



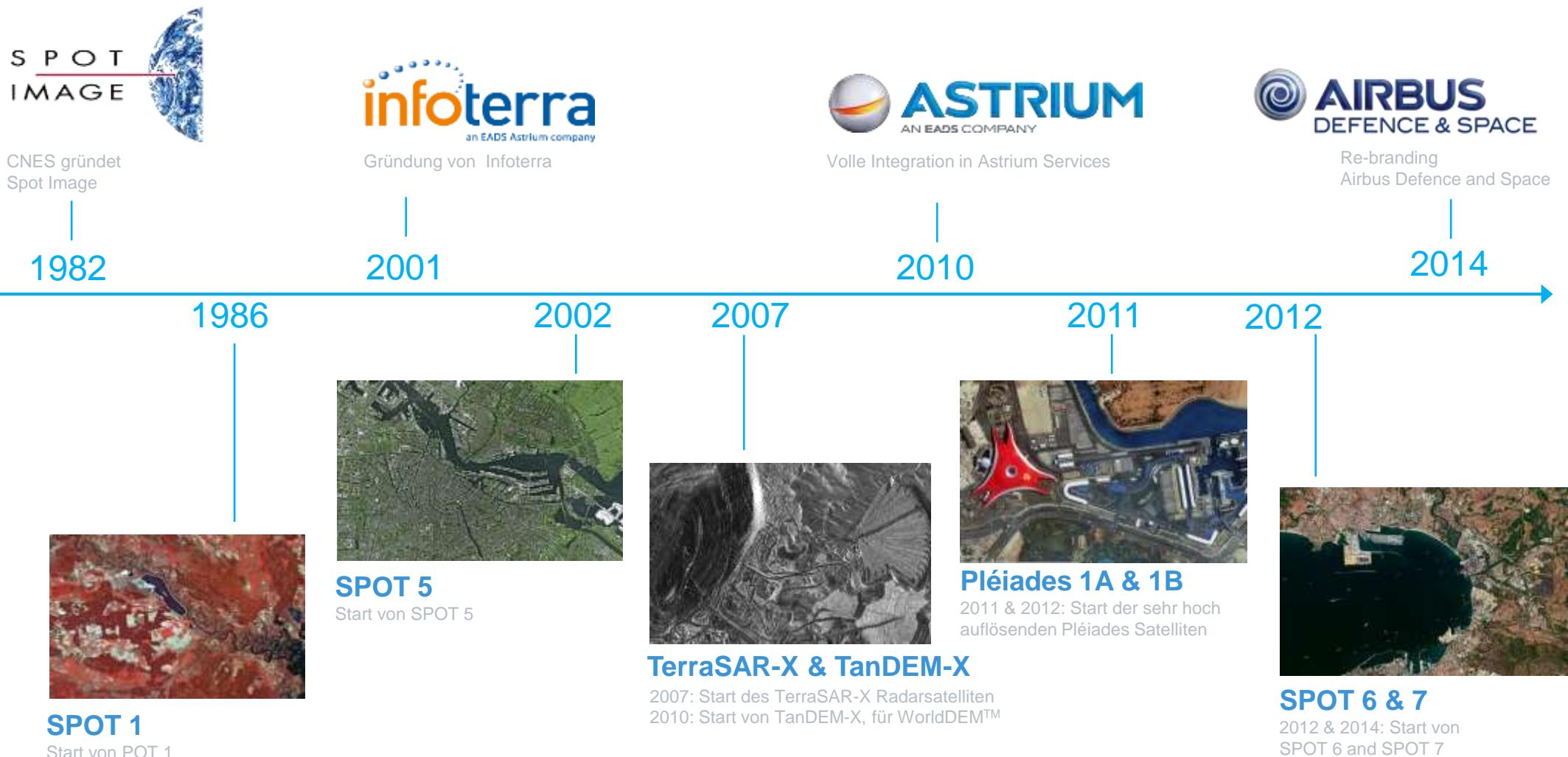
Airbus Defence and Space
Friedrichshafen

High-Tech?
Optimierung des Waldbaus mit Hilfe
neuer Fernerkundungstechnologien

Überblick

- Airbus DS GmbH
- Wichtigste Radarfrequenzen und ihre Anwendungsgebiete
- SAR-Interferometrie für die dreidimensionale globale bis lokale Erfassung von Waldbeständen
- Ausblick

Firmenentwicklung



Satellitenflotte

Einzigartiger Zugang zu eigenen und Partnersatelliten,
gebaut von Airbus DS



TerraSAR-X
Next Generation

FORMOSAT-2
The flag of Taiwan, featuring a blue field with a white sun-like symbol in the center.

SPOT 5
The flag of France, consisting of three horizontal stripes of blue, white, and red.



Pléiades 1A
The flag of France, consisting of three horizontal stripes of blue, white, and red.

Pléiades 1B
The flag of France, consisting of three horizontal stripes of blue, white, and red.



PAZ
The flag of Spain, consisting of three horizontal stripes of red, yellow, and blue.



SPOT 6
The flag of France, consisting of three horizontal stripes of blue, white, and red.

SPOT 7
The flag of France, consisting of three horizontal stripes of blue, white, and red.



TerraSAR-X
TanDEM-X



DEIMOS-1/DMC



RADAR Frequenzen

This document and its content is the property of Astrium [Ltd/SAS/GmbH] and is strictly confidential. It shall not be communicated to any third party without the written consent of Astrium [Ltd/SAS/GmbH].

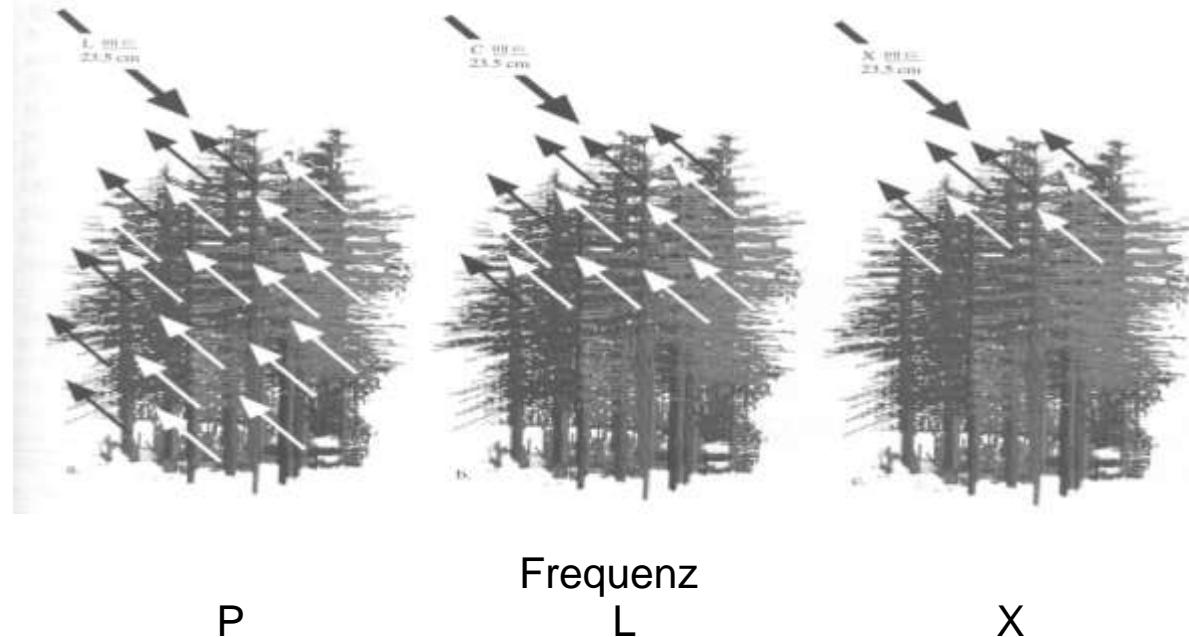
Band	Wavelength [cm]	Frequency [GHz]	
P	30 - 100	0.3 - 1	Biomass
L	15 - 30	1 - 2	ALOS-2
S	7.5 - 15	2 - 4	
C	3.75 – 7.5	4 – 8	Sentinel-1
X	2.5 – 3.75	8 – 12	TerraSAR-X
Ku	1.67 – 2.5	12 – 18	
K	1.11 – 1.67	18 – 27	
Ka	0.75 – 1.11	27 - 40	

Remember: $\lambda = c/f$ and $f = c/\lambda$

Rückstreuung bei unterschiedlichen Radar-Frequenzen

- Mit zunehmender Biomasse wächst die Signalstärke bis zur Sättigung nahezu linear an
 - C & X-BandFrequenzen werden von der Oberflächenstreuung dominiert
 - L-Band-Sättigung bei ~ 100 t / ha
 - P-Band-Sättigung bei ~ 200 t / ha

(Jensen, 2000; Dobson et al., 1992)

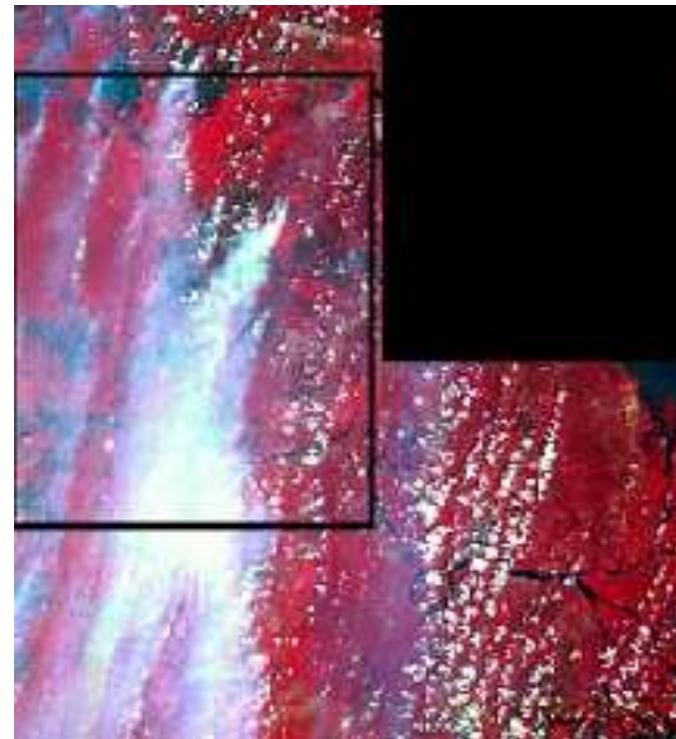


P

Frequenz
L

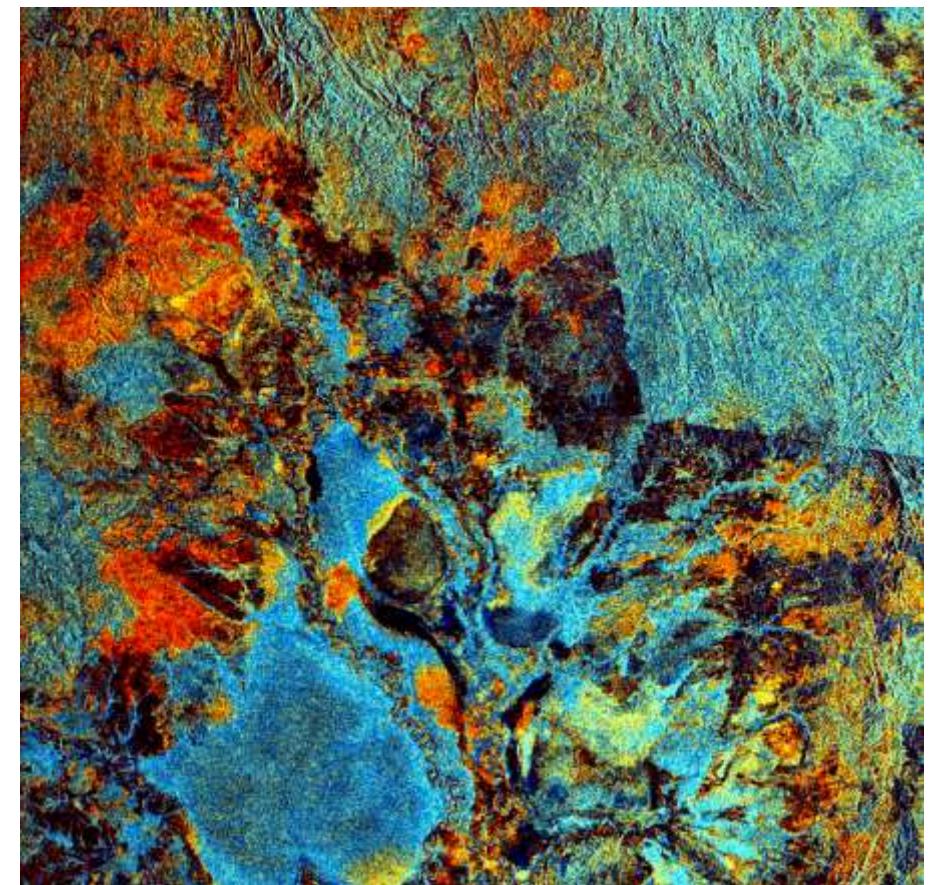
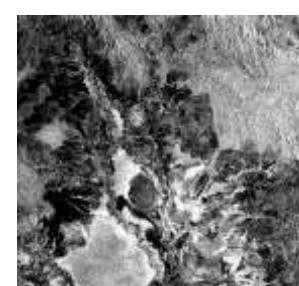
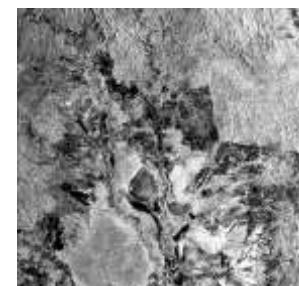
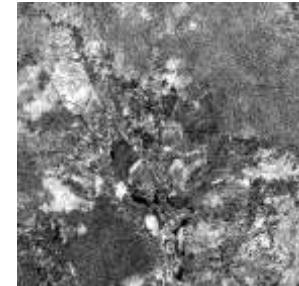
X

Theoretisches Rückstreuverhalten eines Kiefernbestands bei X-, C- und L-Bandfrequenzen: je kürzer die Wellenlänge, desto größer wird der Anteil der Oberflächenstreuung (aus: Jensen, 2000; S. 315)



