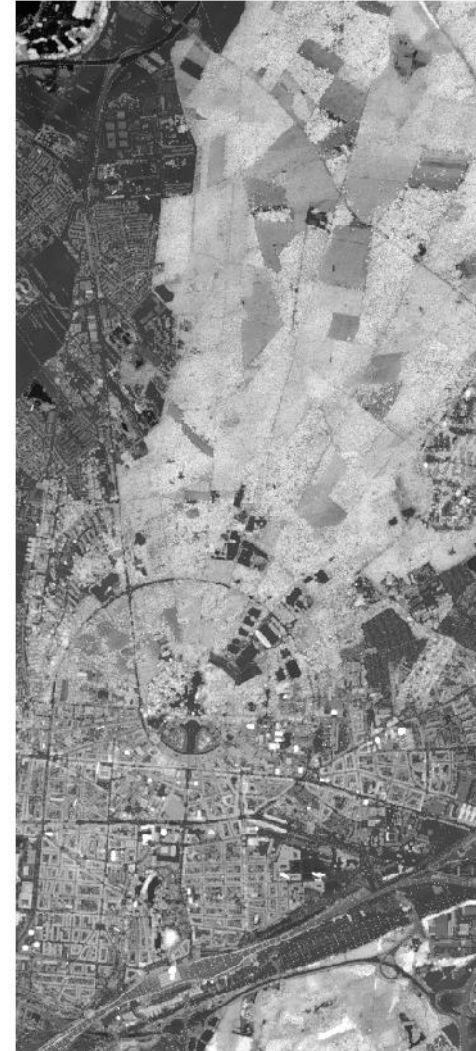
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



- Nördlich vom Stadtgebiet
- flaches Relief
- Hauptbaumarten: Kiefer, Eiche, Buche

