

Friedrich-Schiller-Universität Jena
seit 1558

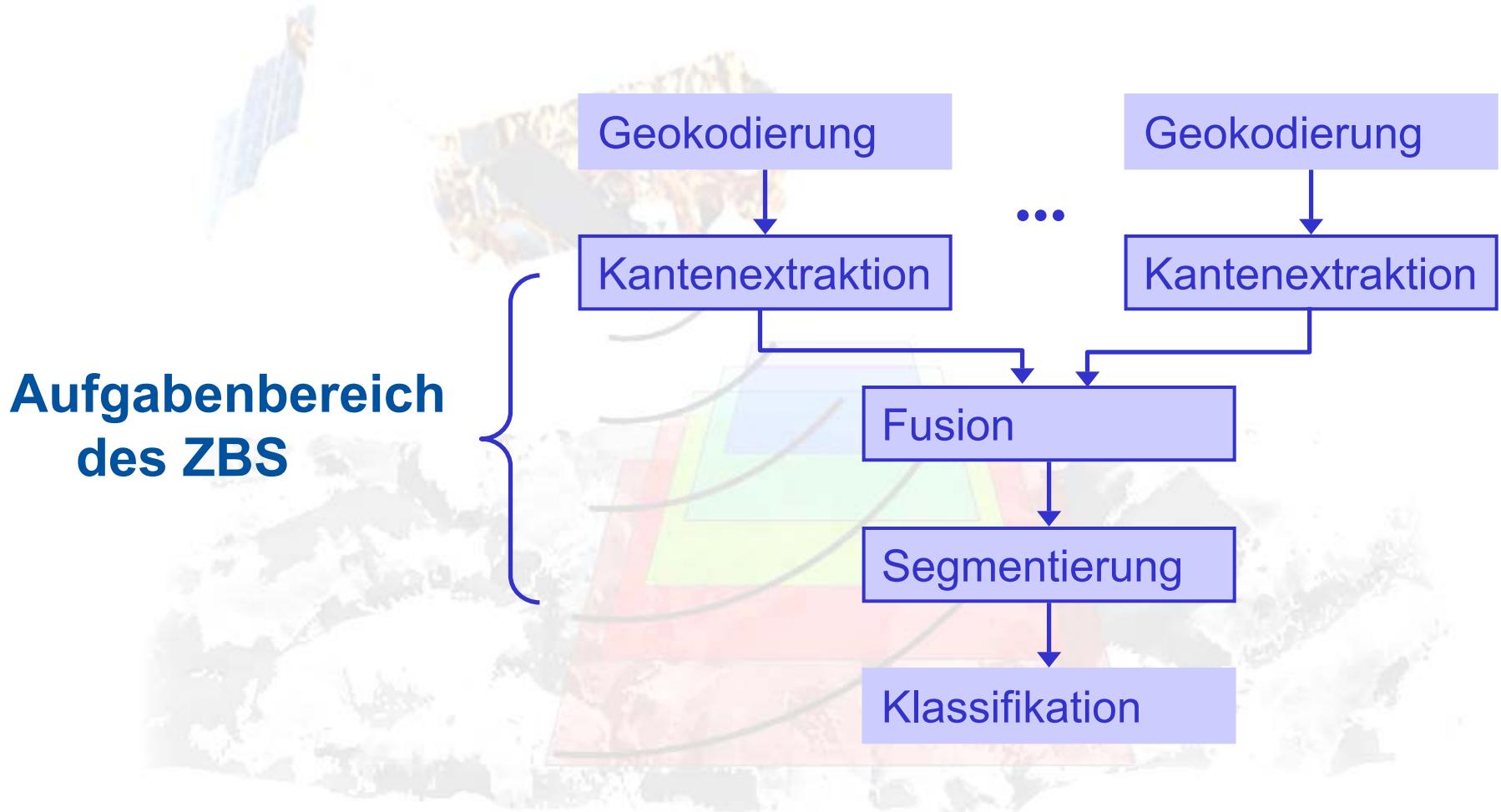


Aspekte der strukturbasierten Fusion multimodaler Satellitendaten und der Segmentierung fusionierter Bilder