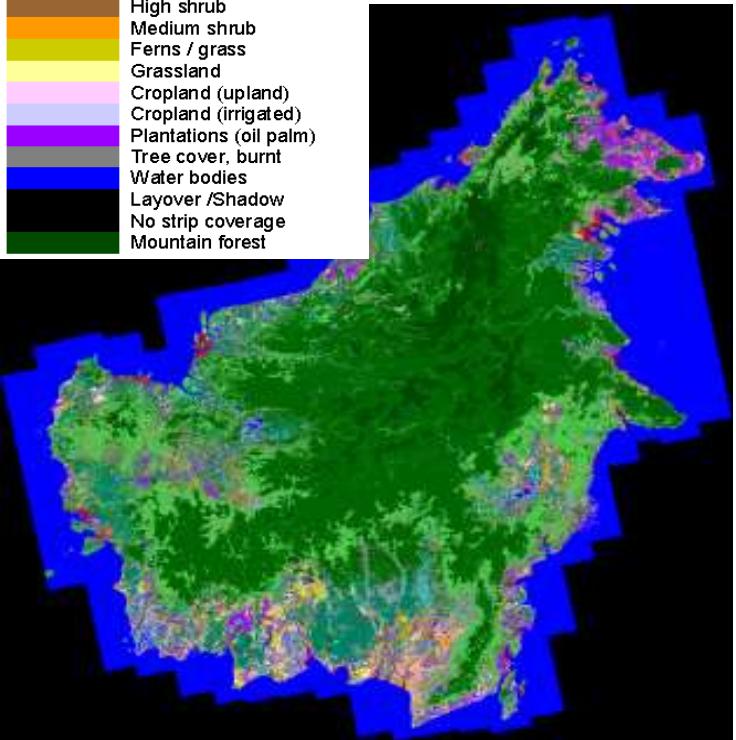
SPOT Vegetation
Image

Zeitserien aus ERS-2 Daten 1997 - 98



Orange Gebiete: Brandflächen

© RSS GmbH



2007



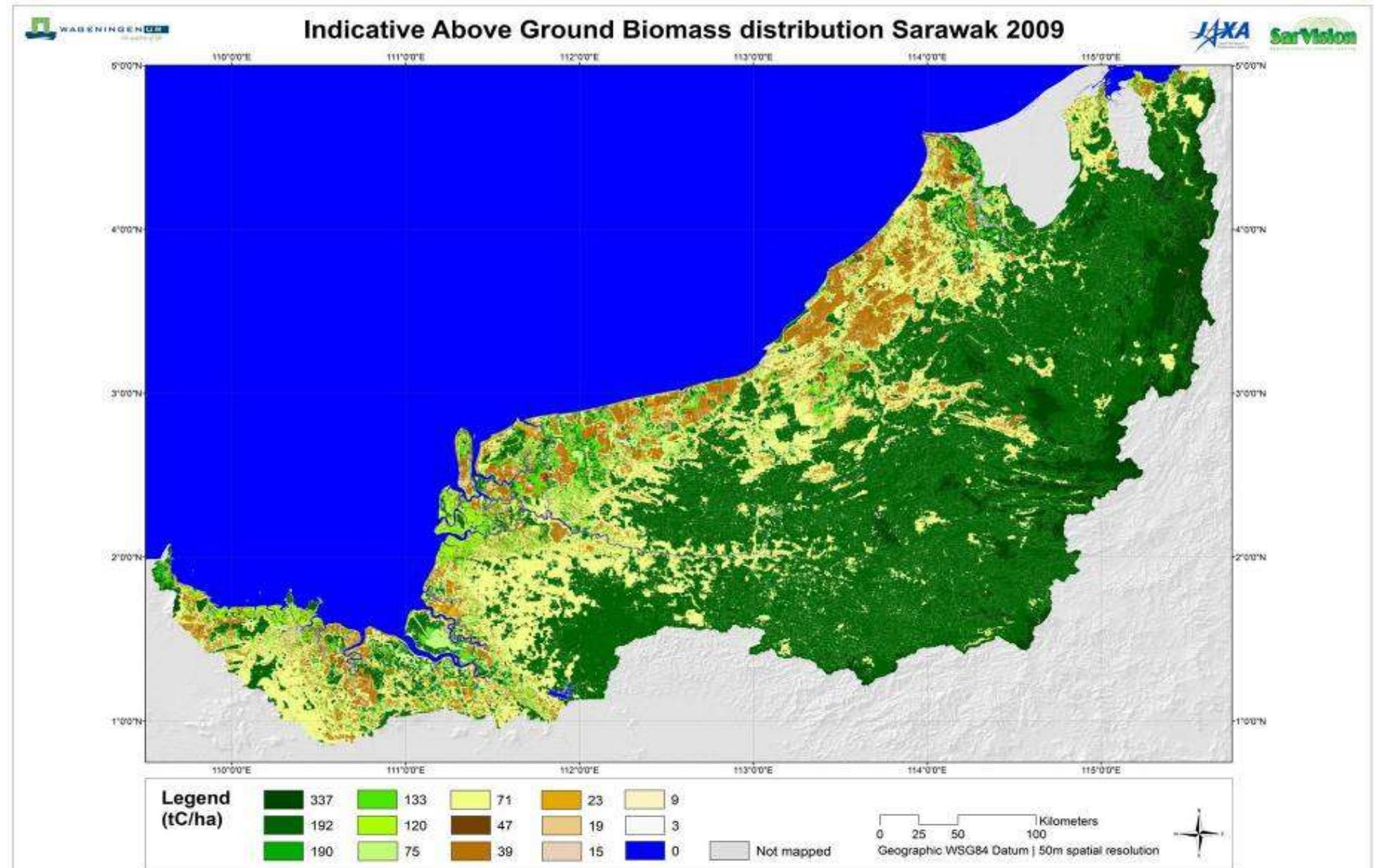
2008



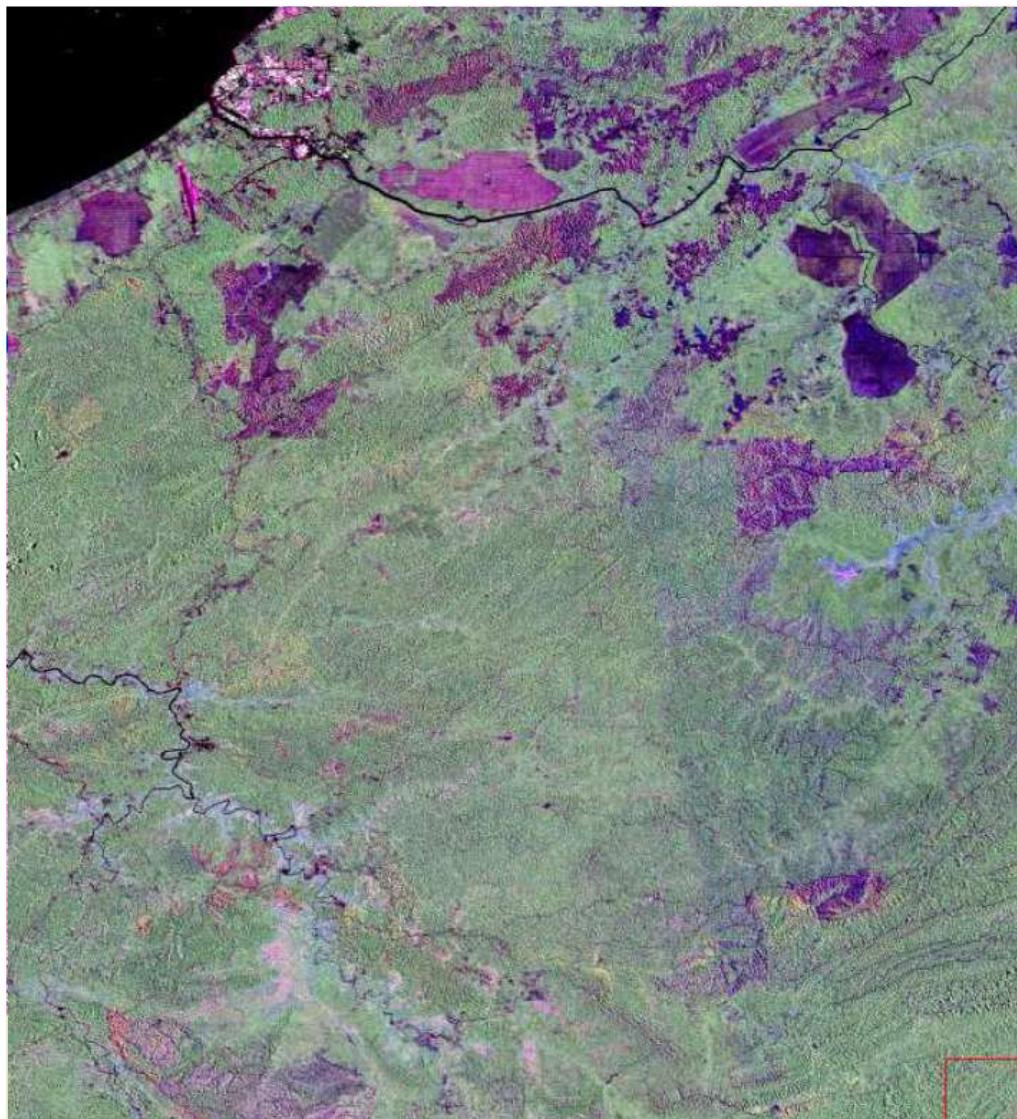
2009

Figure 3. After careful calibration and intercalibration of the 2007, 2008 and 2009 data sets and straightforward application of the statistics associated with the legend developed for the Borneo 2007 map, corresponding 50 m resolution maps for the years 2008 and 2009 have been produced. Input PALSAR data courtesy: ALOS K&C © JAXA/METI.

Consistent time series applications: Biomass monitoring



C-Band / L-Band combinations



www.geo-fct.org

PALSAR 2009
FBS-HH FBD-HH
FBD-HV

Sarawak, Borneo,
Indonesia

K&C result: FBS/FBD
pair reveals many land
cover classes



Source: Dirk Hoekmann, Univ. Wageningen @ GEO-FCT Science Meeting, Feb. 2012, Arusha

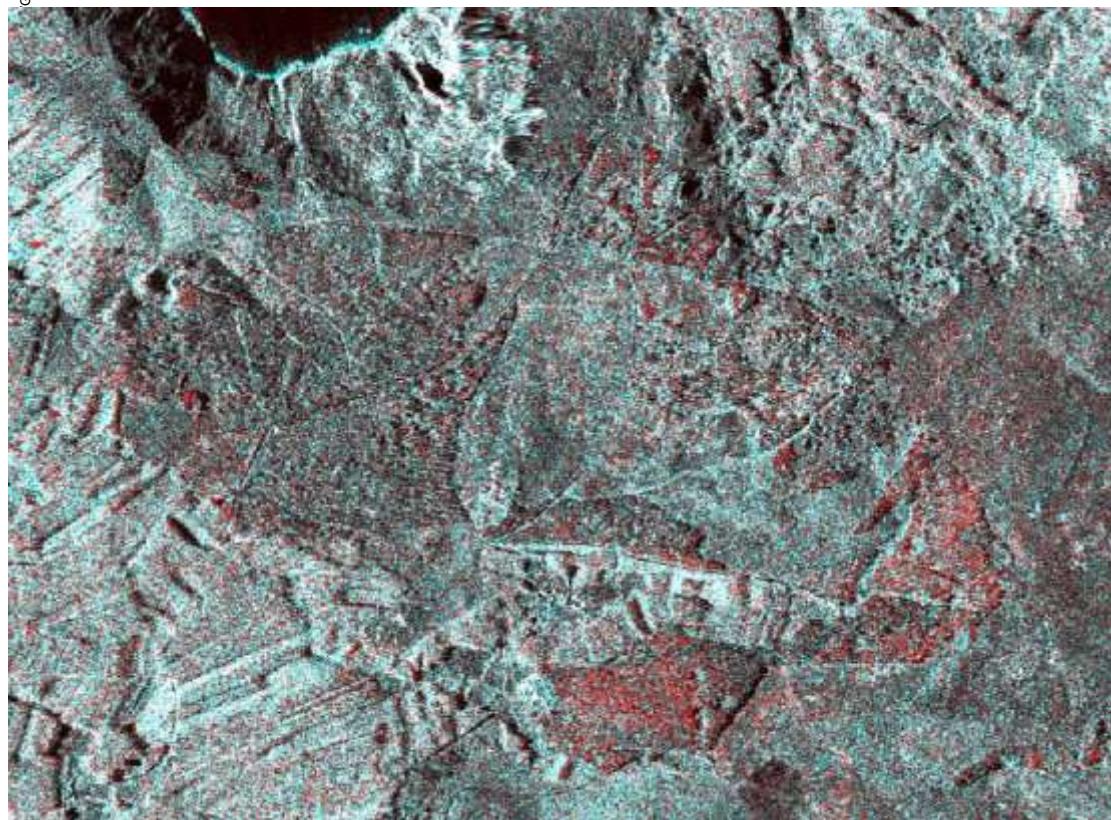
X-Band SAR

TerraSAR-Aufnahmen für bestandesweise
Kartierungs- und Beobachtungsaufgaben

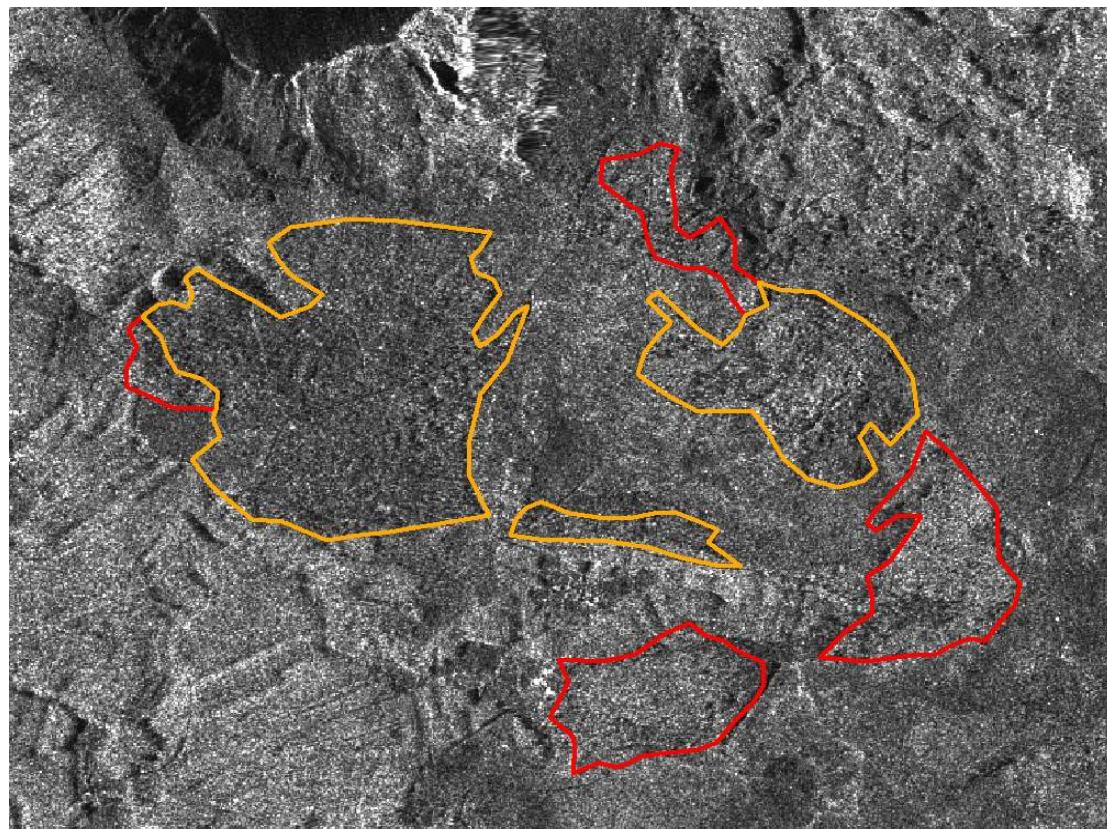
Der Bodensee im Radar-Bild



Sturmschäden in Nordspanien

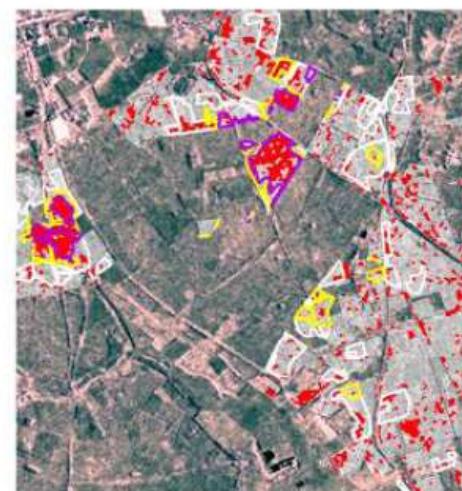
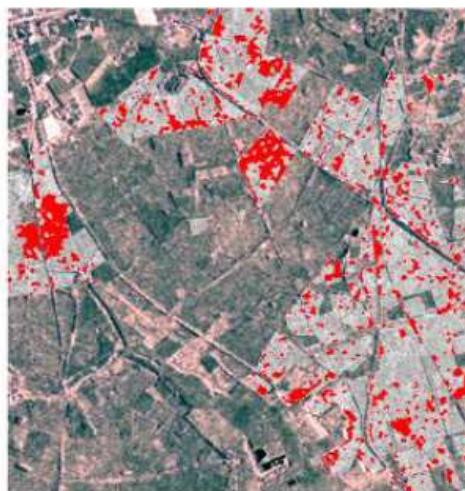
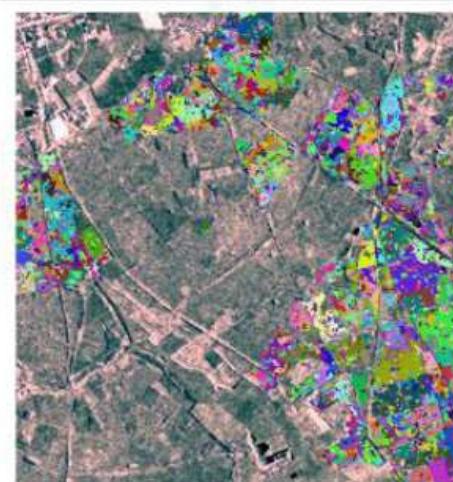