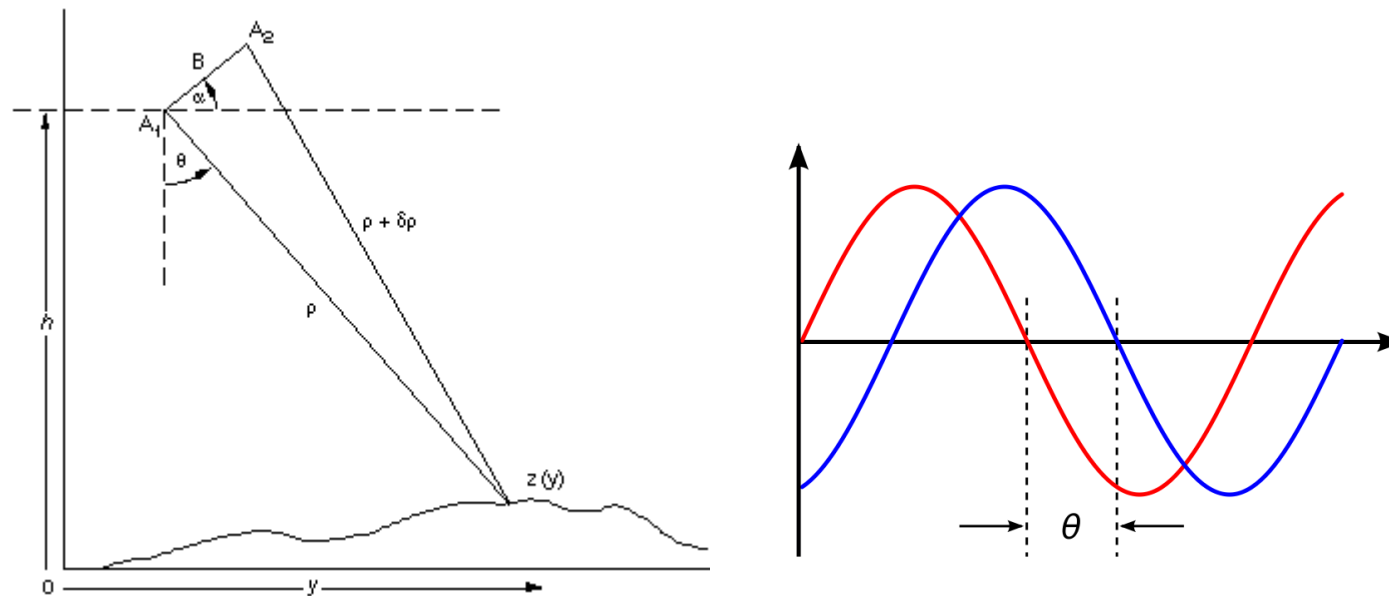


- TanDEM-X
  - Aufnahme Datum 2011-12-17
  - Aufnahme Modus Stripmap (30 x 50 km)  
Bistatic Mode
  - Polarisation HH
  - Auflösung ca. 4 m
- LiDAR First und Last Pulse Daten
  - Befliegung 2009-08
  - 3 x 9 km
    - DEM (Auflösung 5 m)
    - DSM (Auflösung 0,5 & 5 m)
- SRTM (90 m)
- Color Infrared 25 cm
  - Waldmaske



TSX und TDX liefern nicht nur die Rückstreuintensität sondern auch eine Phaseninformation.

Durch die unterschiedlichen Aufnahme Positionen (Baseline = 220.82 m) entsteht eine Phasendifferenz. Diese kann zur Erstellung von digitalen Höhenmodellen verwendet werden.