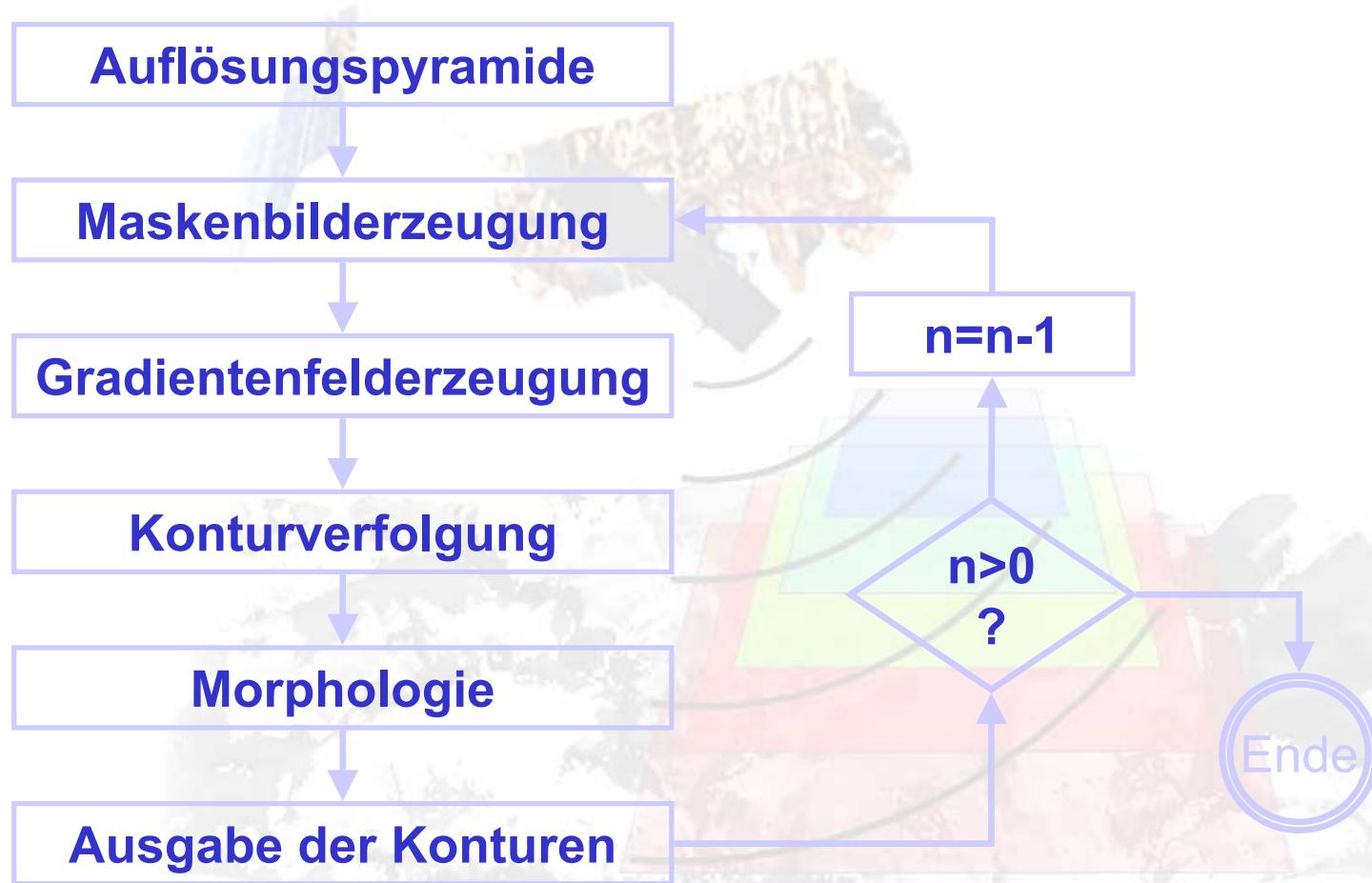
Torsten Koch, K.-H. Franke

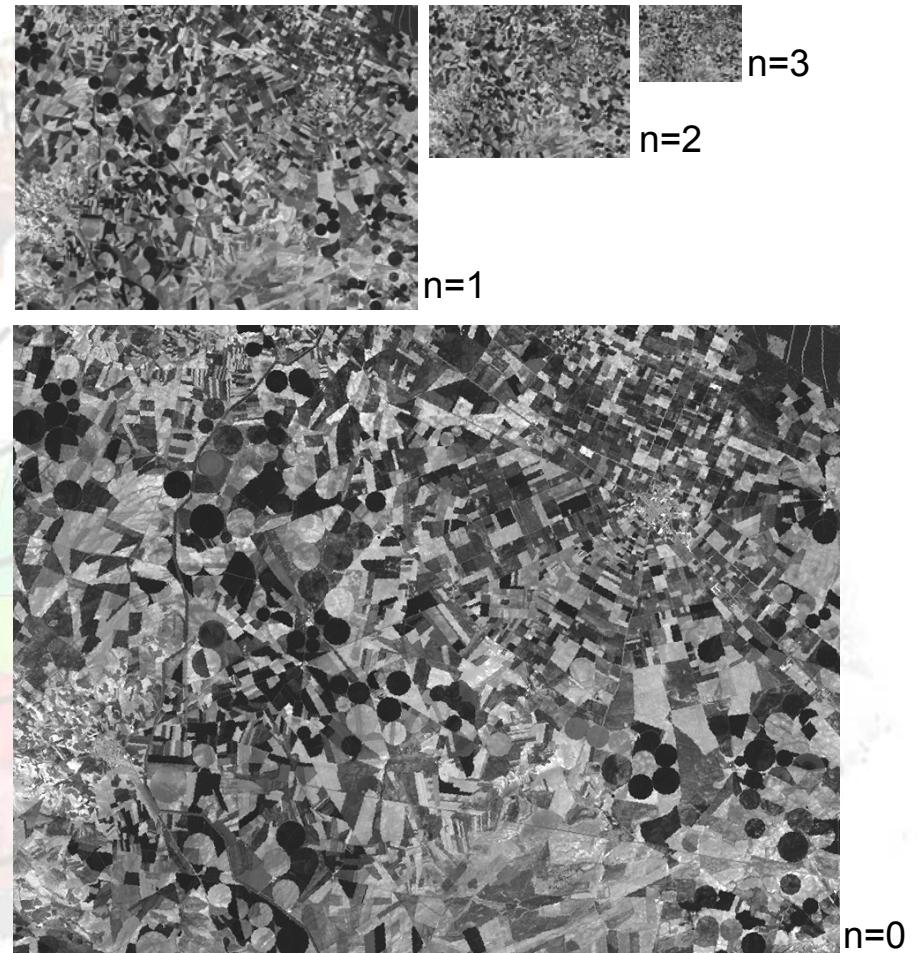
- **ENVISAT Nutzungsvorhaben Landoberfläche**
 - Verbundprojekt aus JOP,FSU,ZFL,ZBS,Desotron
 - gefördert mit Mitteln des *Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi)* durch das *Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)* unter der Fördernummer 50 EE 0406;
- **Zielstellung des Gesamtprojektes**
 - Untersuchung der Anwendungsmöglichkeiten für automatische Landoberflächenkartierung
 - Kartierung der Bodenbedeckung durch Klassifikation in z.Z. vier Grundklassen: (*Wasser,Wald,Landwirtschaft,urbane Region*)
 - Änderungsdetektion