RGB-Farbkomposite: Rot: Feb 2009, Grün & Blau: Nov 2008



Februar 2009: Rot: stark geschädigte Bestände
Orange: Einzelbruch-Schäden

Insektenkalamitäten – Fraßschäden durch Diprion Pini

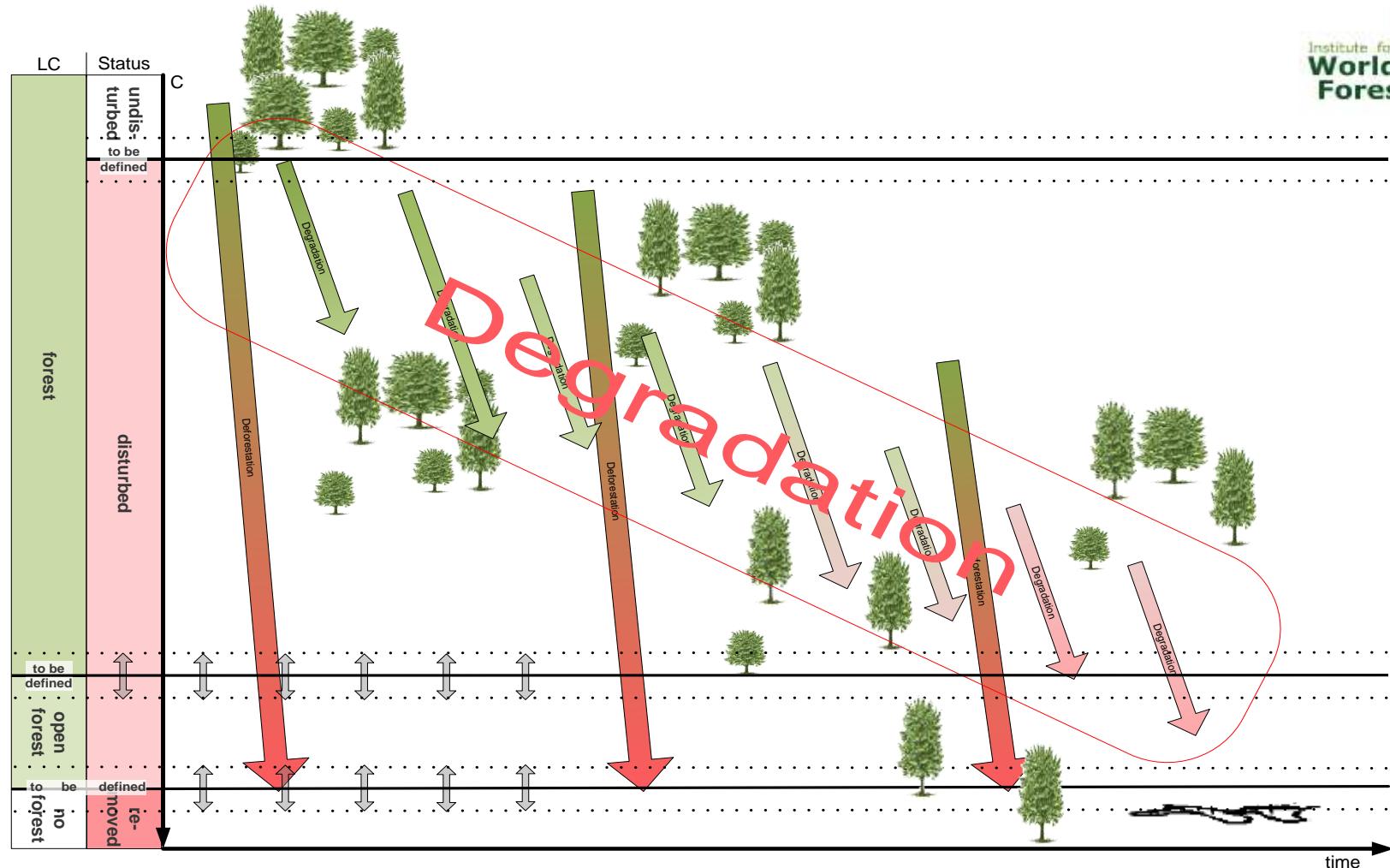


4. TerraSAR-X Science Team Meeting
14 – 16 February 2011
DLR - Oberpfaffenhofen



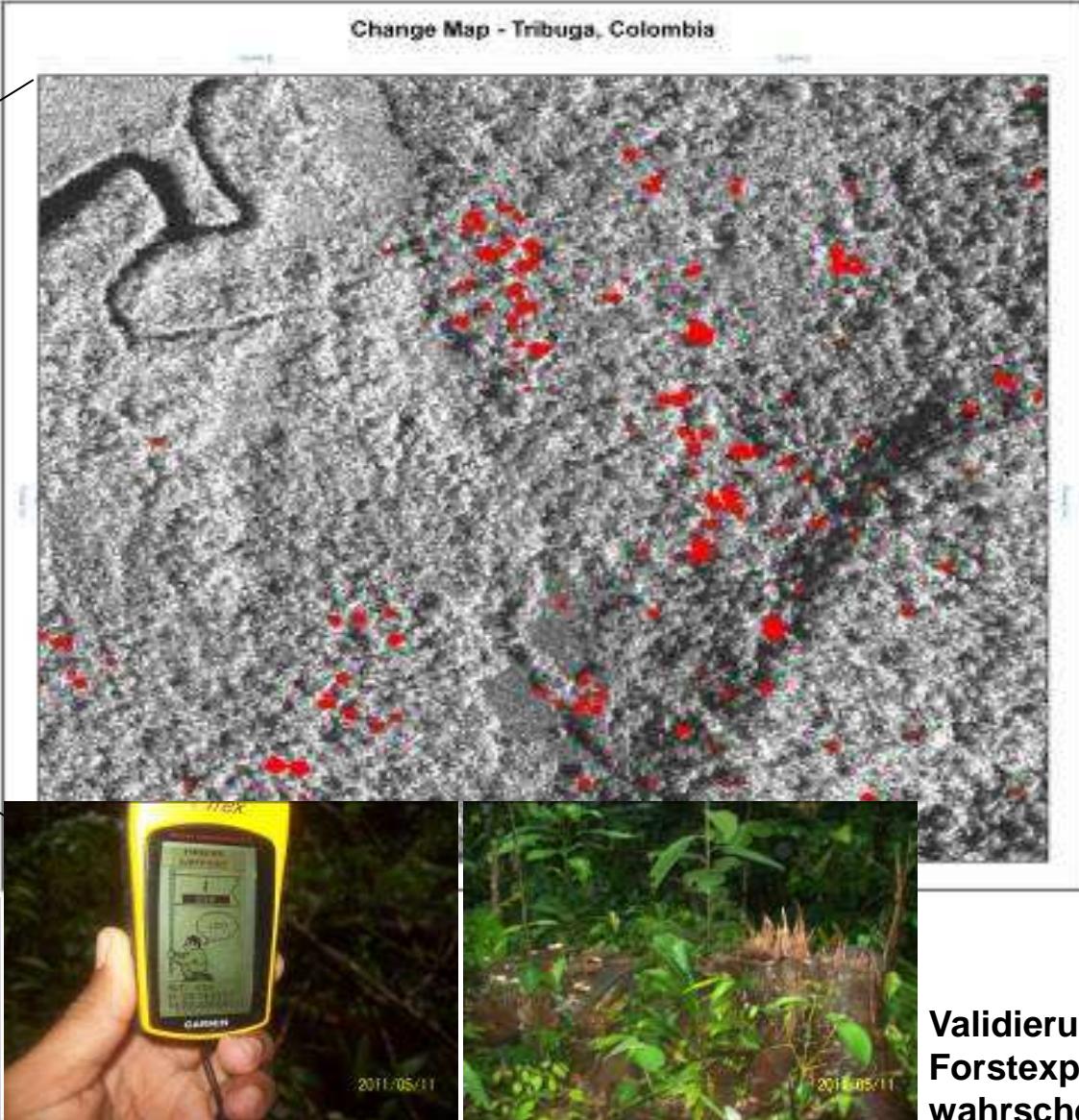
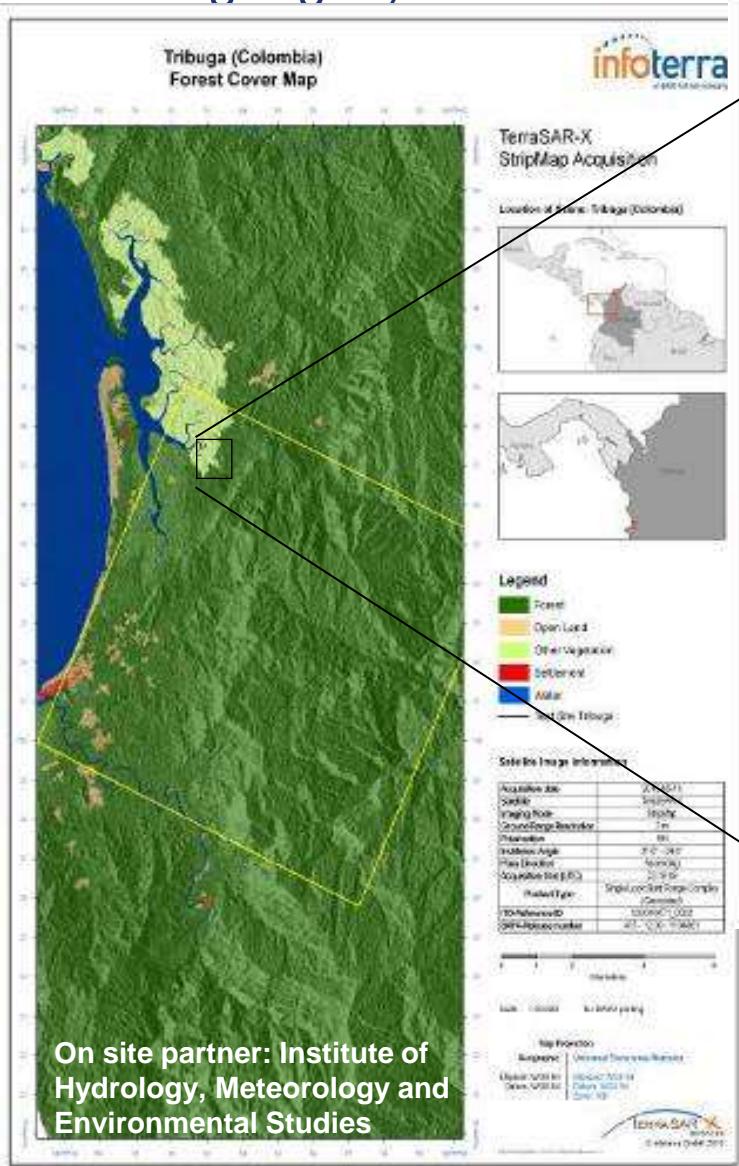
**Klaus Martin,
Ndt. Forstl. Versuchsanstalt**

Degradation von Wäldern – wo zieht man die Grenze?