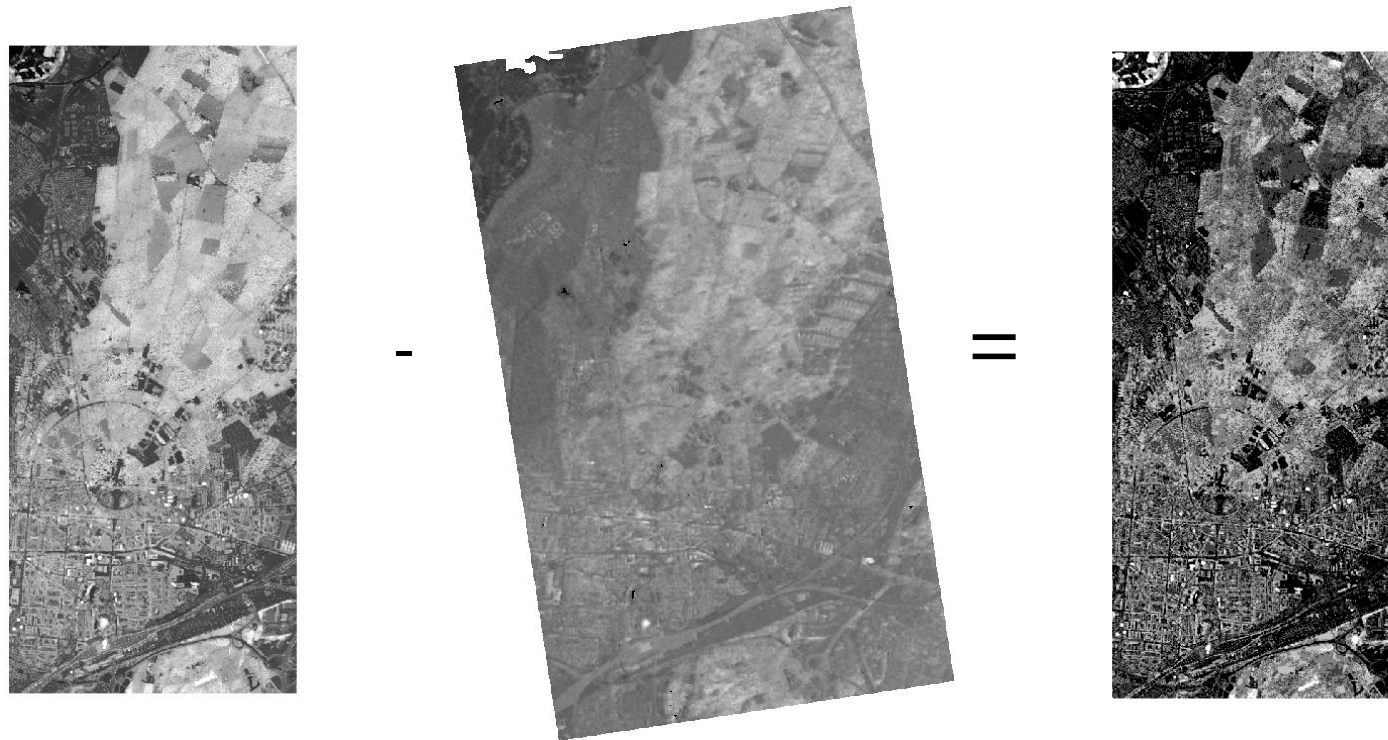
Global Positioning System

1. Baseline Estimation
2. Interferogram Generation with DEM (SRTM)
  - Unterschiedliche Multilooking Optionen
3. Interferogram Filtering
  - Adaptive Filter
  - Boxcar Filter
4. Phase Unwrapping
  - Region Merging
  - Minimal Cost Flow
5. Geocoding