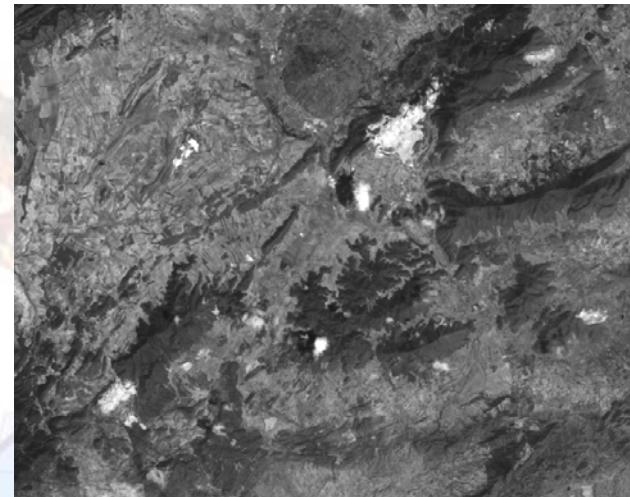
Eingliederung in Gesamtprojekt



Kantenextraktion



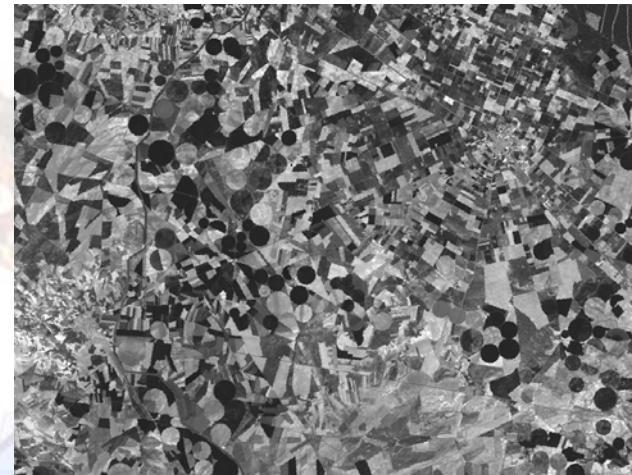




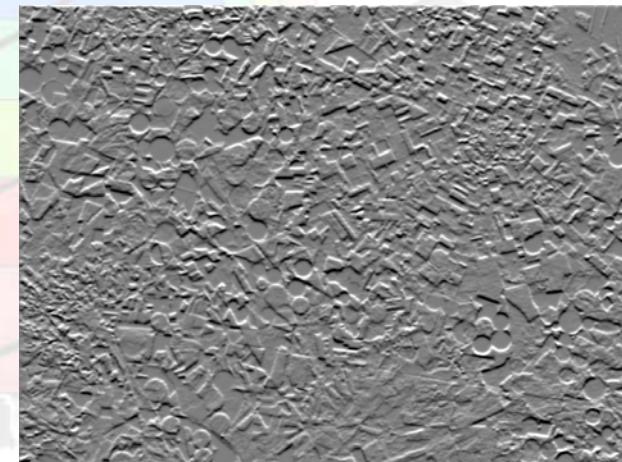
Beispieldausschnitt
mit Wolken



markierte
Wolkenzonen

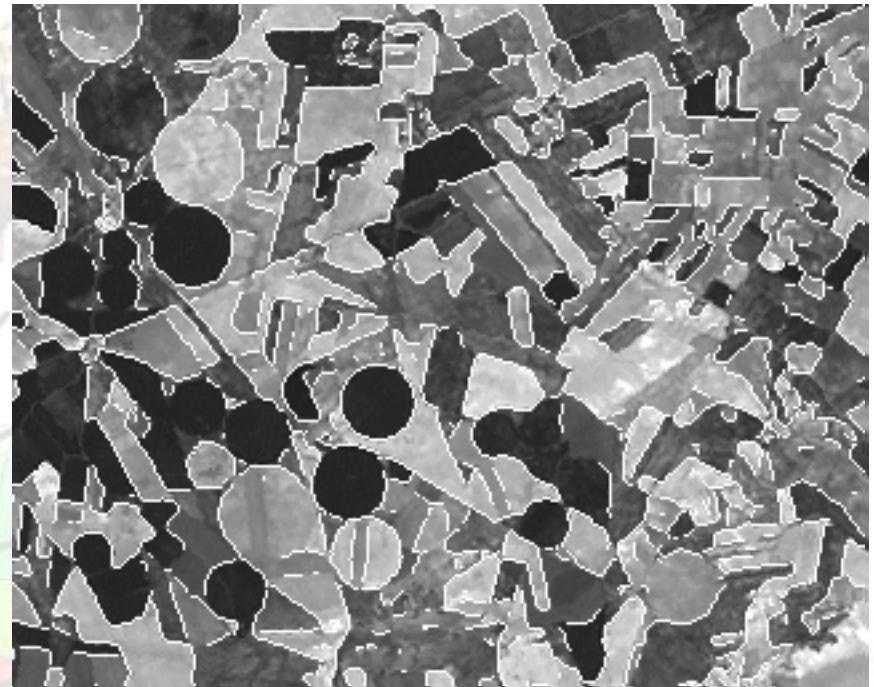


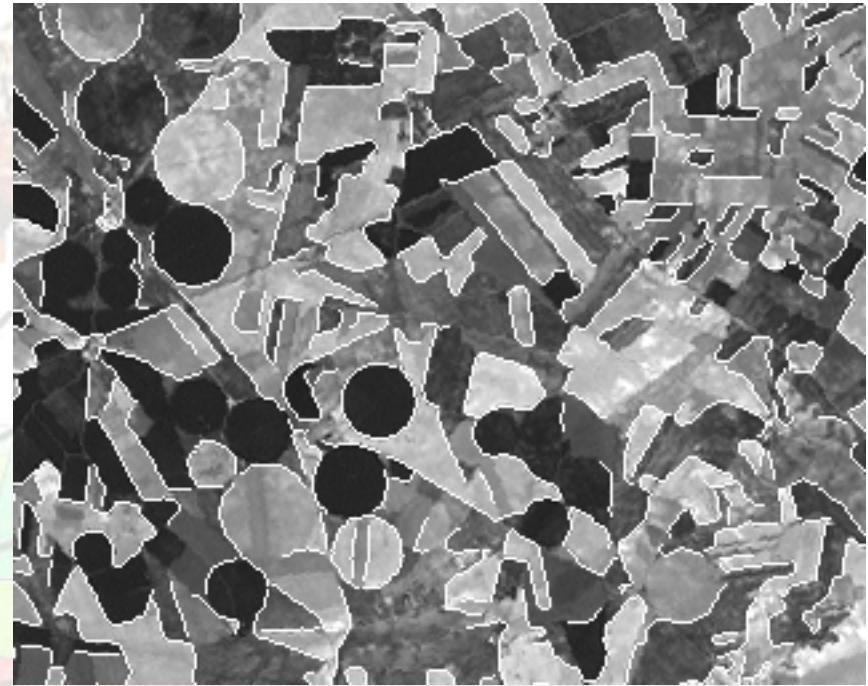
Beispieldausschnitt
optischer Kanal

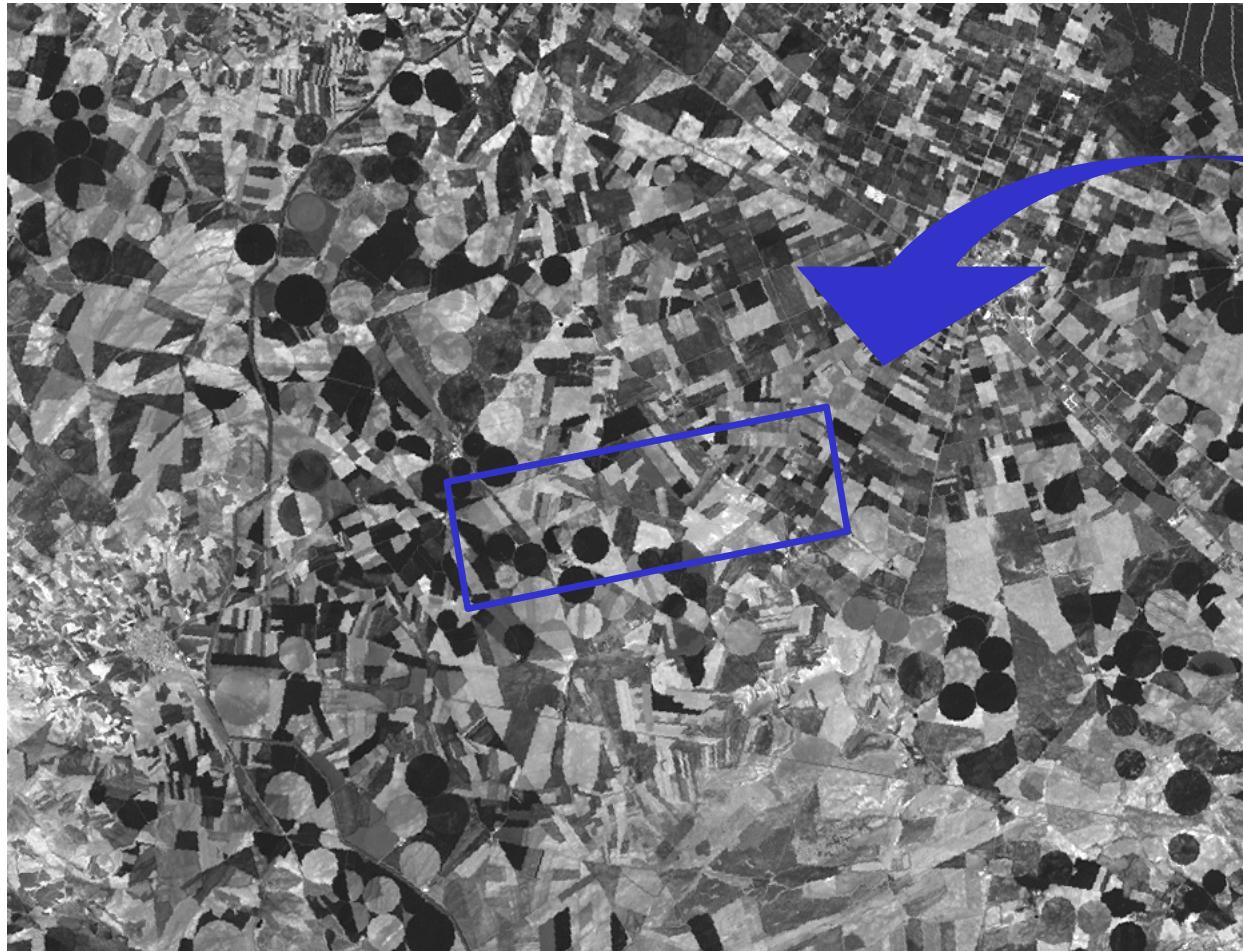


vertikaler Gradient
des obigen Bildes
(Deriche-Filterung)