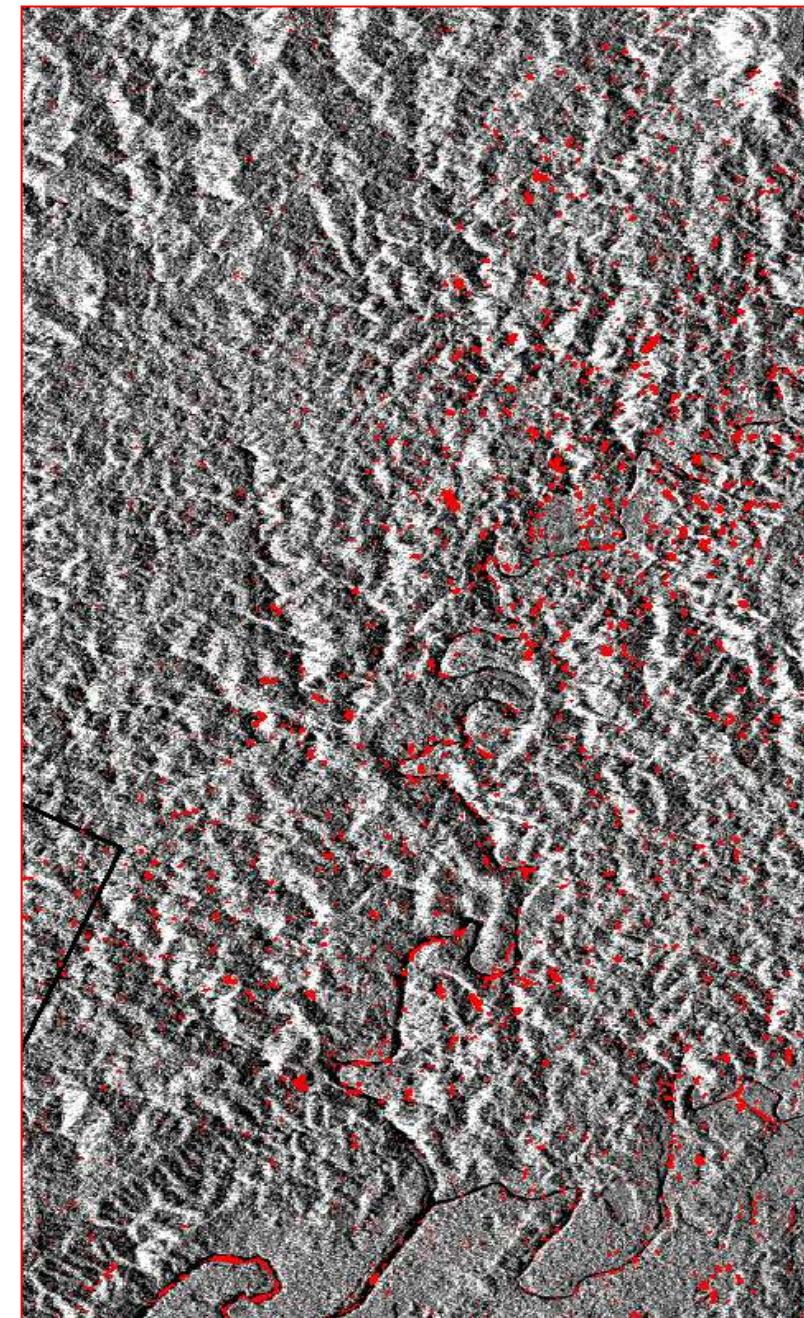
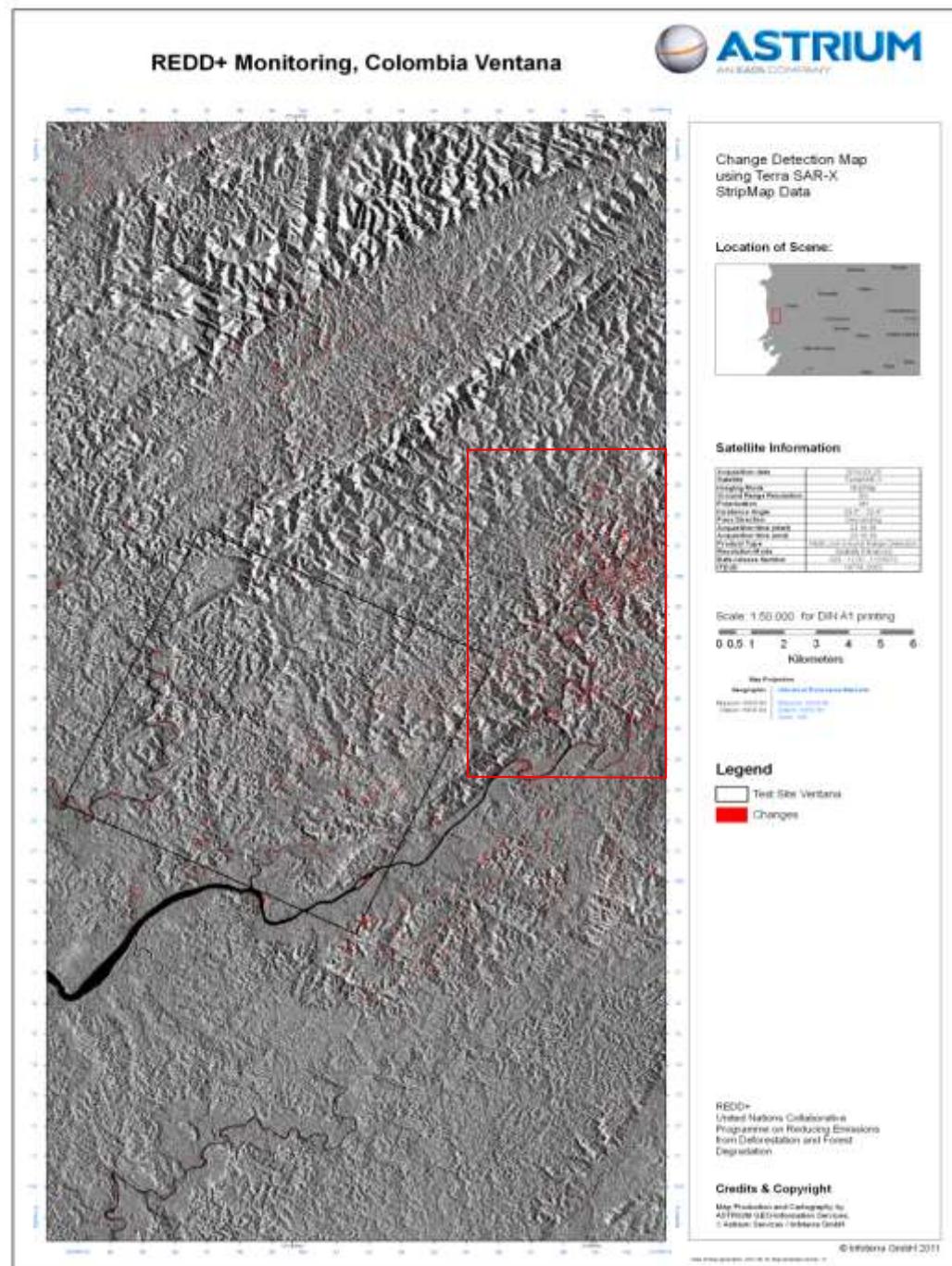


Erfassung von Degradationsprozessen (einzelbaumweise Erfassung von Abgängen)

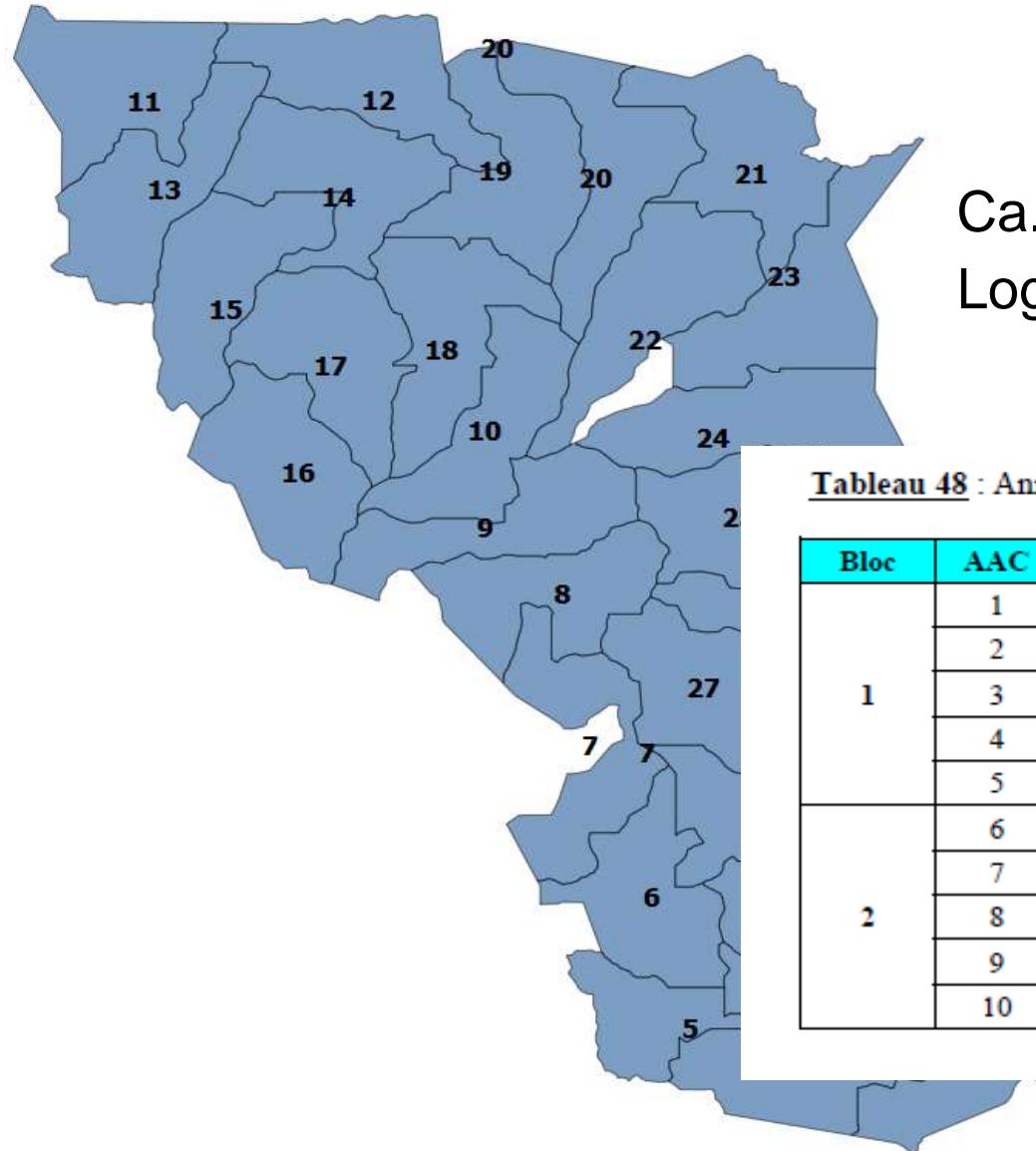
This document and its content is the property of Astrium [Ltd/SAS/GmbH] and is strictly confidential. It shall not be communicated to any third party without the written consent of Astrium [Ltd/SAS/GmbH].



Beobachtung der Walddegradation in den Tropen



Bestätigung der Ergebnisse in Kamerun

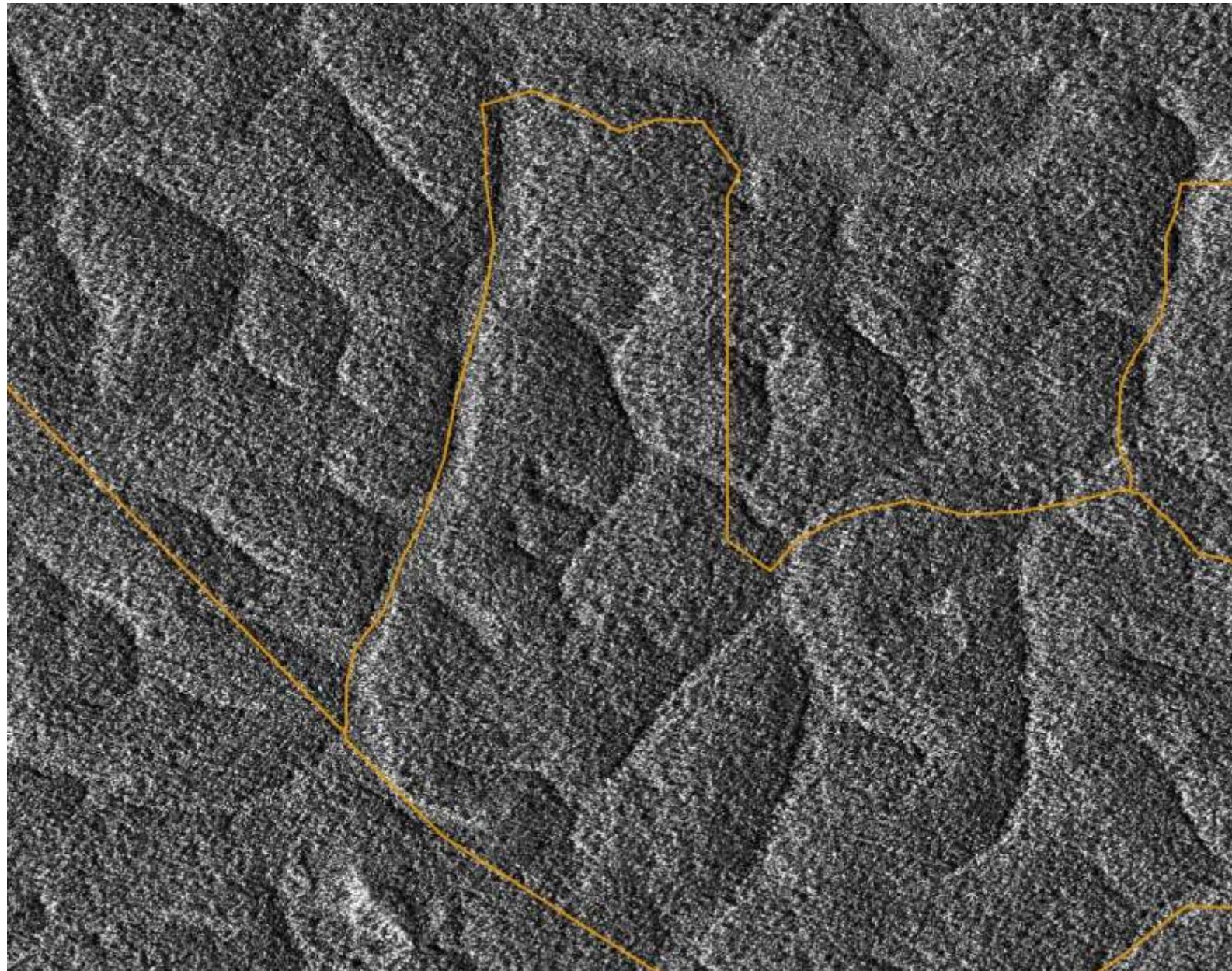


Ca. 425 trees/ha BHD>10cm
Logging: 5 to 6 tree / ha

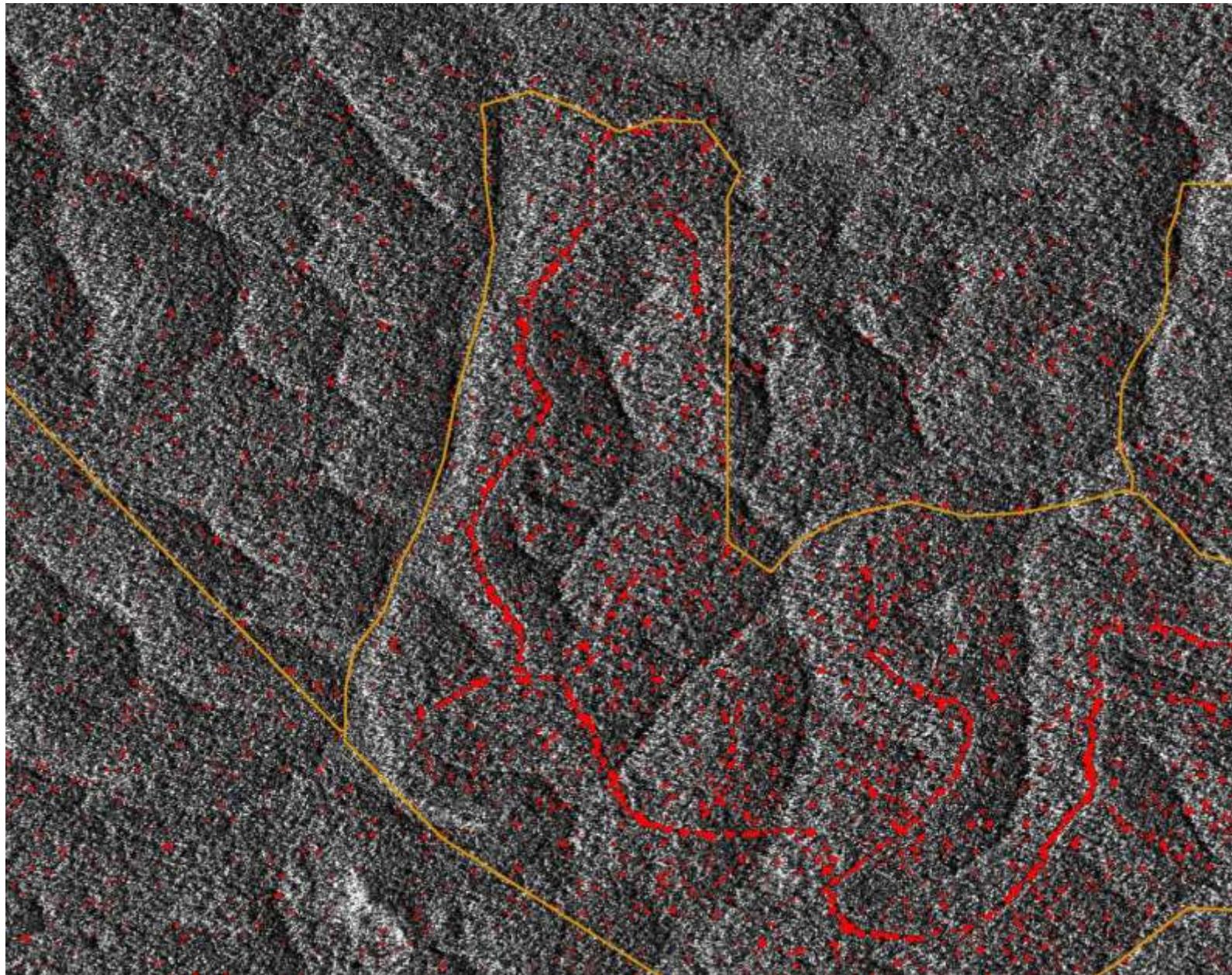
Tableau 48 : Année de passage en exploitation dans les blocs quinquennaux et dans les AAC.