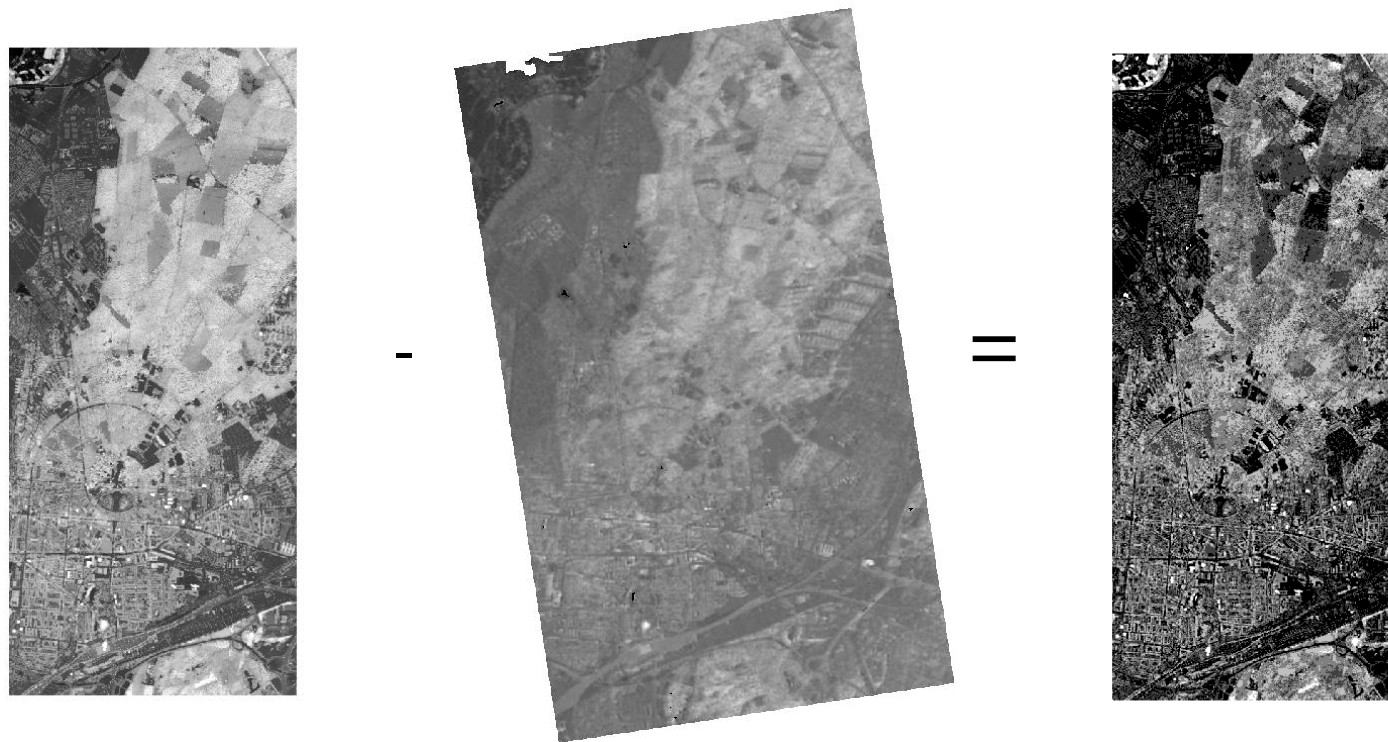




## Subtraktion des TanDEM-X DEM von dem LiDAR DEM.



## Subtraktion des TanDEM-X DEM von dem LiDAR DEM.



# Auswertung

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



UNI  
FREIBURG

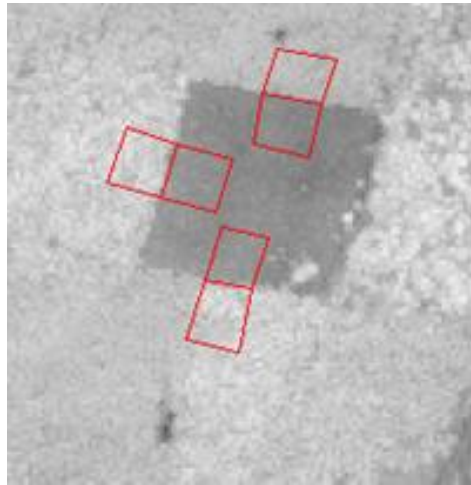




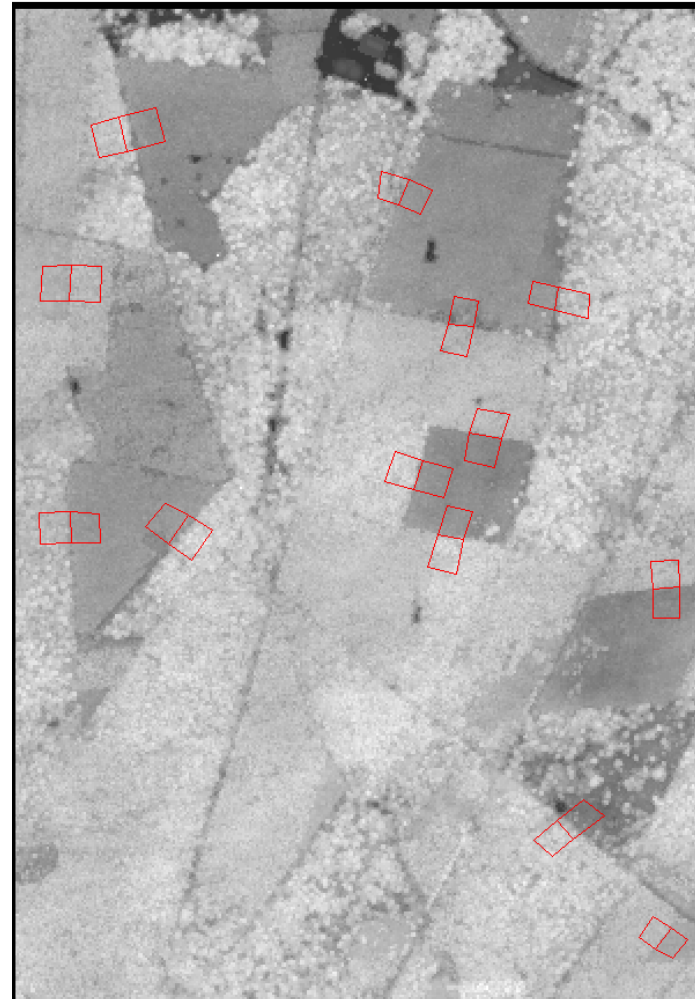
| Methode |        |            | All   |          | Forest Mask |          |
|---------|--------|------------|-------|----------|-------------|----------|
| Looks   | Filter | Unwrapping | Mean  | Std Dev. | Mean        | Std Dev. |
| 1       | AD     | RG         | -1,17 | 7,62     | 0,77        | 6,69     |
| 1       | AD     | MCF        | -1,22 | 7,68     | 1,13        | 6,38     |
| 1       | BO     | RG         | 6,99  | 6,12     | 10,07       | 4,85     |
| 1       | BO     | MCF        | 6,93  | 6,13     | 10,07       | 4,85     |
| 2       | AD     | RG         | 6,32  | 6,25     | 9,42        | 4,83     |
| 2       | AD     | MCF        | 6,3   | 6,27     | 9,42        | 4,83     |
| 2       | BO     | RG         | 8,27  | 6,14     | 11,55       | 4,7      |
| 2       | BO     | MCF        | 8,27  | 6,14     | 11,55       | 4,7      |
| 3       | AD     | RG         | 8,47  | 6,21     | 11,84       | 4,61     |
| 3       | AD     | MCF        | 8,47  | 6,21     | 11,84       | 4,61     |
| 3       | BO     | RG         | 8,87  | 6,16     | 11,93       | 4,61     |
| 4       | AD     | RG         | 8,94  | 6,25     | 12,27       | 4,55     |
| 4       | AD     | MCF        | 8,94  | 6,25     | 12,27       | 4,55     |