Kantenextraktion

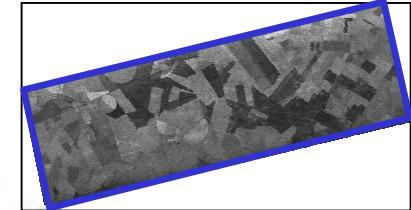




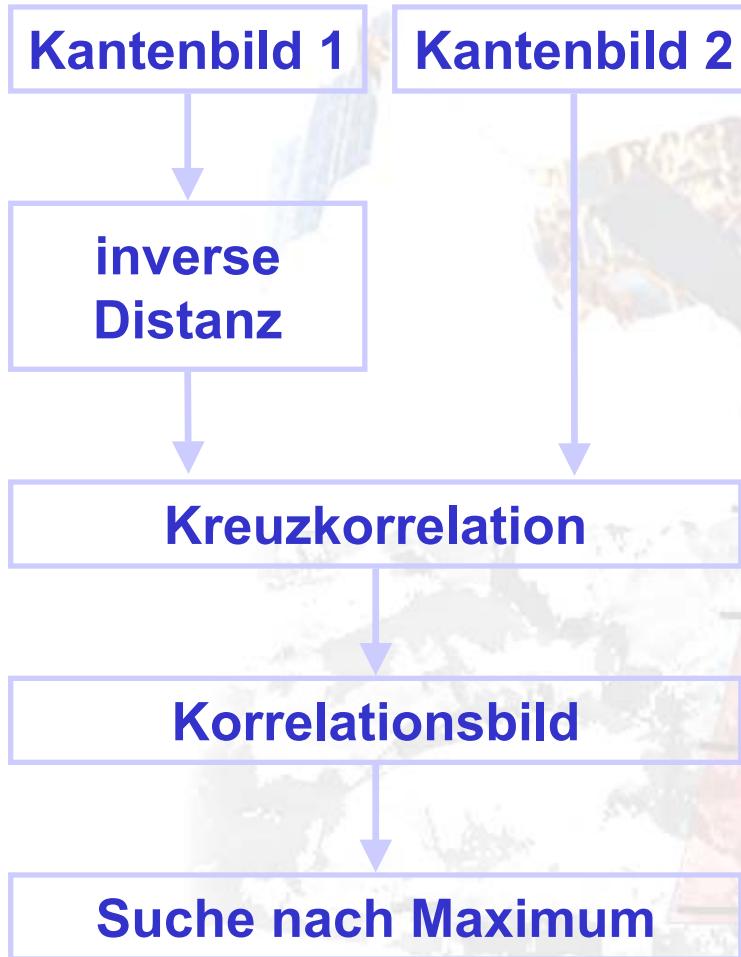


Beispielausschnitt optischer Kanal

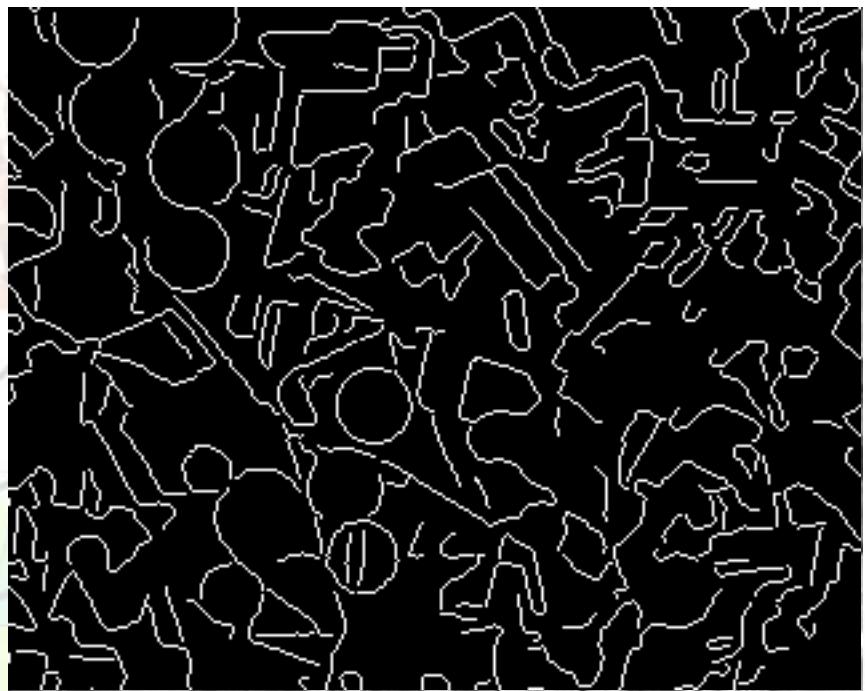
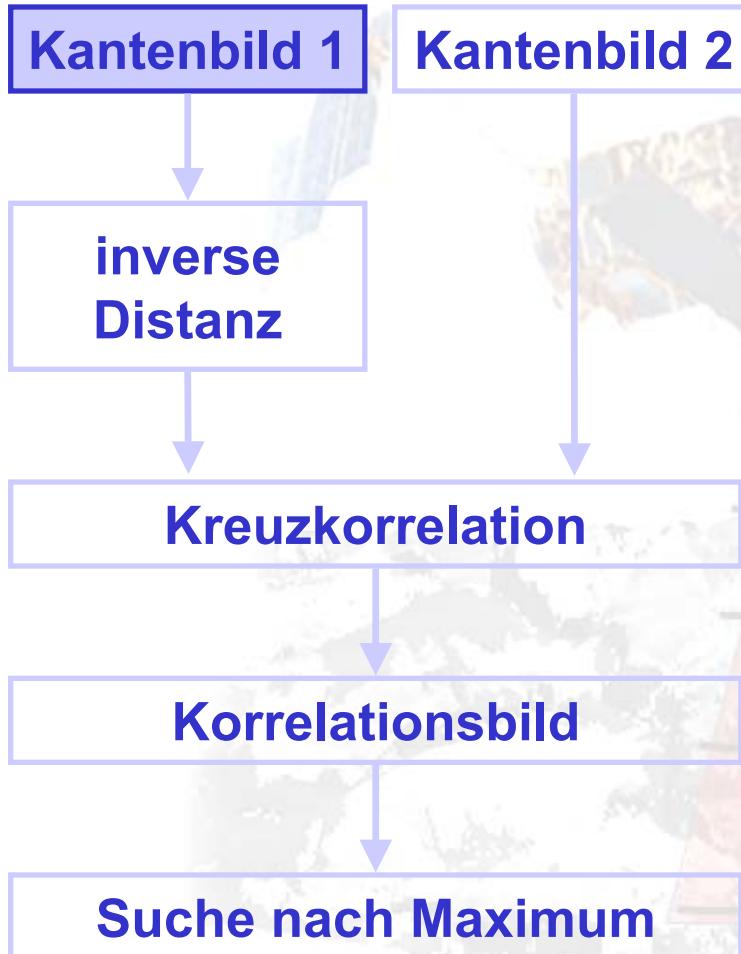
Transformations-parameter



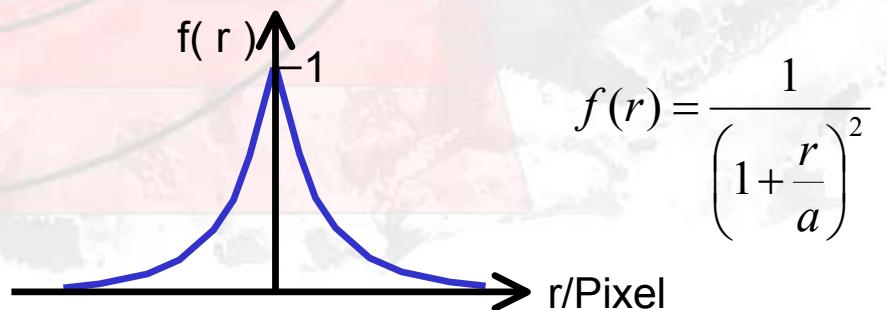
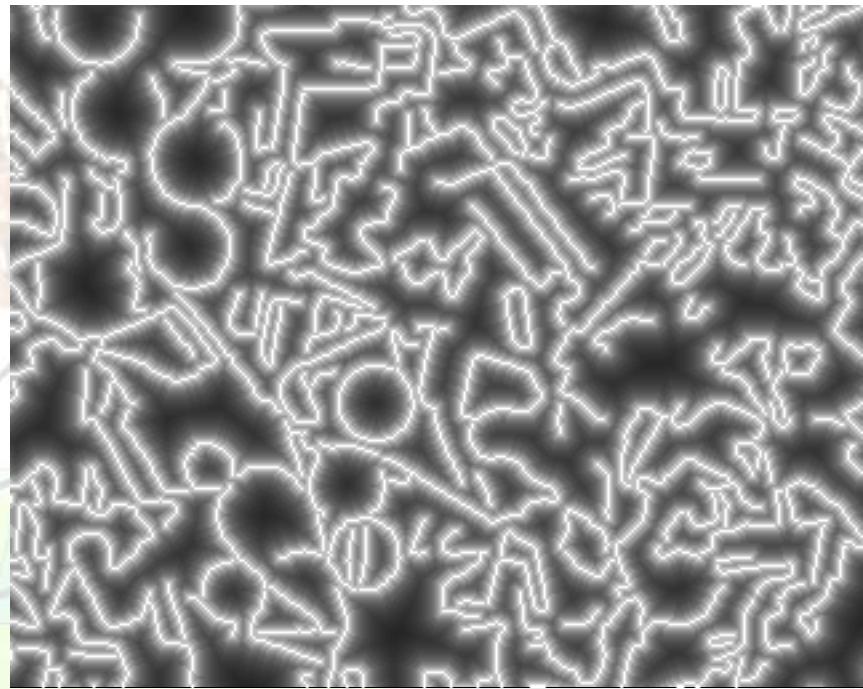
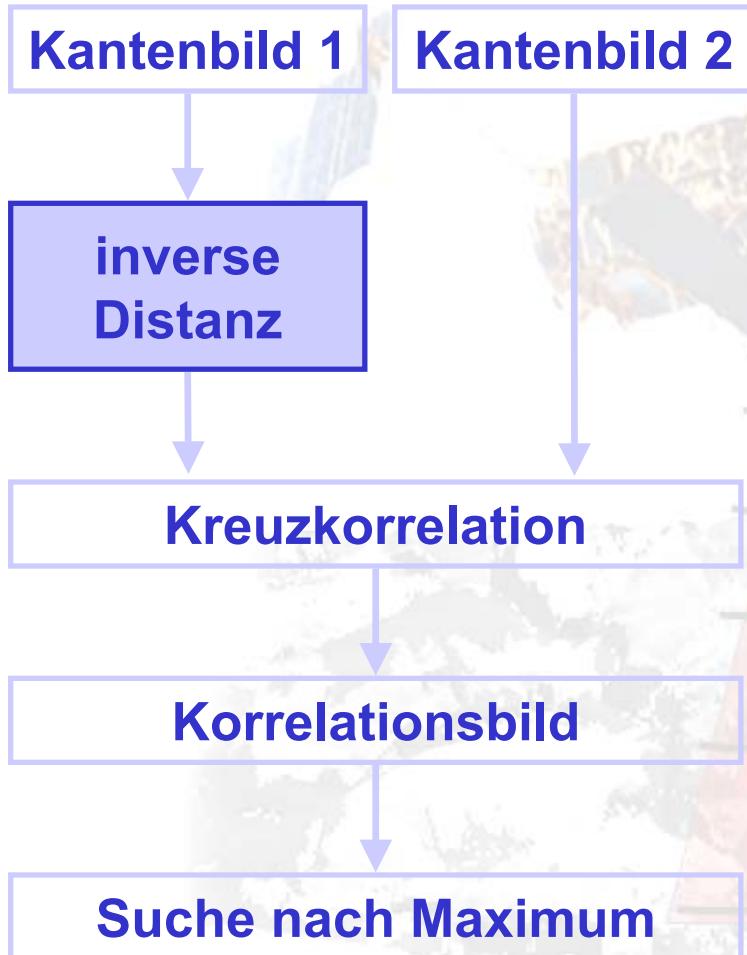
Beispielausschnitt
SAR-Kanal