Bloc	AAC	Année	Bloc	AAC	Année	Bloc	AAC	Année
1	1	2005	3	11	2015	5	21	2025
	2	2006		12	2016		22	2026
	3	2007		13	2017		23	2027
	4	2008		14	2018		24	2028
	5	2009		15	2019		25	2029
2	6	2010	4	16	2020	6	26	2030
	7	2011		17	2021		27	2031
	8	2012		18	2022		28	2032
	9	2013		19	2023		29	2033
	10	2014		20	2024		30	2034

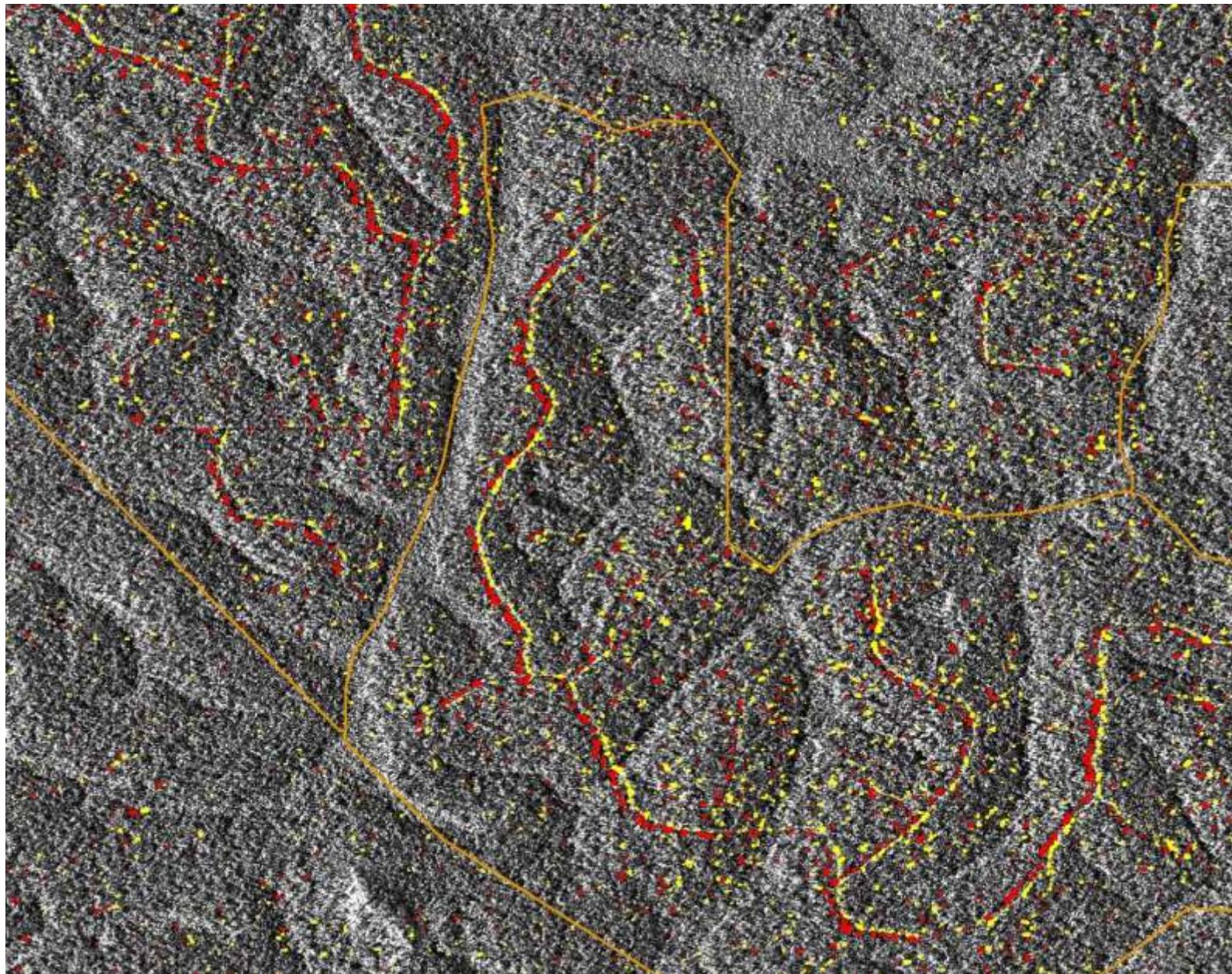
Kamerun: 2010-02-19



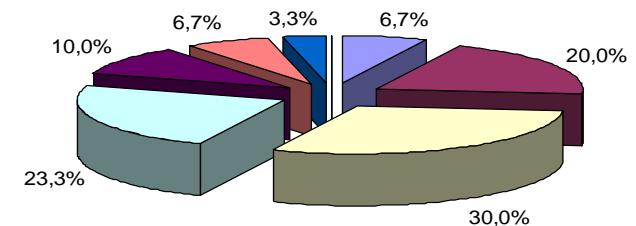
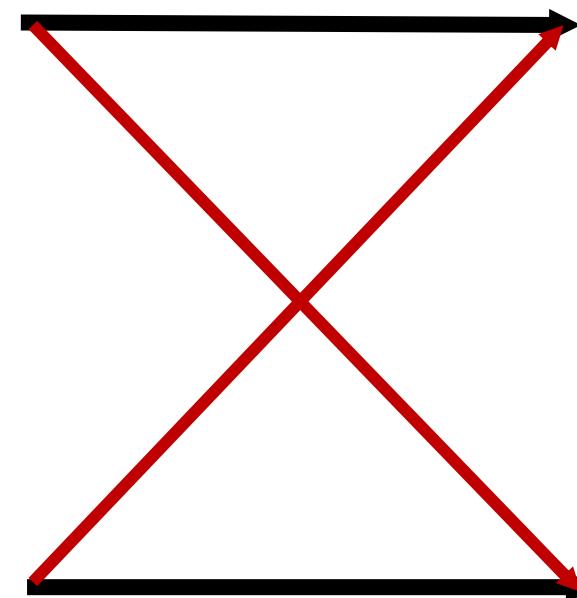
Kamerun: 2011-11-30

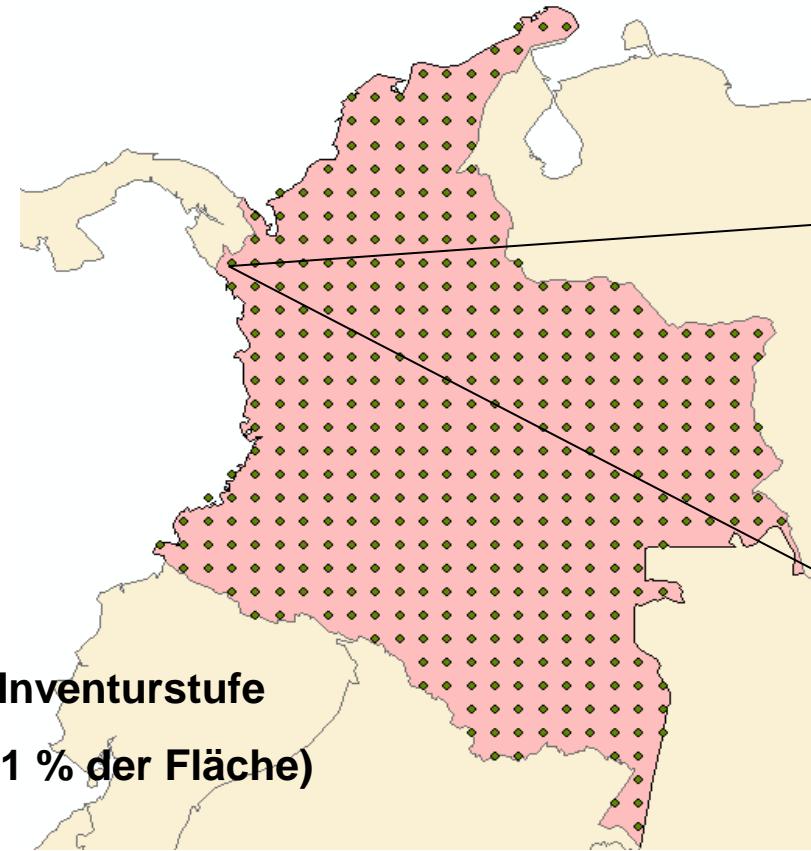


Kamerun: 2012-10-03



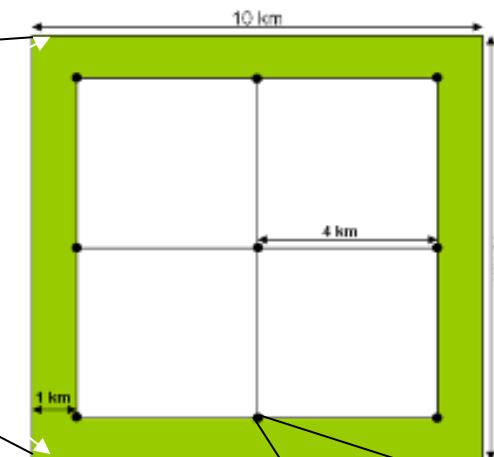
Empfehlung: Kombinierte Inventurverfahren



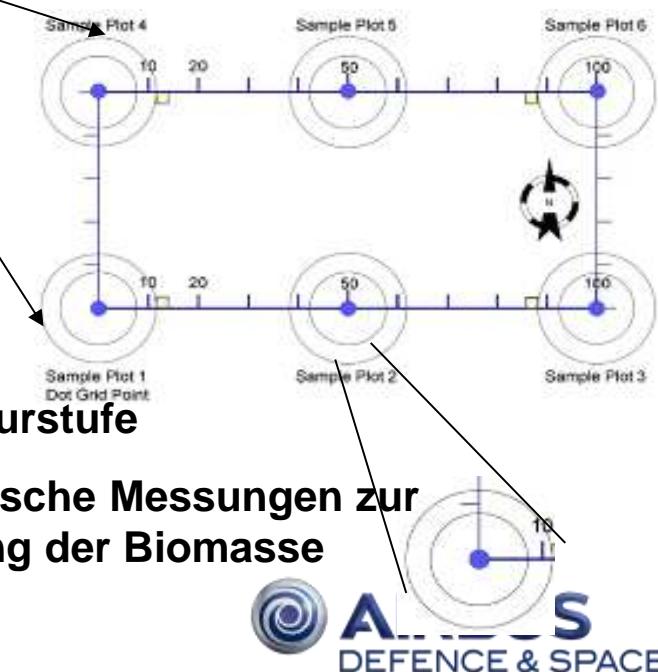


Vorschlag für ein mehrstufiges Forstinventurkonzept am Beispiel Kolumbiens

Startpunkt: Flächendeckende Waldkartierung als Basis für eine Stratifizierung



3. Inventurstufe Terrestrische Stichprobenkreise



4. Inventurstufe allometrische Messungen zur Herleitung der Biomasse



sfm
23 consultants

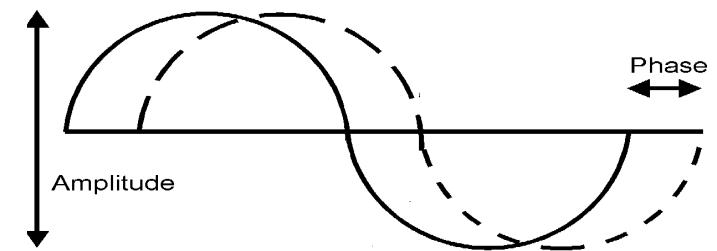
A
DEFENCE & SPACE

SAR Interferometry

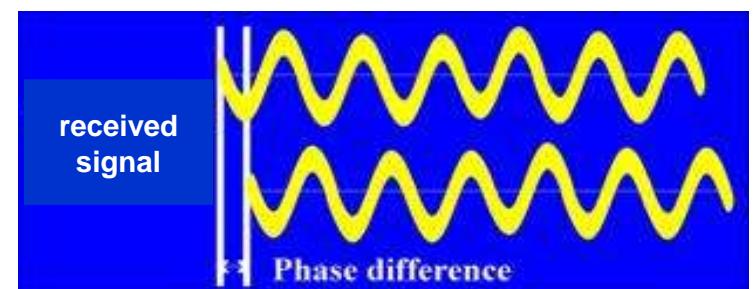
SAR Interferometry: Nutzung der RADAR-Phaseninformation