1. Delinierung von Bestandes Grenzen mit Höhenunterschieden
2. Berechnung der Differenz der Mittelwerte & Mediane der benachbarten Polygone



LiDAR



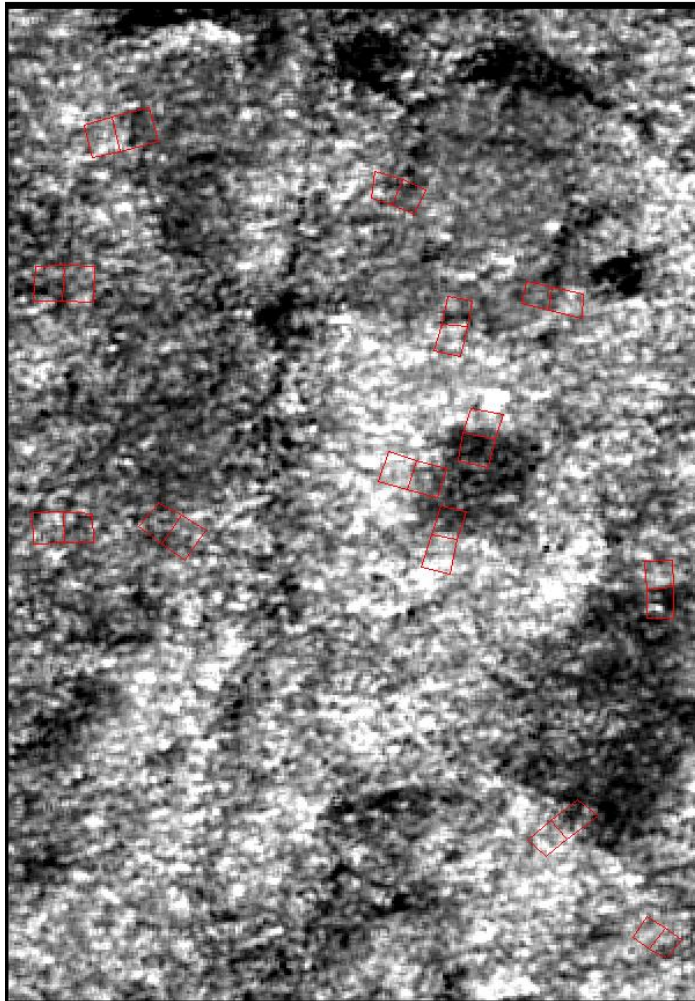
# Eignung für Lückendetektion

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

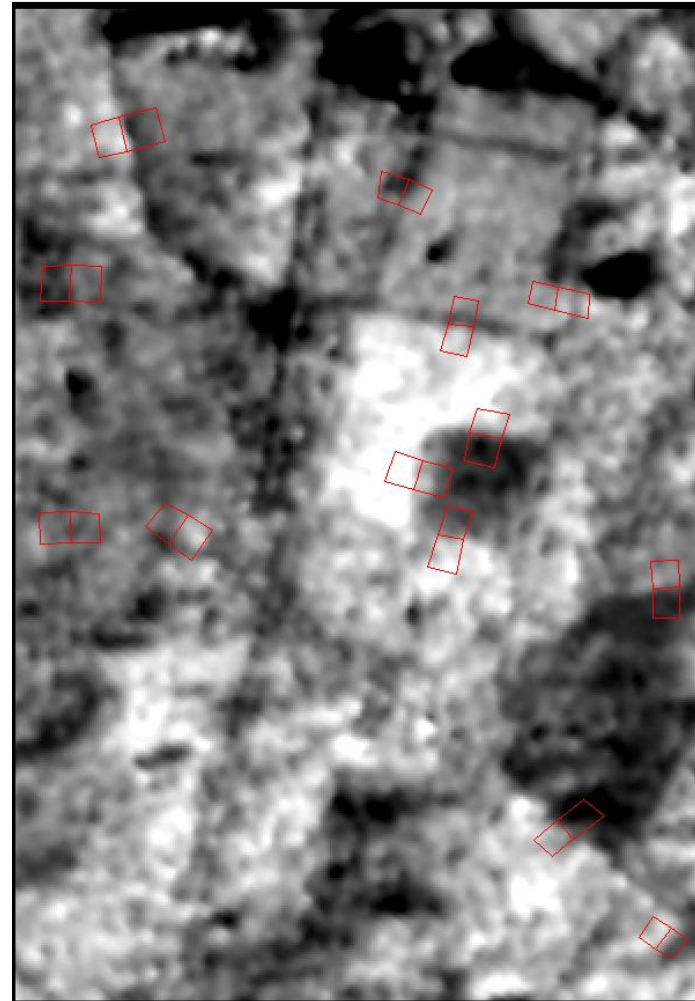


UNI  
FREIBURG

## 1x1 Looks Adaptive Filter



## 3x3 Looks Boxcar Filter



# Eignung für Lückendetektion

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



UNI  
FREIBURG

| Typ            | Median [m] | Mean [m] |
|----------------|------------|----------|
| 33AdMi_fin_dem | 2,6        | 2,5      |
| 33AdRe_fin_dem | 2,6        | 2,5      |
| 11BoRe_fin_dem | 2,6        | 2,6      |
| 44AdMi_fin_dem | 2,6        | 2,5      |
| 44AdRe_fin_dem | 2,6        | 2,5      |
| 11BoMi_fin_dem | 2,6        | 2,6      |
| 22AdMi_fin_dem | 2,6        | 2,6      |
| 22AdRe_fin_dem | 2,6        | 2,6      |
| 22BoMi_fin_dem | 2,7        | 2,6      |
| 22BoRe_fin_dem | 2,7        | 2,6      |
| 33BoRe_fin_dem | 2,8        | 2,6      |
| 11AdMi_fin_dem | 3,0        | 2,9      |
| Lidar          | 3,4        | 7,5      |
| 11AdRe_fin_dem | 4,9        | 2,9      |