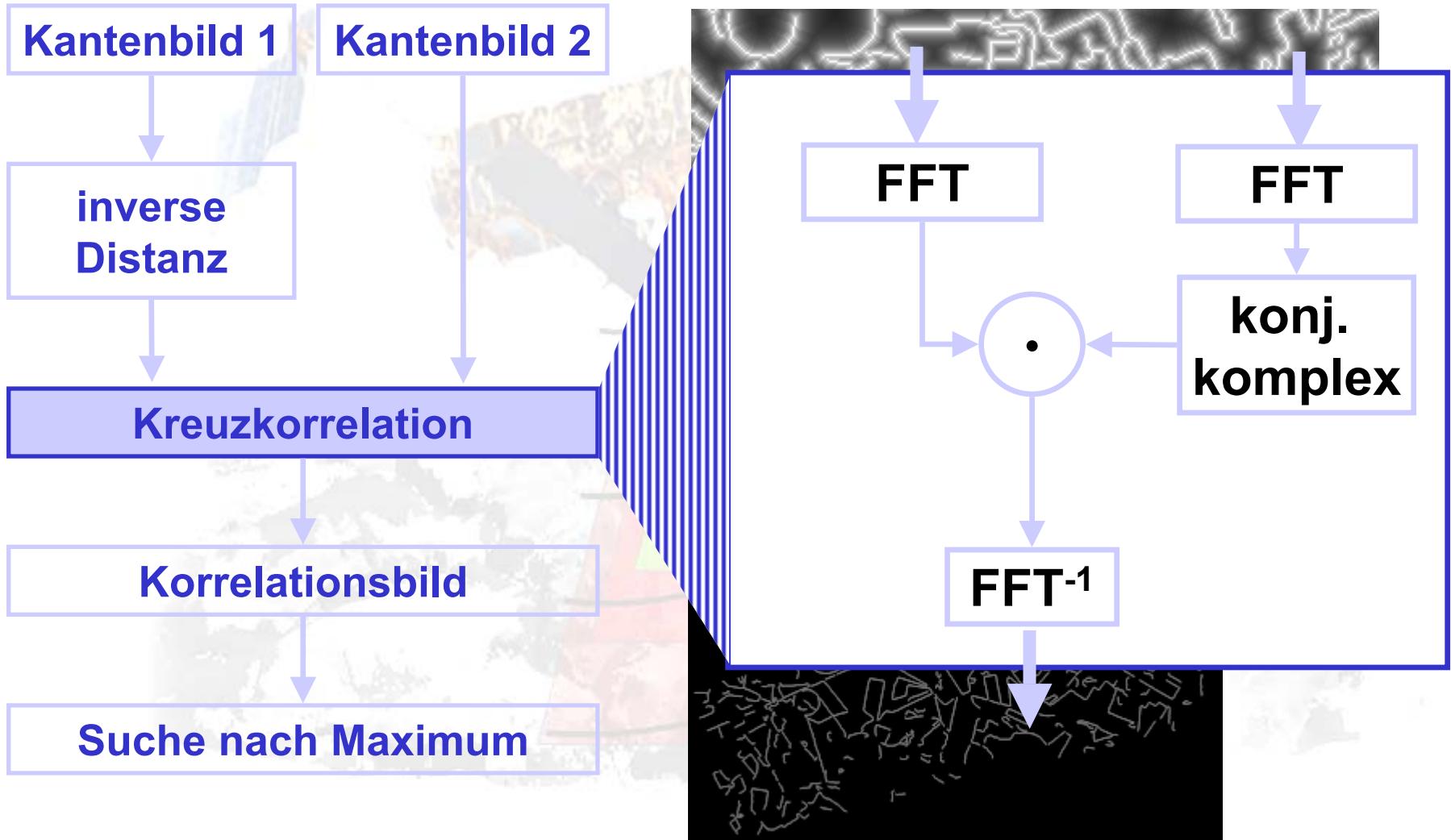
inhaltsbezogene Bildfusion



inhaltsbezogene Bildfusion



inhaltsbezogene Bildfusion

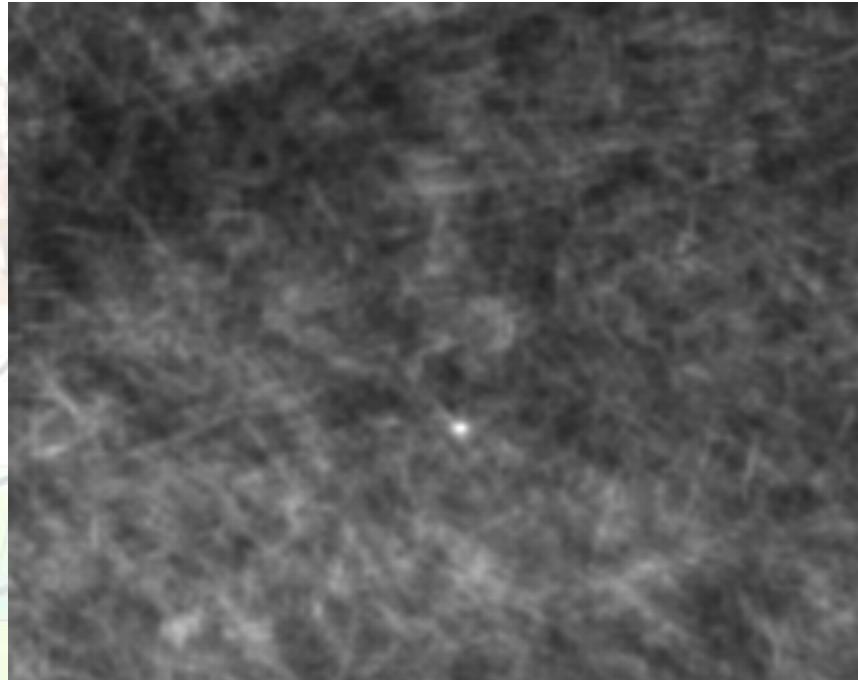
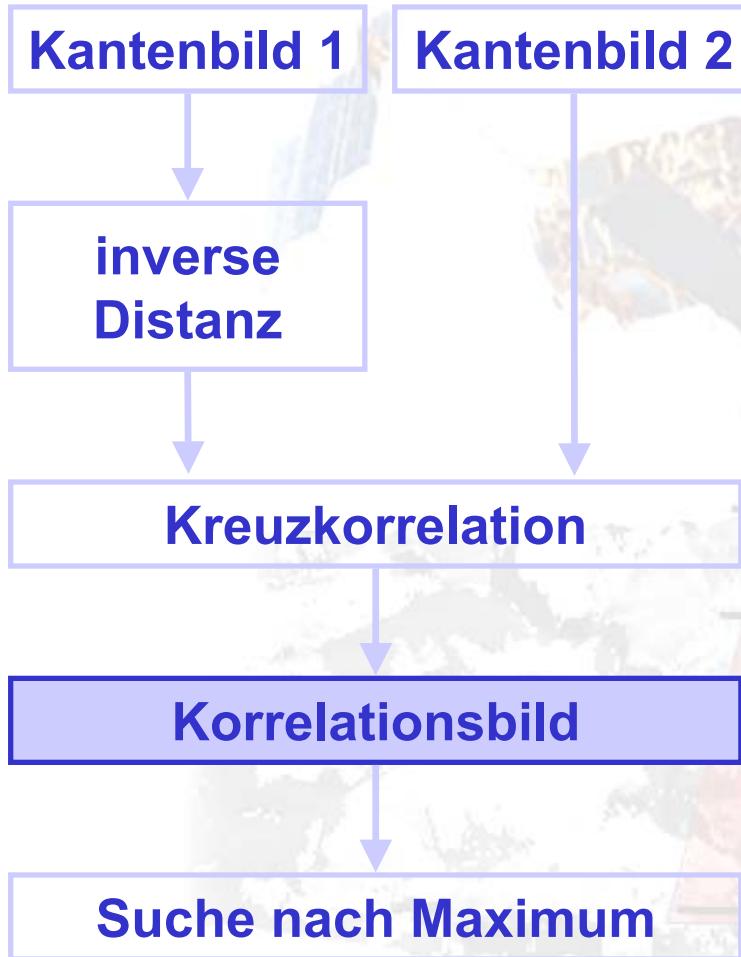


Aufwand für Korrelation im ...

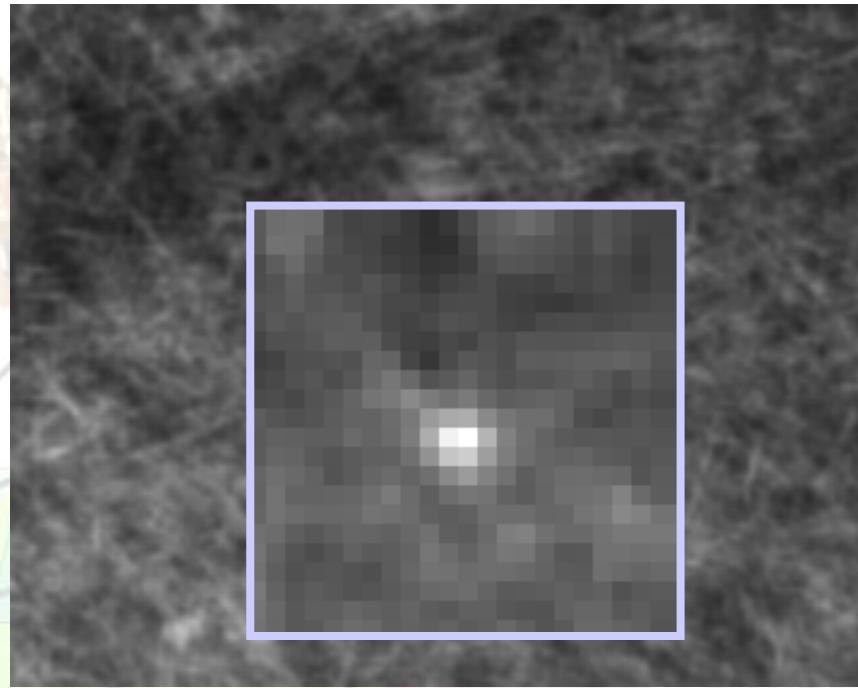
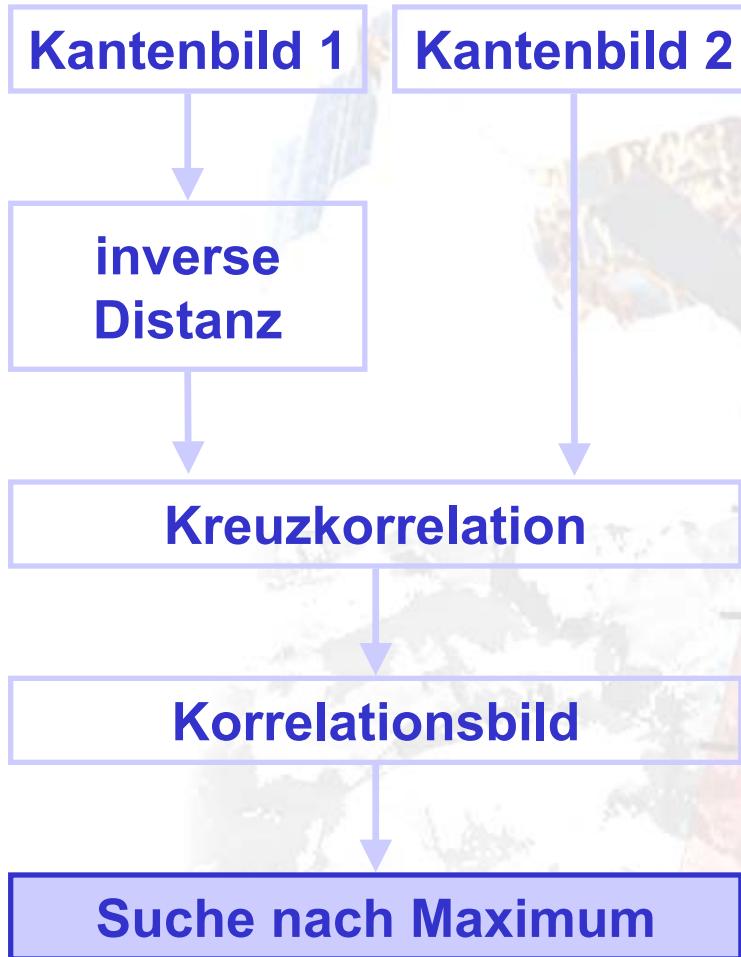
- Ortsbereich:** $O(N^2)$
- Fourier-Bereich:** $O(N * \log N)$