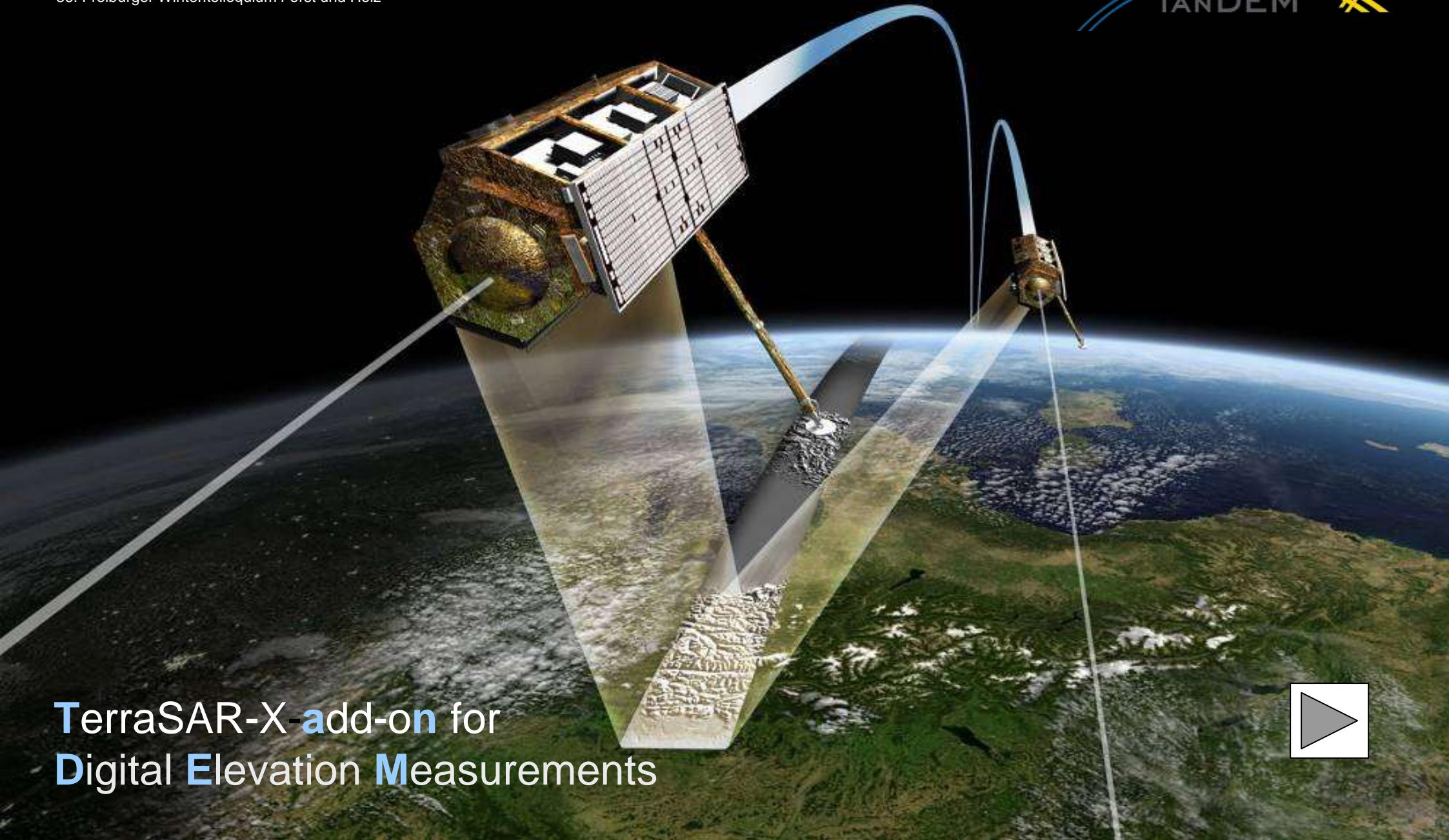
- SAR Systeme speichern beides: die **Amplitude** und die **Phase** um Bilder und 3-dimensionale Messungen zu erzielen.
- **Amplitude:** misst die Signalstärke → wird genutzt um RADAR "Bilder" zu erzeugen
- **Phase:** Ermöglicht die Erkennung von 3-dimensionalen Oberflächenstrukturen → dabei wird die Phasendifferenz zwischen zwei Aufnahmen genutzt

EM Wave Phase



Phase Difference

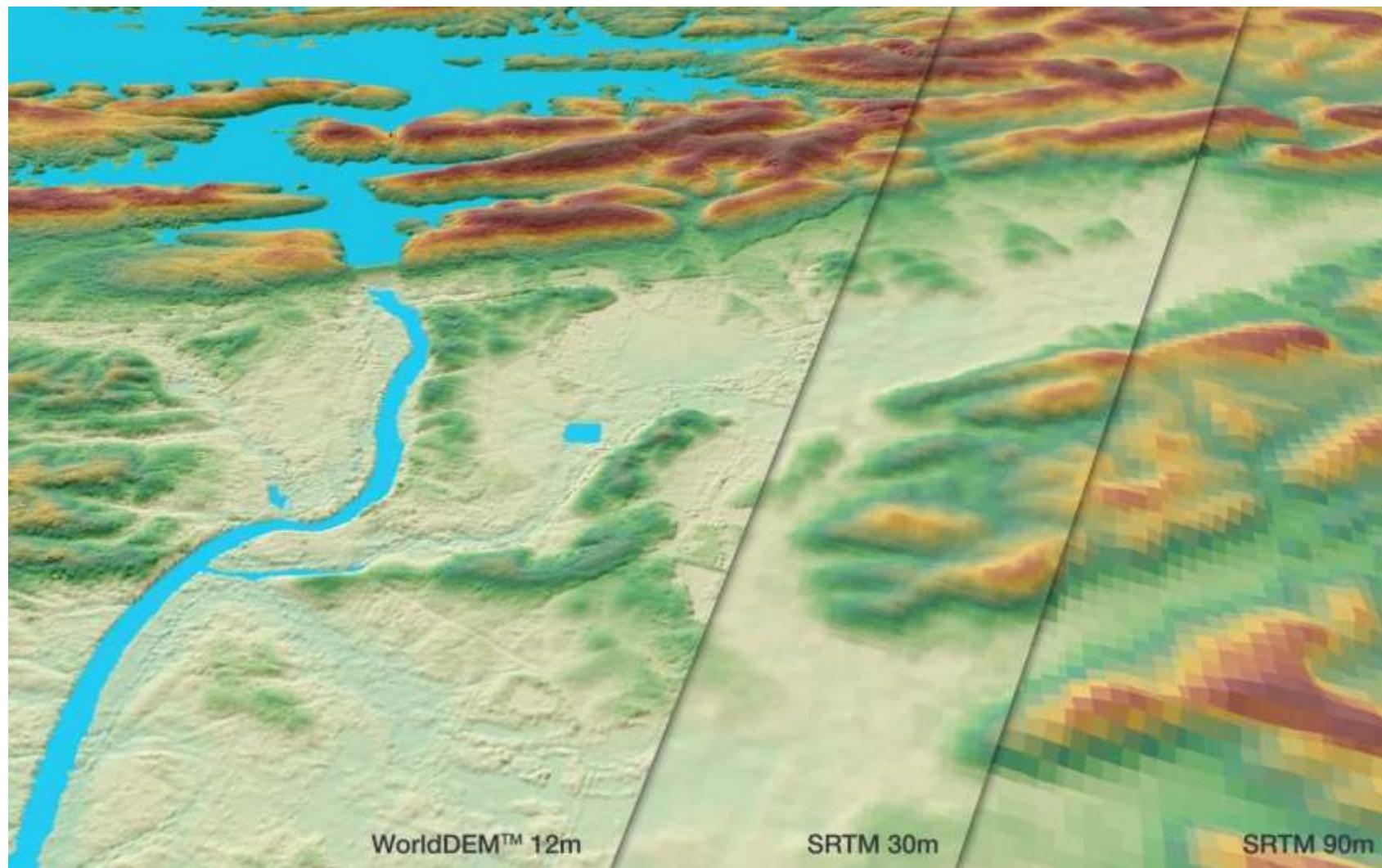




TerraSAR-X **add-on** for
Digital **Elevation Measurements**



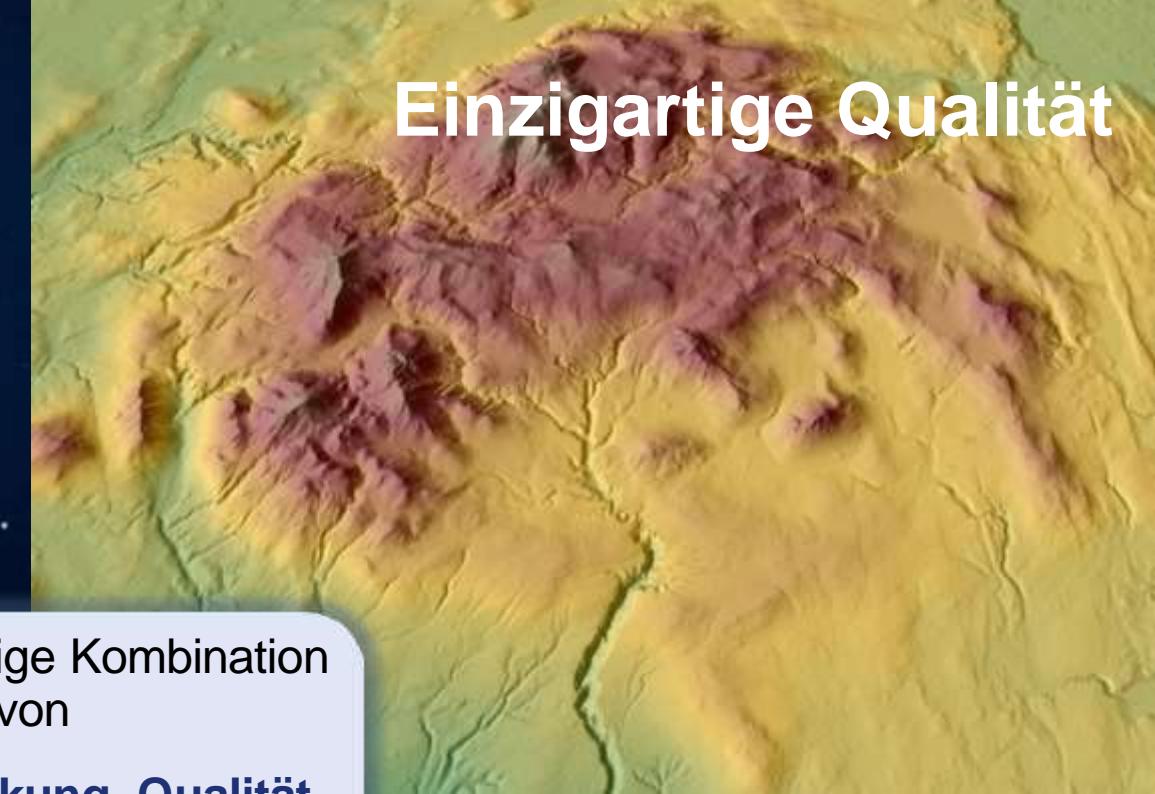
WorldDEM™ - The New Standard of Global DEMs