Median und Mittelwert  
Unterschied gemittelt  
über alle Polygone



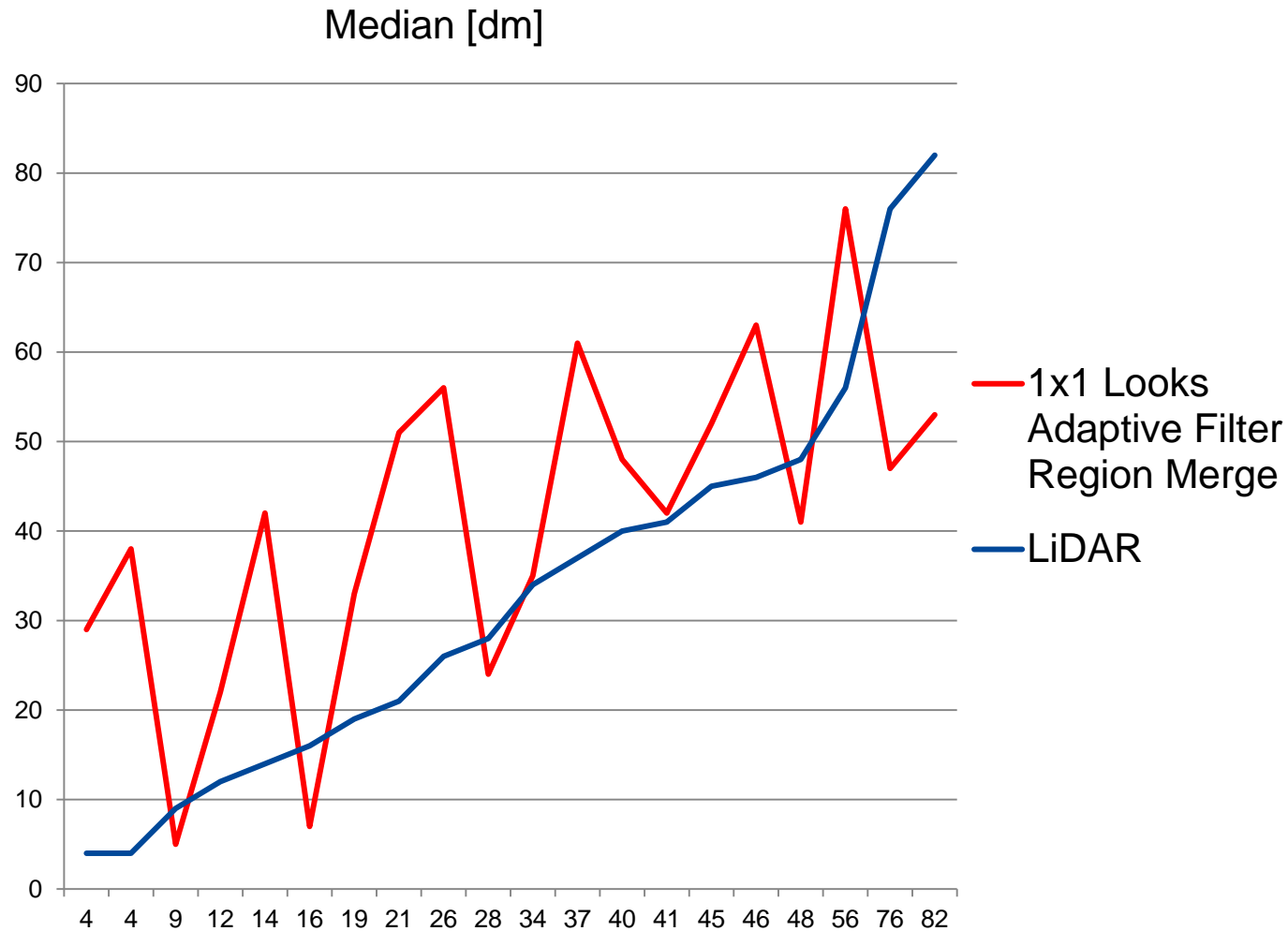


# Eignung für Lückendetektion

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



UNI  
FREIBURG



- Mit wenigen Looks prozessierte DEMS weichen im Mittel am wenigsten von dem LiDAR DEM ab, allerdings haben DEMs mit vielen Looks die geringe Standardabweichung  
→ Verwendung von wenigen Looks um die mittlere Höhe zu bestimmen und mit dieser DEMs mit mehr Looks zu korrigieren
- Um Lücken zu detektieren eignen sich besonders DEMs die mit wenigen Looks prozessiert wurden  
→ desto größer der Höhenunterschied desto genauer
- Mit TanDEM-X berechnete DEMs sind geeignet um Sturmschäden nachzuweisen



- Unterschiedliche Aufnahmezeitpunkte Sommer – Winter, 2 Jahre zwischen LiDAR Befliegung und TanDEM-X Aufnahme
- Unterschied in der Auflösung (25 cm bei LiDAR mit 5 m bei TanDEM-X DEM)



- Change Detection TanDEM-X DSM zu TanDEM-X DEM
- Verwendung von anderen Aufnahme Modi (HR mit 1 m Auflösung)
- Automatische Lückendetektion in TanDEM-X DEM
- Auswertung nach Bestandestypen (Baumarten, Alter)
- Gemeinsame Auswertung TanDEM-X Rückstreuung & DEM