Beispiel:

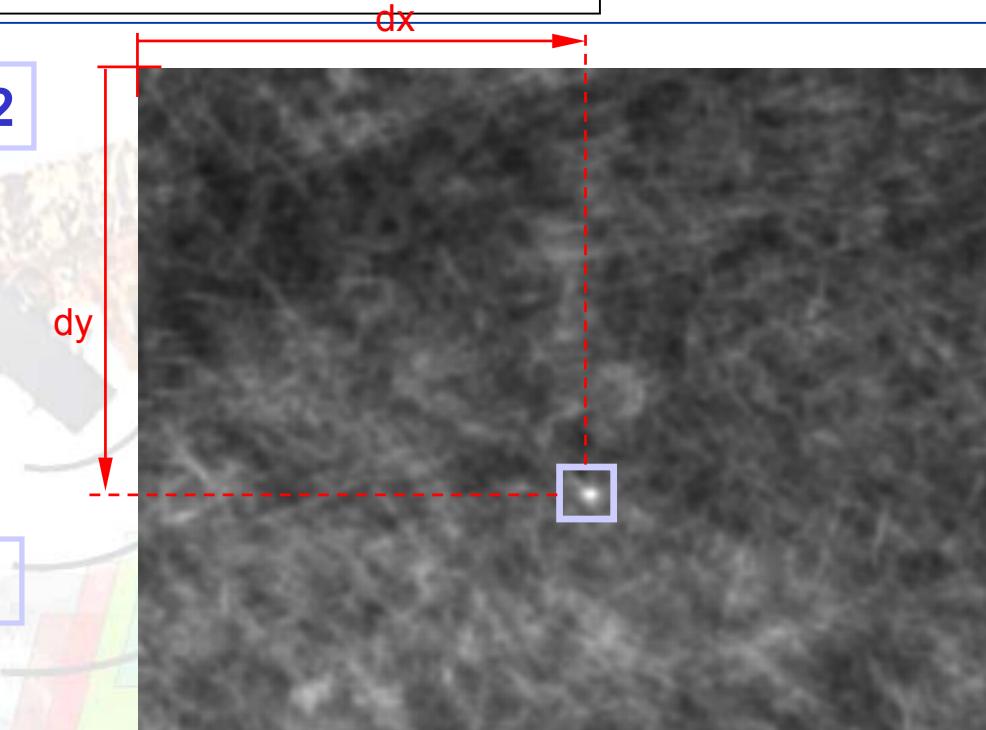
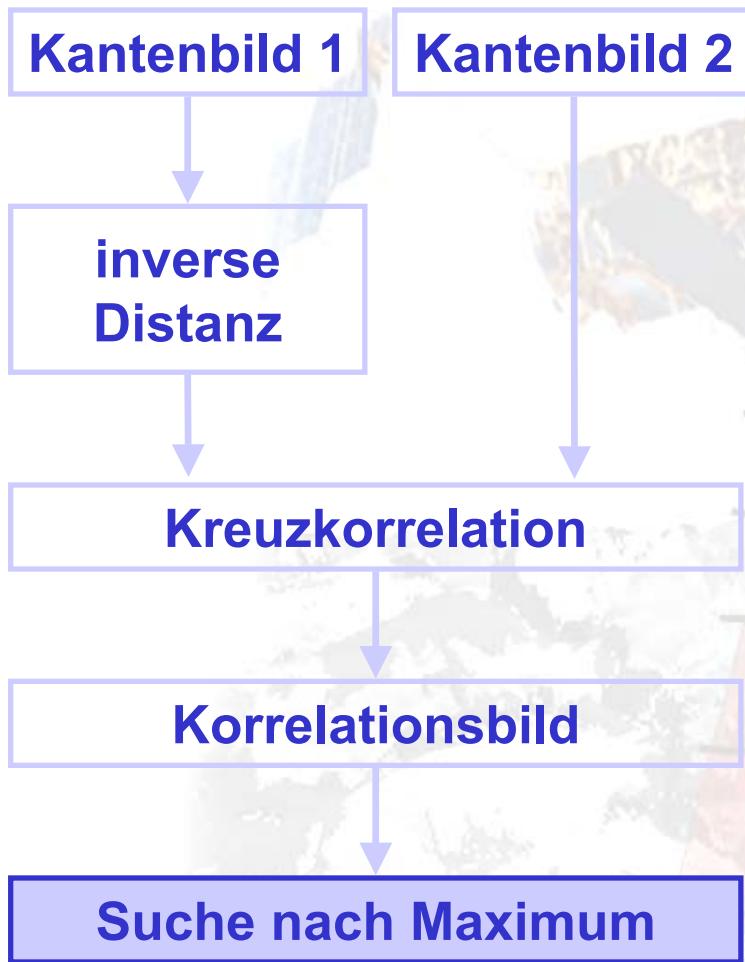
Fenstergröße N [Pixel]	Ausführungszeiten [s]	
	Ortsbereich (extrapoliert)	Fourierbereich
1024^2	$0,06 * 10^6$	1,38
2048^2	$1 * 10^6$	5,79
4096^2	$12 * 10^6$	27