Standardisiert, global



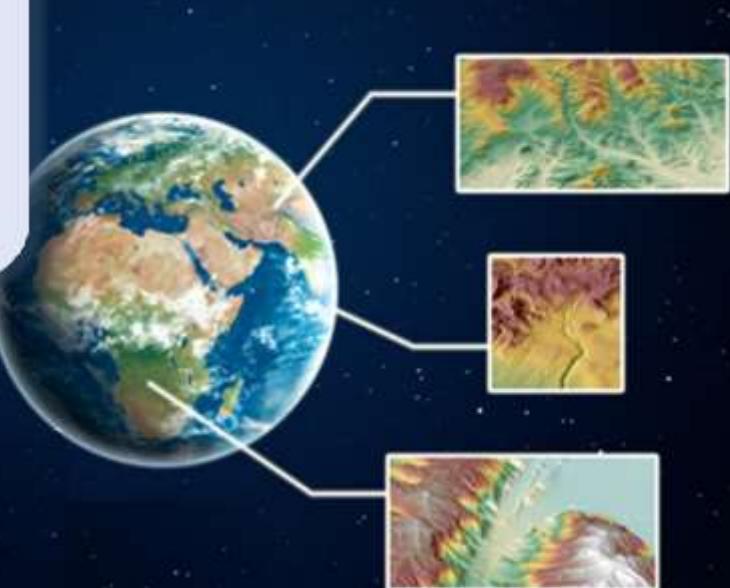
Einzigartige Qualität



Die einzigartige Kombination
von

**Flächendeckung, Qualität,
Auflösung und
Verfügbarkeit**

setzt den neuen Standard
für globale Höhenmodelle

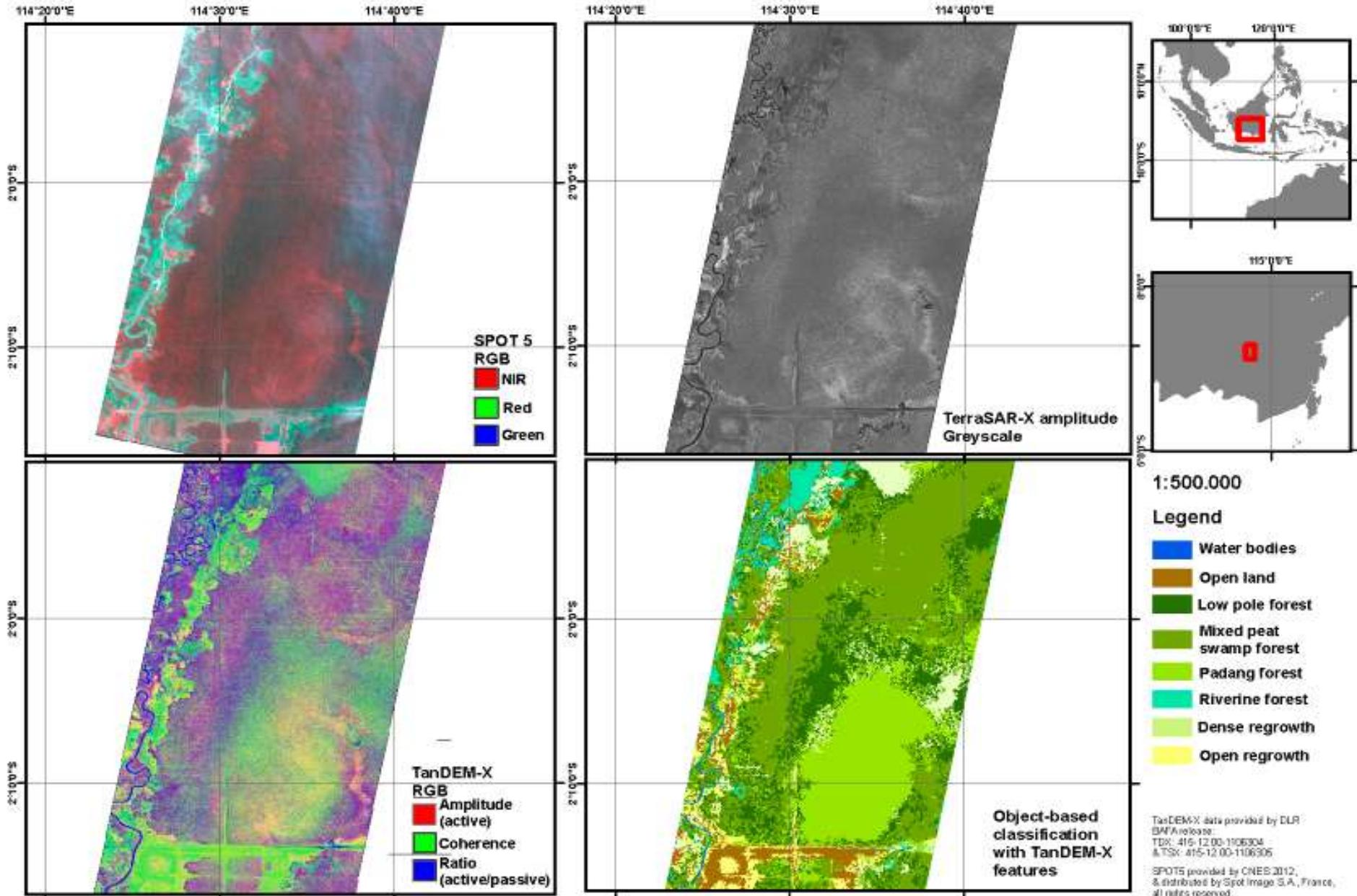


Höchste globale Auflösung

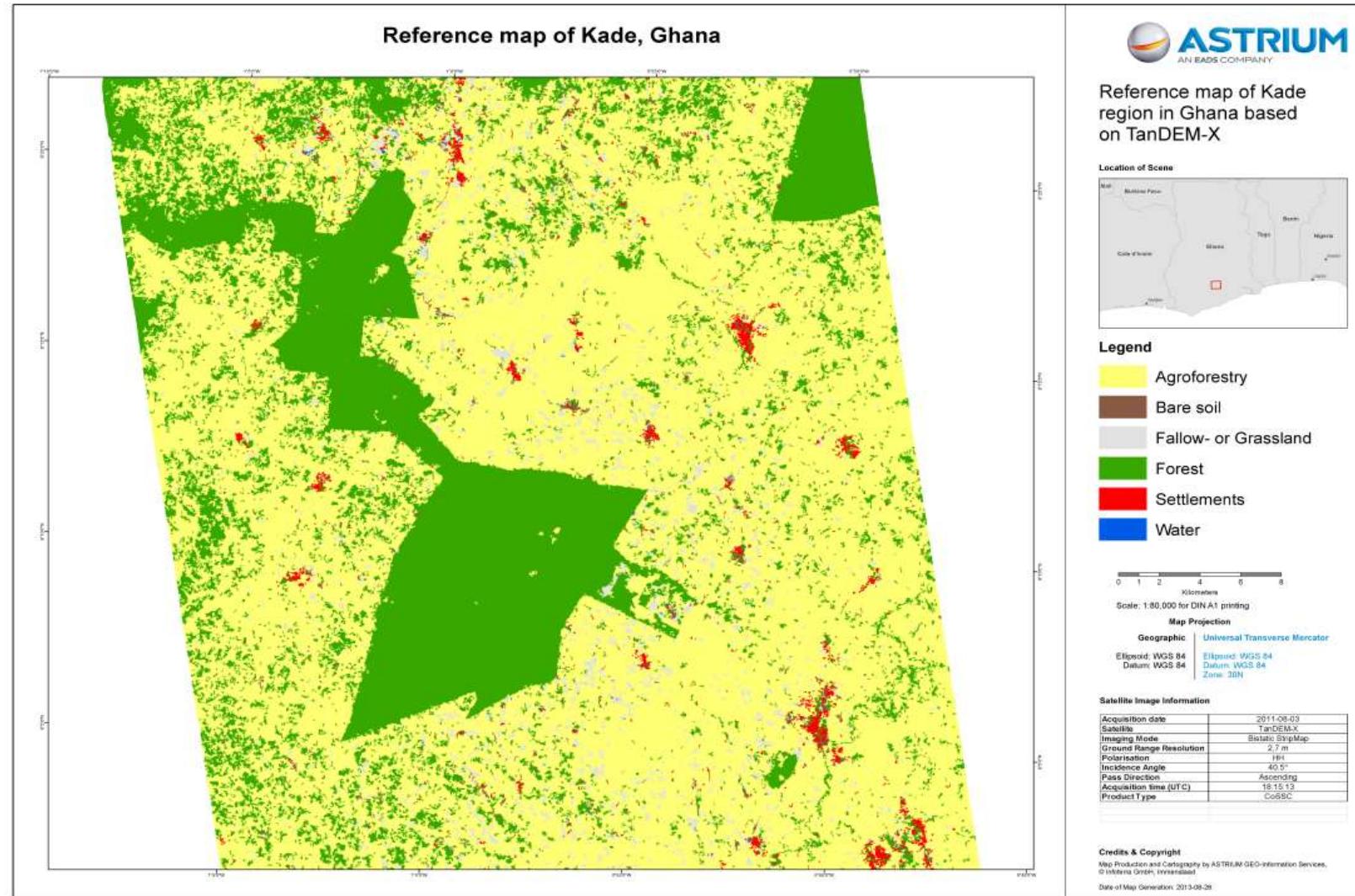
Schneller Datenzugang

Bi-statische TanDEM Daten zur Schätzung der forstlichen Biomasse

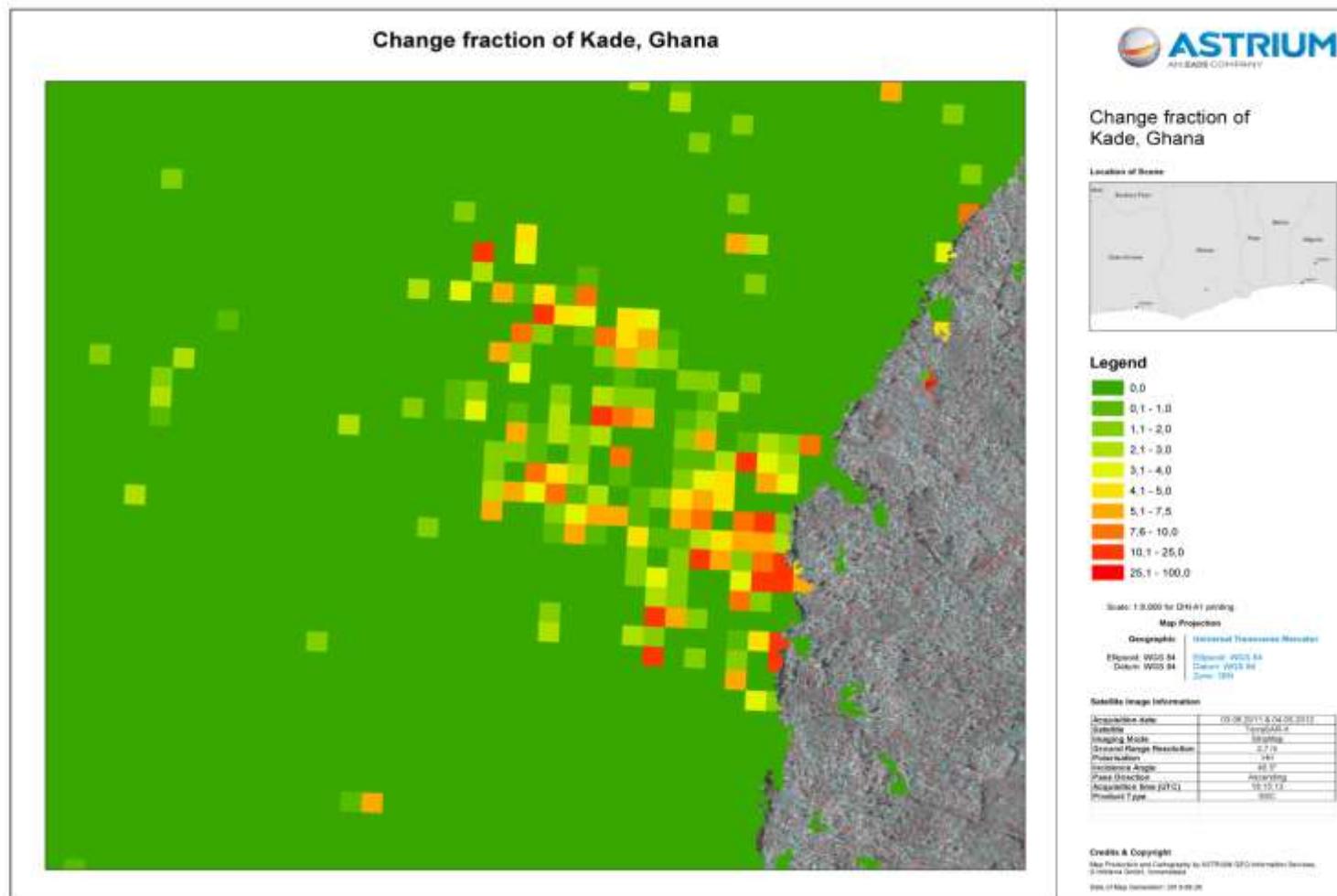
Waldbeobachtung in den Tropen mittels TanDEM-Daten (Schlund 2015)



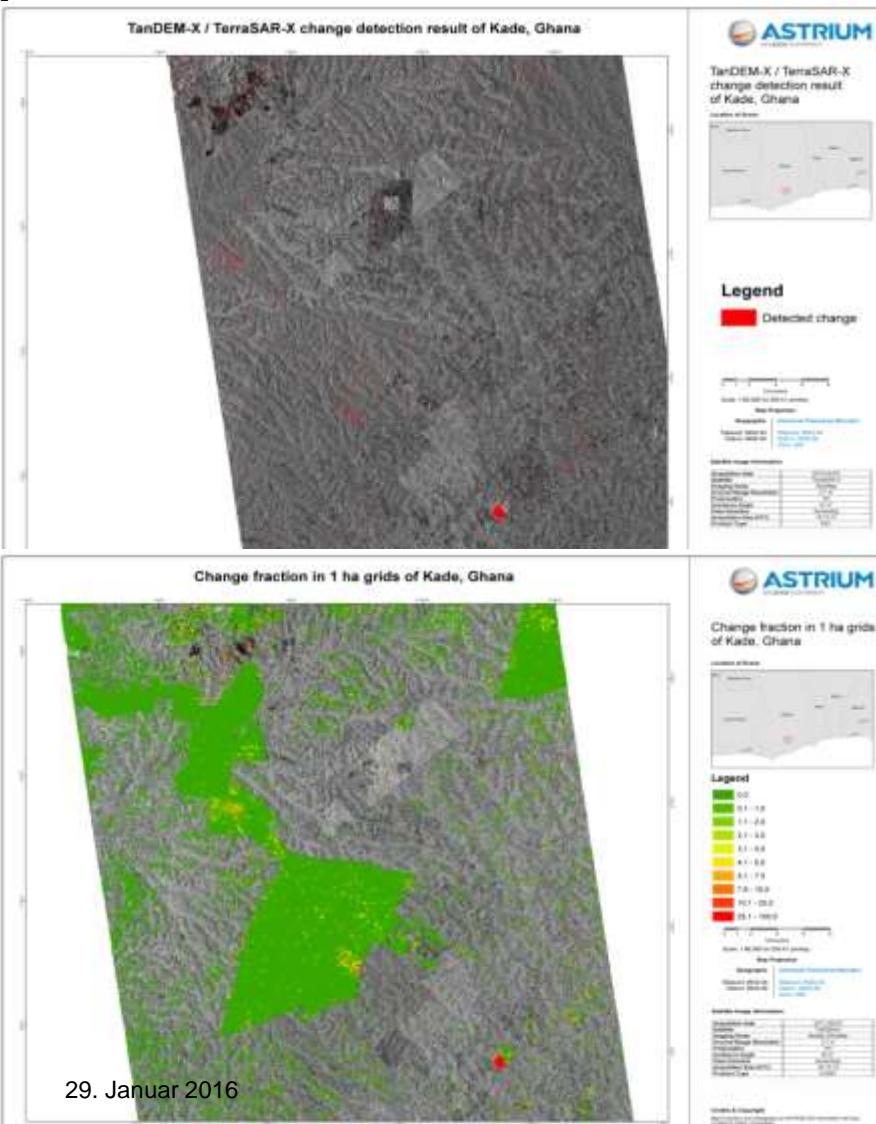
Referenzkarte von Kade (Ghana) basierend auf einer TanDEM-X Klassifikation (Landbedeckungskategorien gem. IPCC GPGs)



Veränderung der Bestandesdichte aggregiert auf 1 ha Zellen als Hinweis auf Degradationsprozesse bzw. legale selektive Nutzung

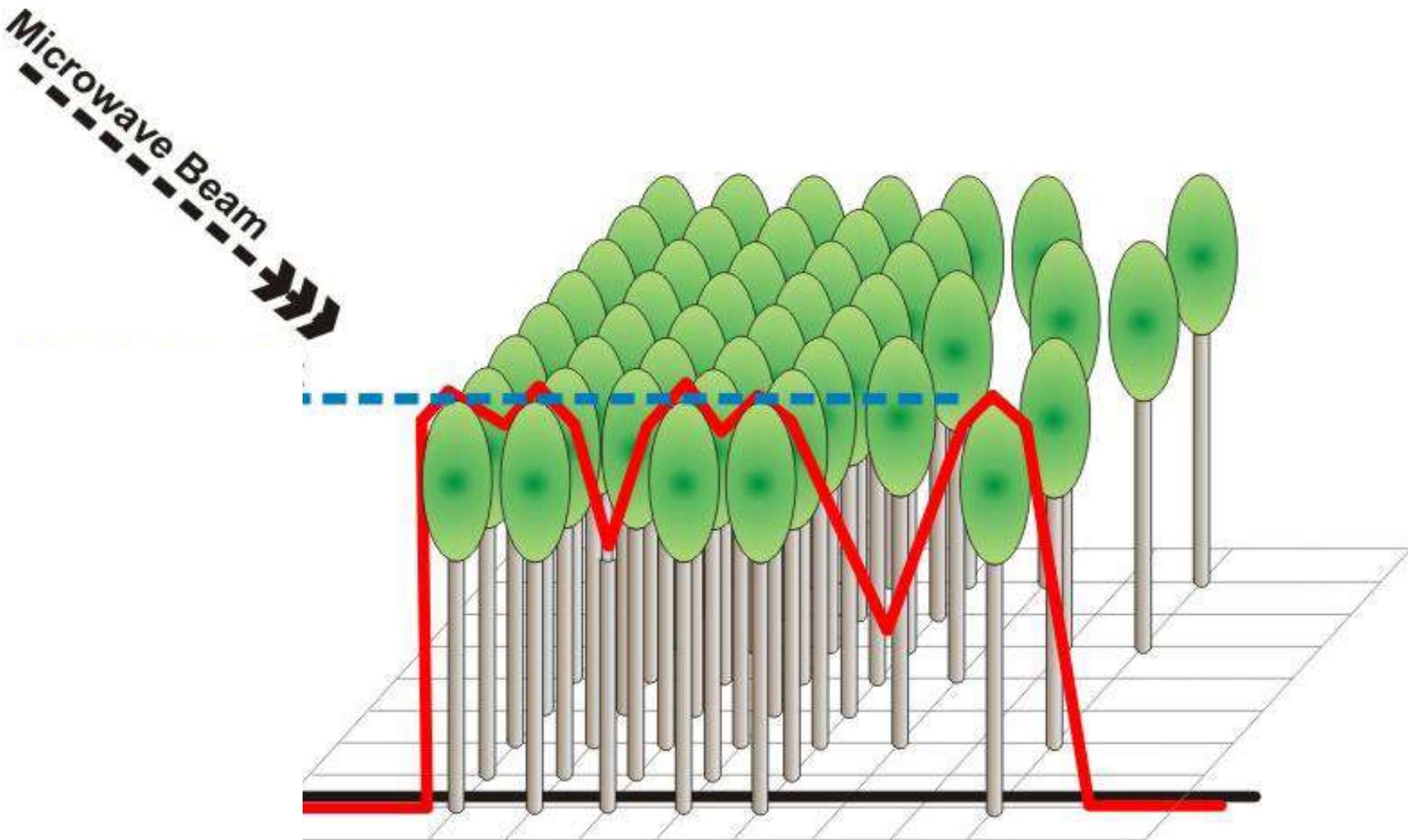


Veränderung der Bestandesdichte aggregiert auf 1 ha Zellen als Hinweis auf Degradationsprozesse bzw. legale selektive Nutzung