Korrelationsbild

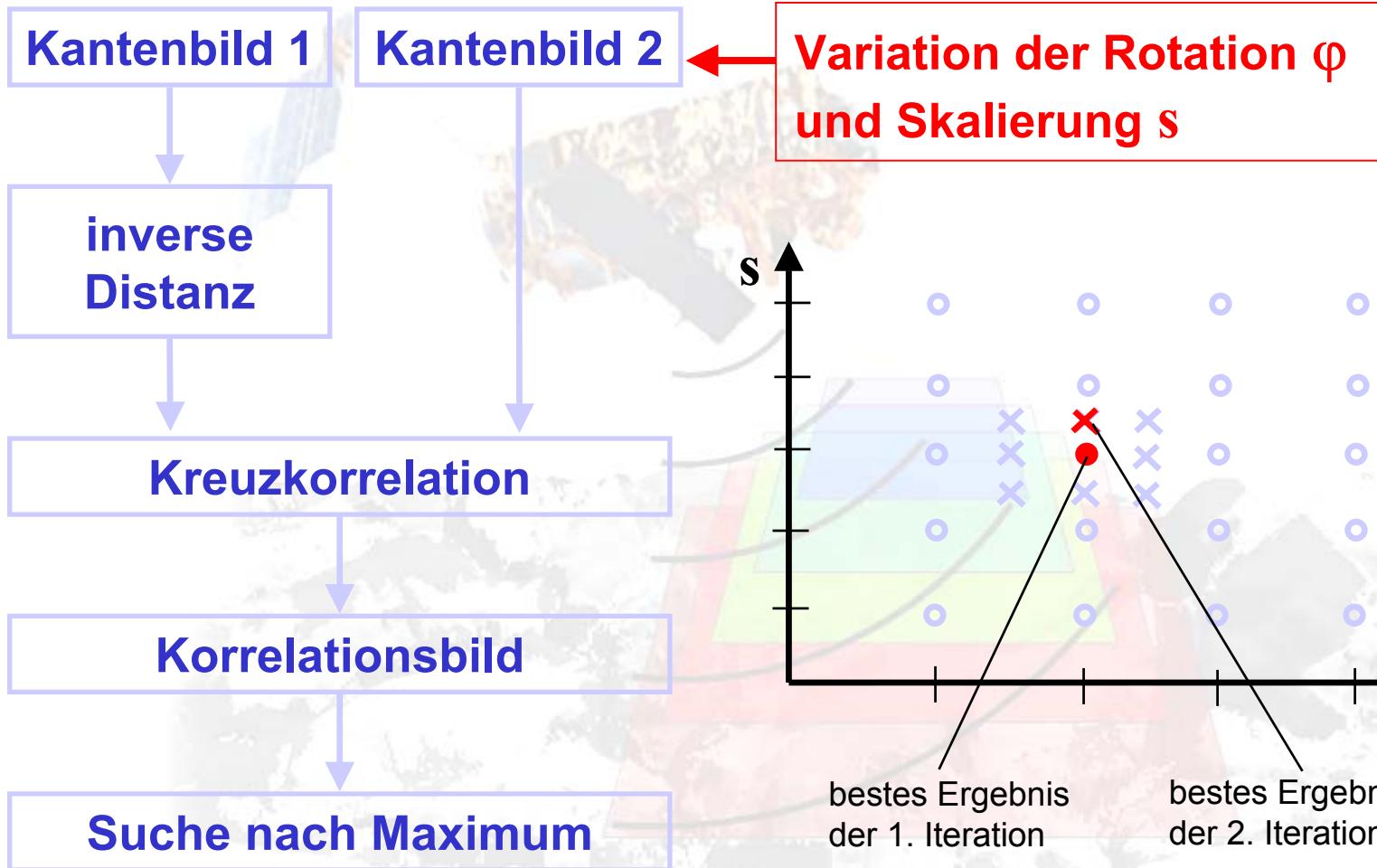


inhaltsbezogene Bildfusion

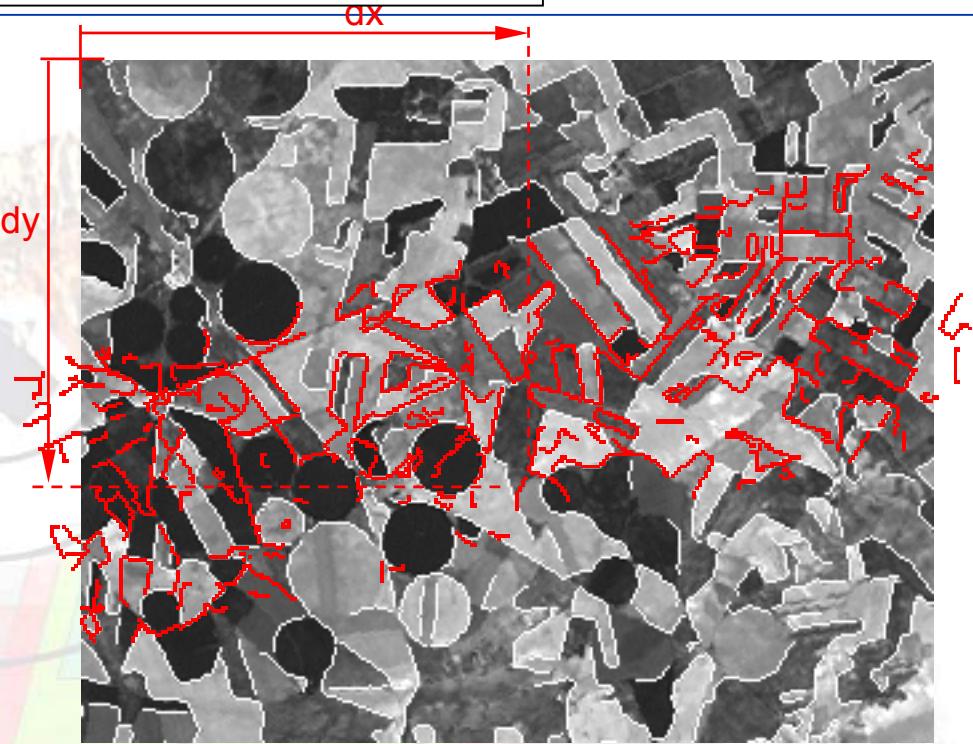
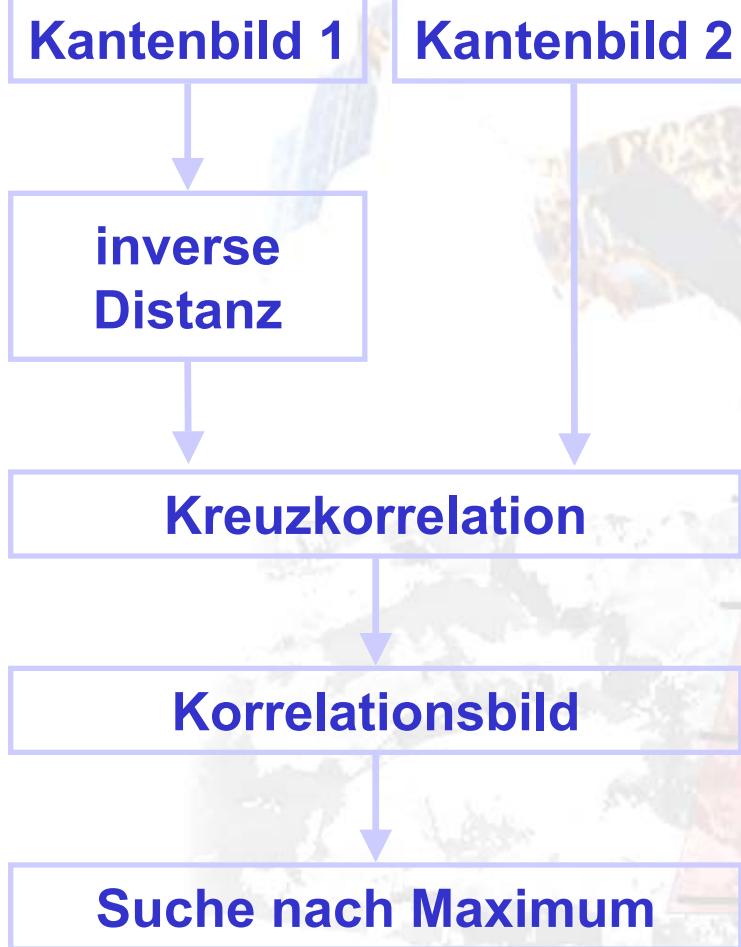


Korrelationsbild

Offset (dx, dy),
Qualitätsmaß $Q(dx, dy) = \frac{C(x, y) - lm_C(x, y)}{\min_{\forall x, y} C(x, y)}$

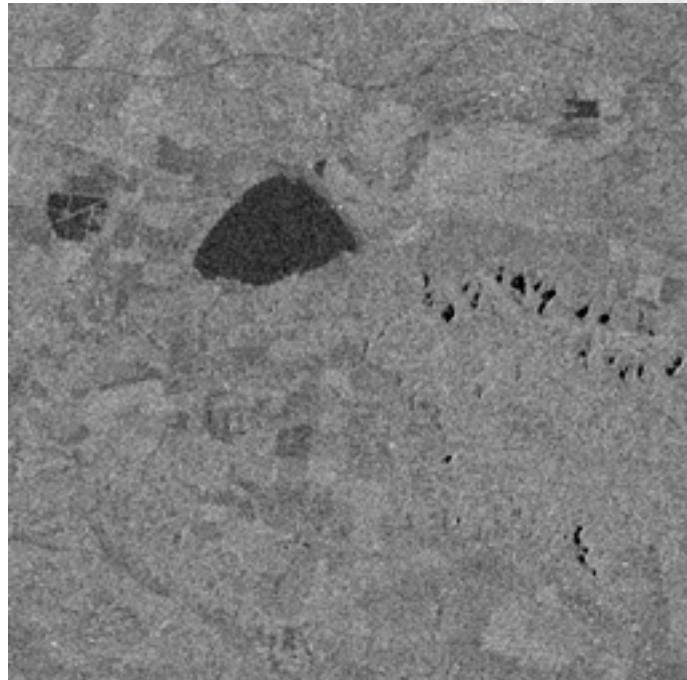


inhaltsbezogene Bildfusion



Vergleich verschiedener Korrelationsverfahren

Quellbilder (Test-Szene: Nordhausen/Thüringen)