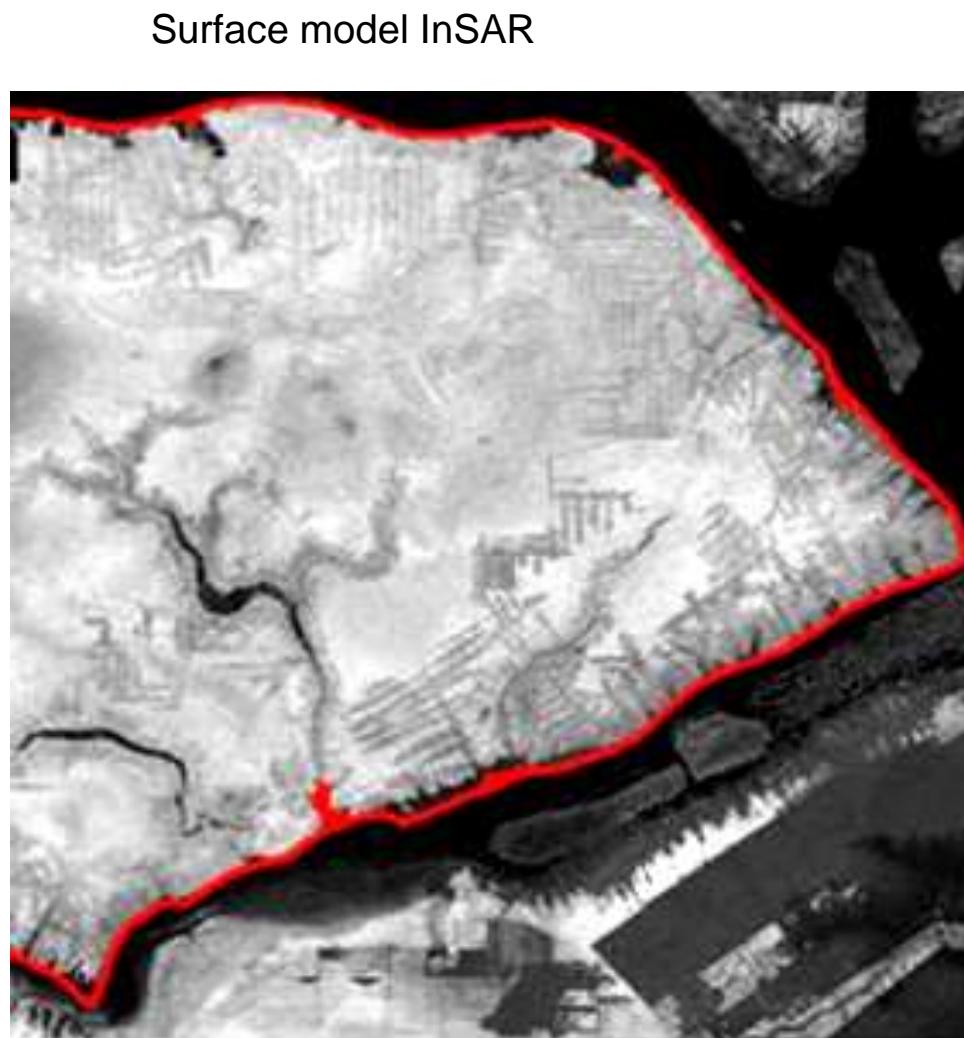


Class Name	Area (in m ²)	Deforested area (in m ²)	Degradation (10 – 25 %; in m ²)	Degradation (25 – 100 %; in m ²)
Agroforestry	1,327,800,015.7			
Bare soil	19,116,650			
Fallow- or Grassland	57,639,475			
Forest	523,555,084.3	1,099,686.92	4,107,098	1,650,078
Settlements	16,871,950			
Water	1,098,200			
Rate (in 2011-2012)		0,21	0,78	0,32

Bestandeshöhe gemessen durch bi-statische Tandem-X Daten (global möglich!; Solberg 2010)



Oberflächenmodel aus InSAR-Daten im Vergleich mit Landsat (Solberg 2013)



Sumatra, Indonesia

The logo for Airbus Defence & Space, featuring the word "AIRBUS" in blue with a stylized globe icon above it, and "DEFENCE & SPACE" in smaller blue text below.

Biomasse und InSAR-Bestandeshöhe

Biomass t/ha

Norway

Brazil

Solberg et al. (2010)

Neef et al. (2005)

$$\text{Biomass} = 61 + 9.9 \text{ InSAR}_{\text{height}}$$

$R^2=0.72, \text{RMSE}=24 \text{ t/ha (19\%)}$

0

5

10

15

20

InSAR height

Height of RADAR echo above ground, m

400

300

200

100

0

0

5

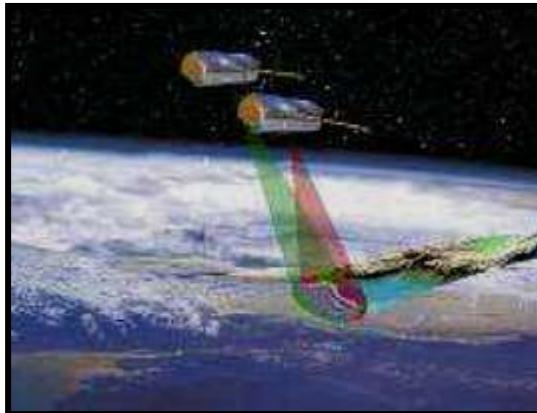
10

15

20

25

Biomasseschätzung durch kombinierte Inventurverfahren (Solberg 2014)



Tandem-X InSAR

Biomassemodell



Feldinventur

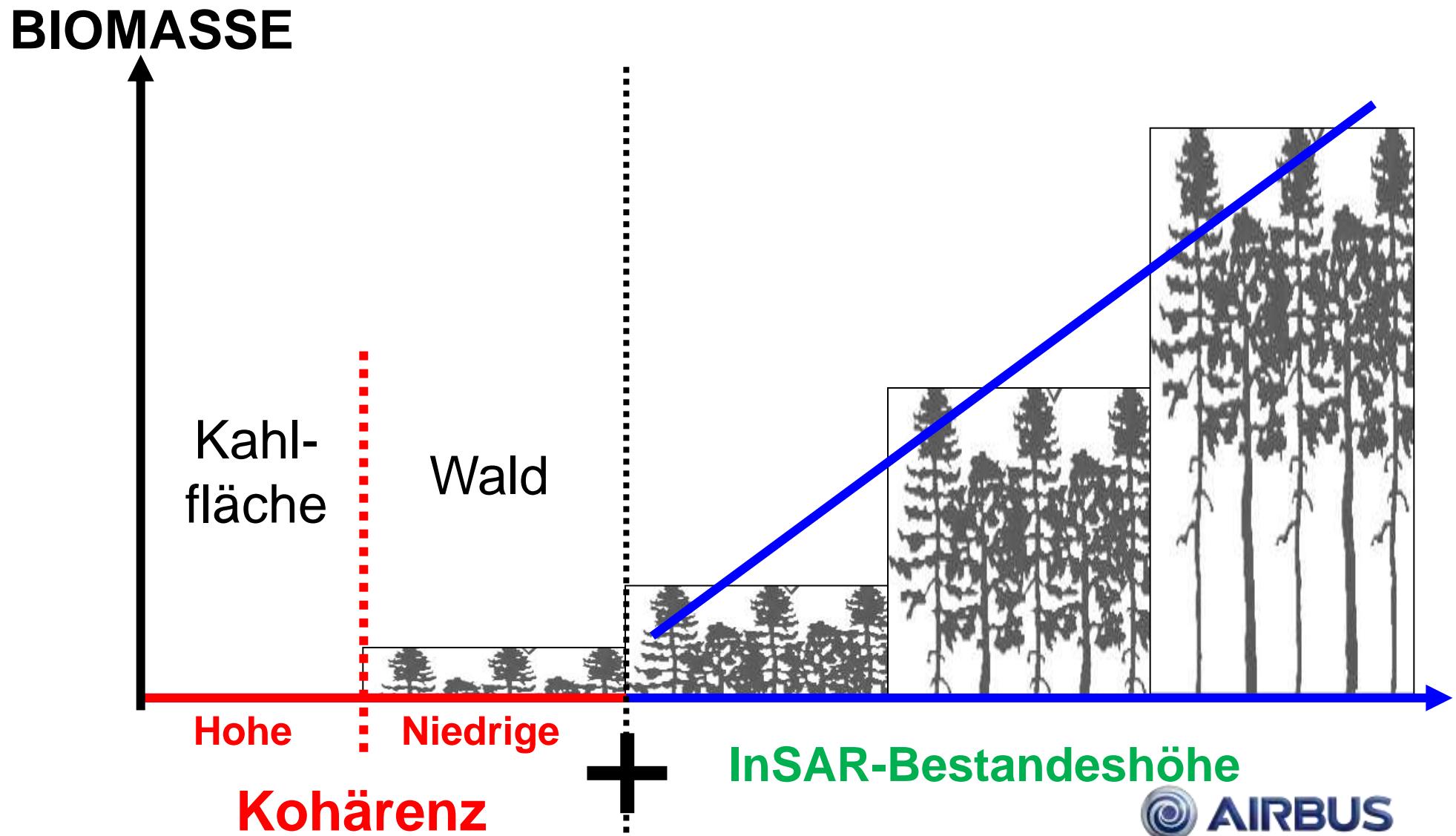
**Feldmessungen
zur Kalibrierung**

Zusätzliche Daten

DHM

Baumarten

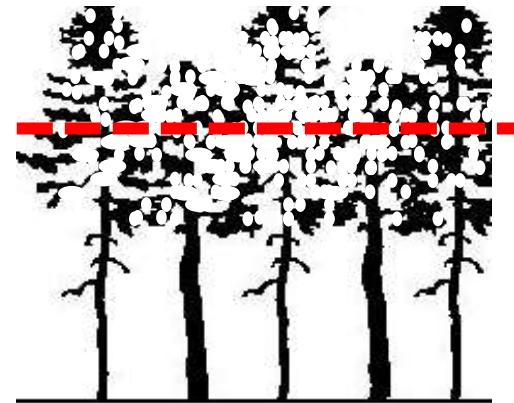
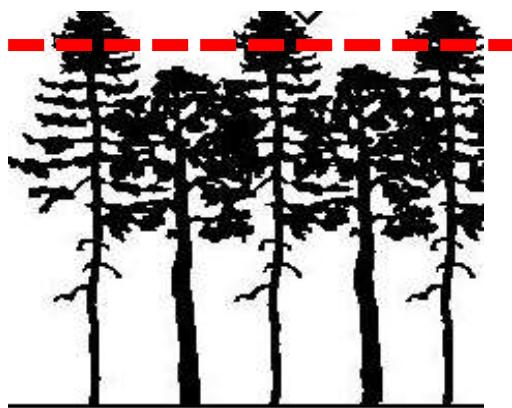
Kombination der InSAR-Bestandeshöhe mit der Kohärenz (Solberg 2013)



Ad-hoc Daten für Bestandesschädigung (Solberg, 2014)



Selective logging
Storm damage



Daten der TanDEM-Mission Data: Ausgangspunkt für die globale Waldbeobachtung

Möglichkeiten:

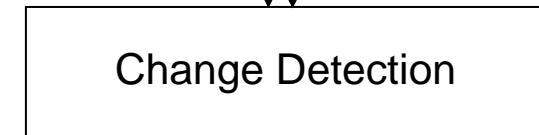
2 komplette globale Abdeckungen im Archiv (2011-13)

Change detection workflow bereits operationell implementiert

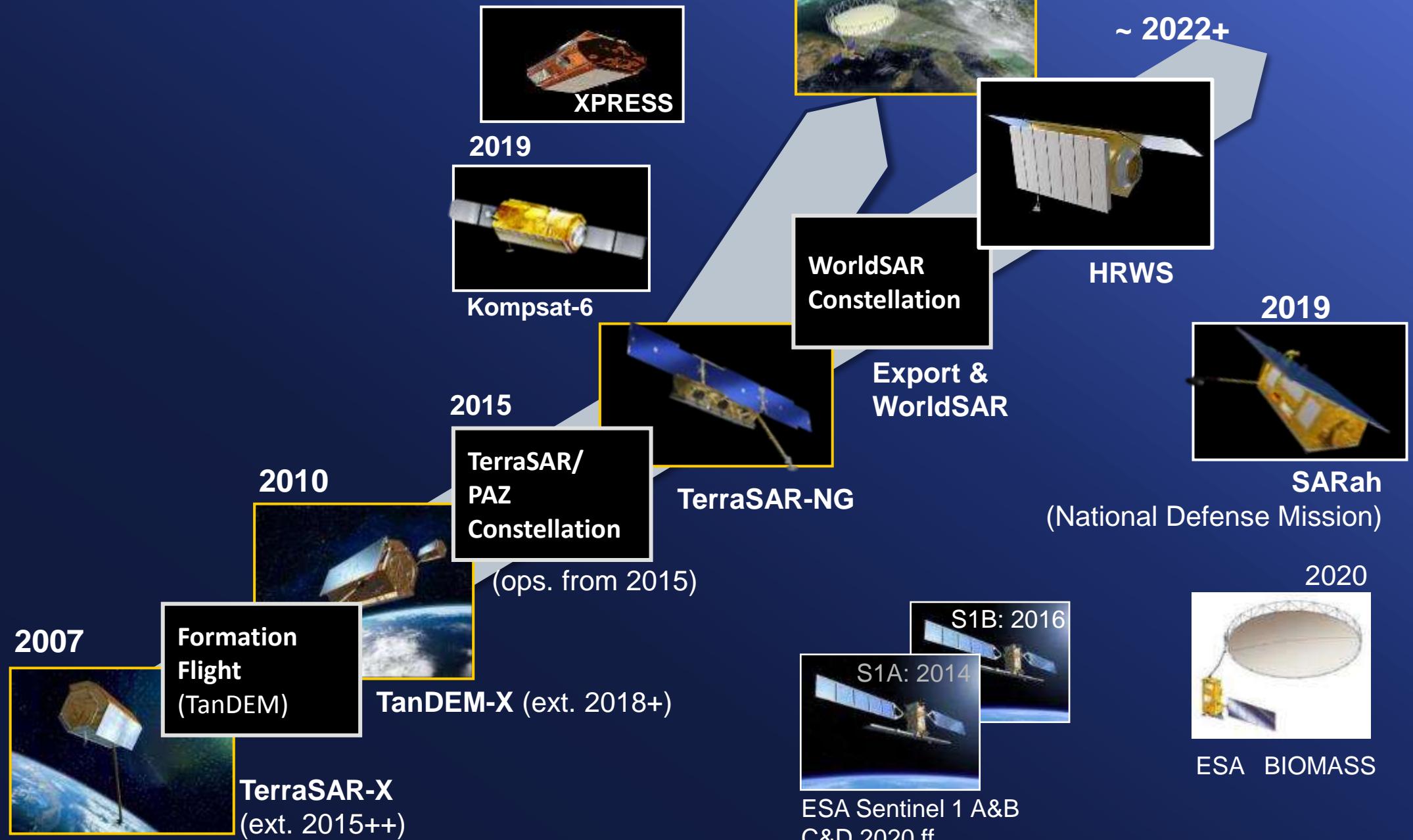
→ globale Referenz für zukünftige Analysen der Waldveränderungen kontinental bis hin zum Einzelbaum



Zukünftige
TerraSAR-X
Akquisitionen



Deutsche SAR Roadmap



Neue wesentlich verbesserte Bildqualität (qual-pol, 25 cm Auflösung)



This document and its content is the property of Astrium [Ltd/SAS/GmbH] and is strictly confidential. It shall not be communicated to any third party without the written consent of Astrium [Ltd/SAS/GmbH].

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt

Prof. Dr. Steffen Kuntz

Future Programs – Earth Observation, Navigation & Science (ENS)

Airbus DS GmbH

88039 Friedrichshafen / Immenstaad

Phone: +49 7545 8 9966

Mobile: +49 171 711 0340

Email: steffen.kuntz@airbus.com