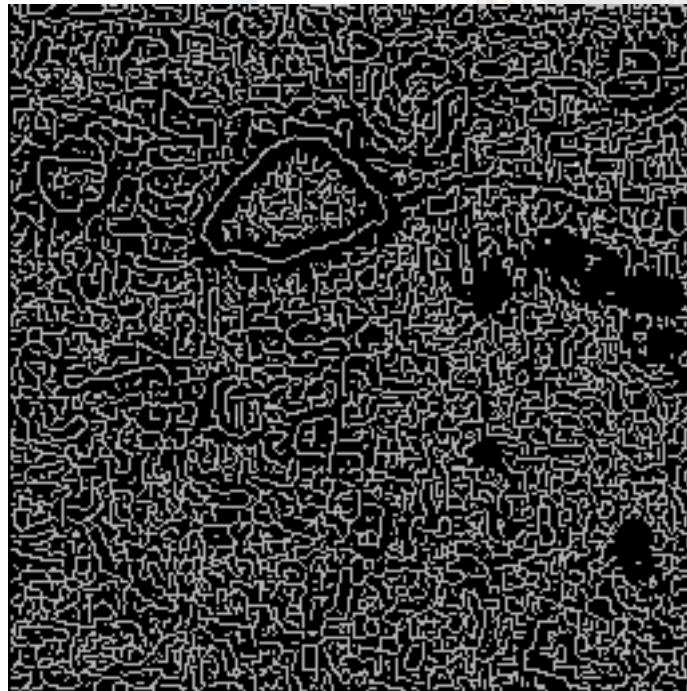
ASAR VV-Polarisation



Landsat-5, Kanal 3

Vergleich verschiedener Korrelationsverfahren

extrahierte Kanten



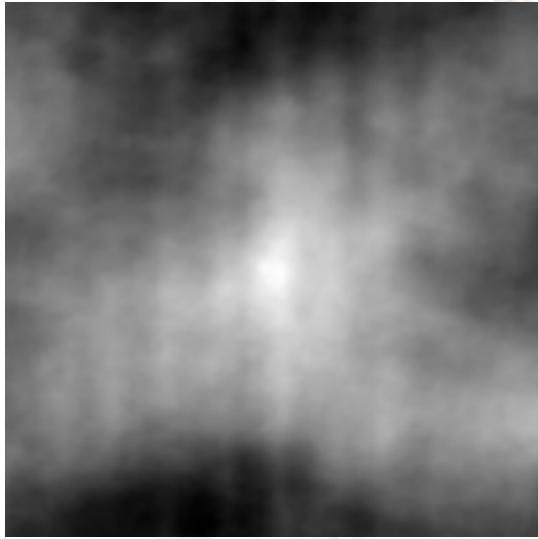
ASAR VV-Polarisation



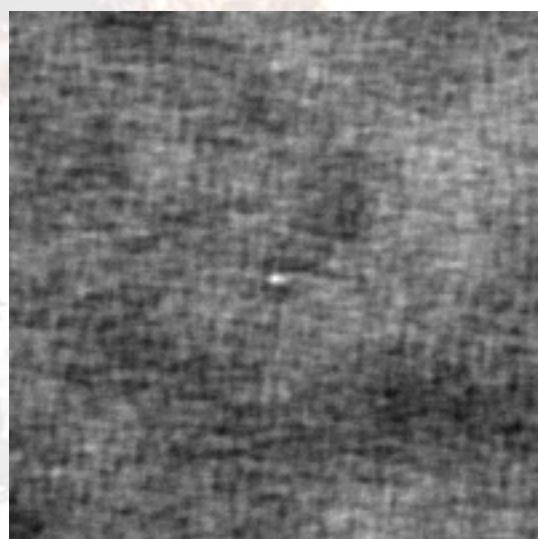
Landsat-5, Kanal 3

Vergleich verschiedener Korrelationsverfahren

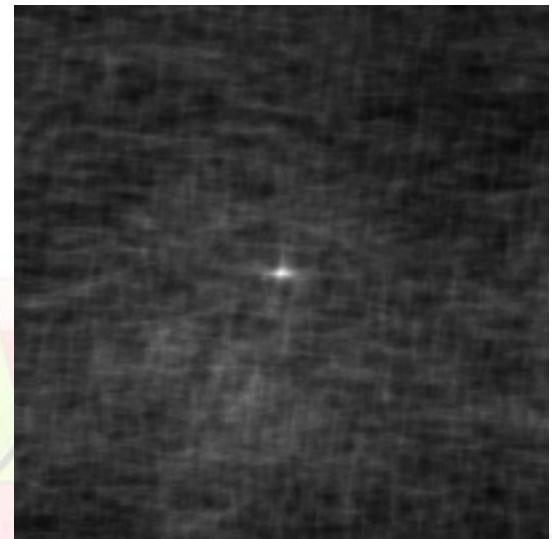
Korrelationsergebnisse



Grauwert-basiert



Korrelaton der Kanten-
bilder [nach A. Pinz]

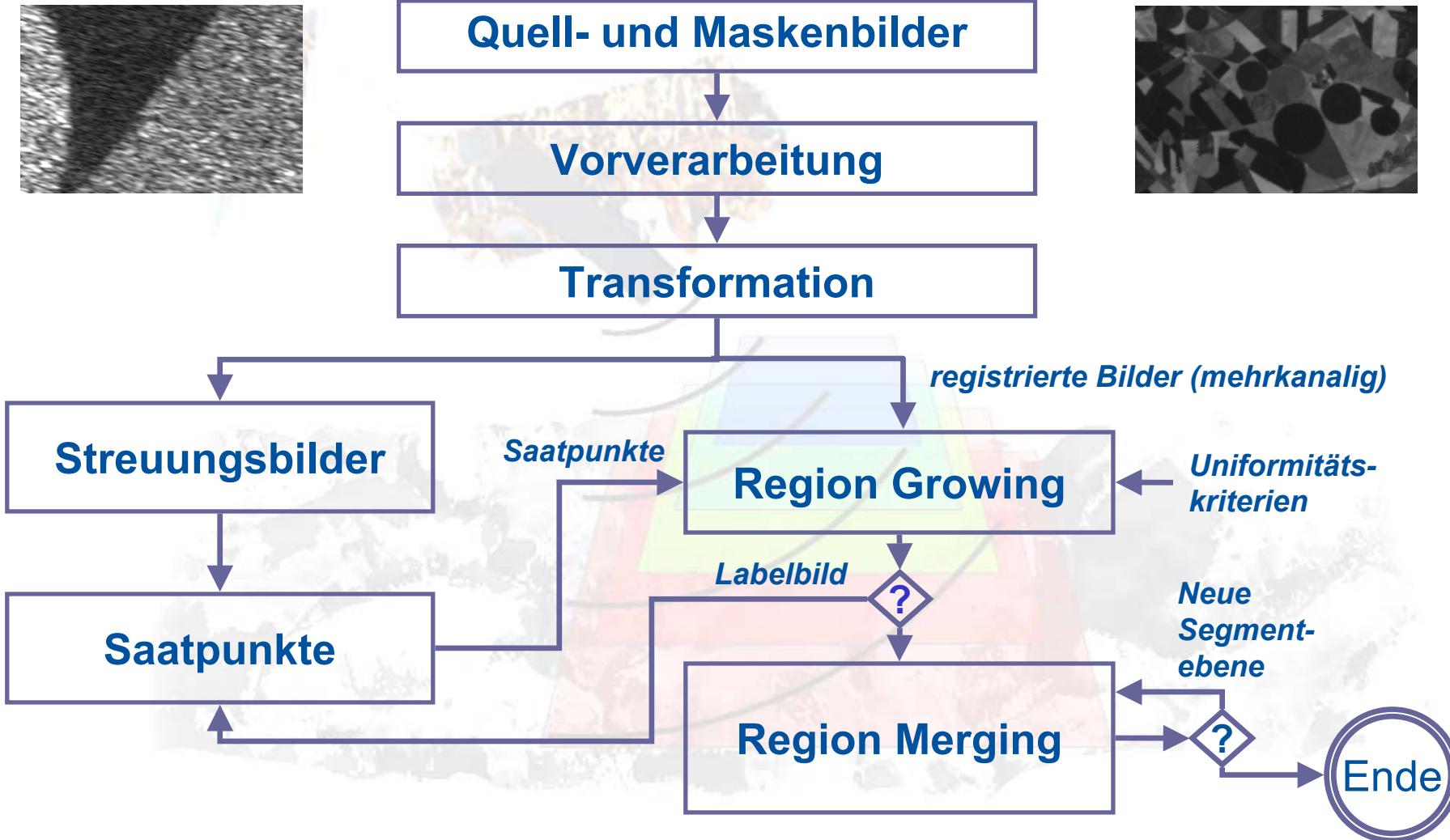


kombinierte Betrags- und
Richtungskorrelation

Segmentierung

- Segmentierung von multisensoriellen, multispektralen Bildern
- möglichst unüberwachte Segmentierung
- Hierarchische Segmentstruktur (Grob- / Feinsegmentierung)
 - Eingang:
 - mehrere Bilder und Maskenbilder
 - Gewichte für Einfluss der einzelnen Kanäle auf das Ergebnis
 - affine Transformationsparameter für Registrierung
 - Ausgang:
 - Bilder des Zielbereiches (definiert durch UTM-Koordinaten)
 - ein Labelbild pro Hierarchieebene

Segmentierung





Kanten erhaltende Glättungsfilter

Symmetric Nearest Neighbourhood (SNN)
für optische Bilder

Adaptive-Filter zur Unterdrückung von
Specklerauschen in SAR-Bildern
(Kuan-, Lee-, Enhanced Lee- Filter)

Segmentierung

Vorverarbeitung



Transformation



Streuungsbilder



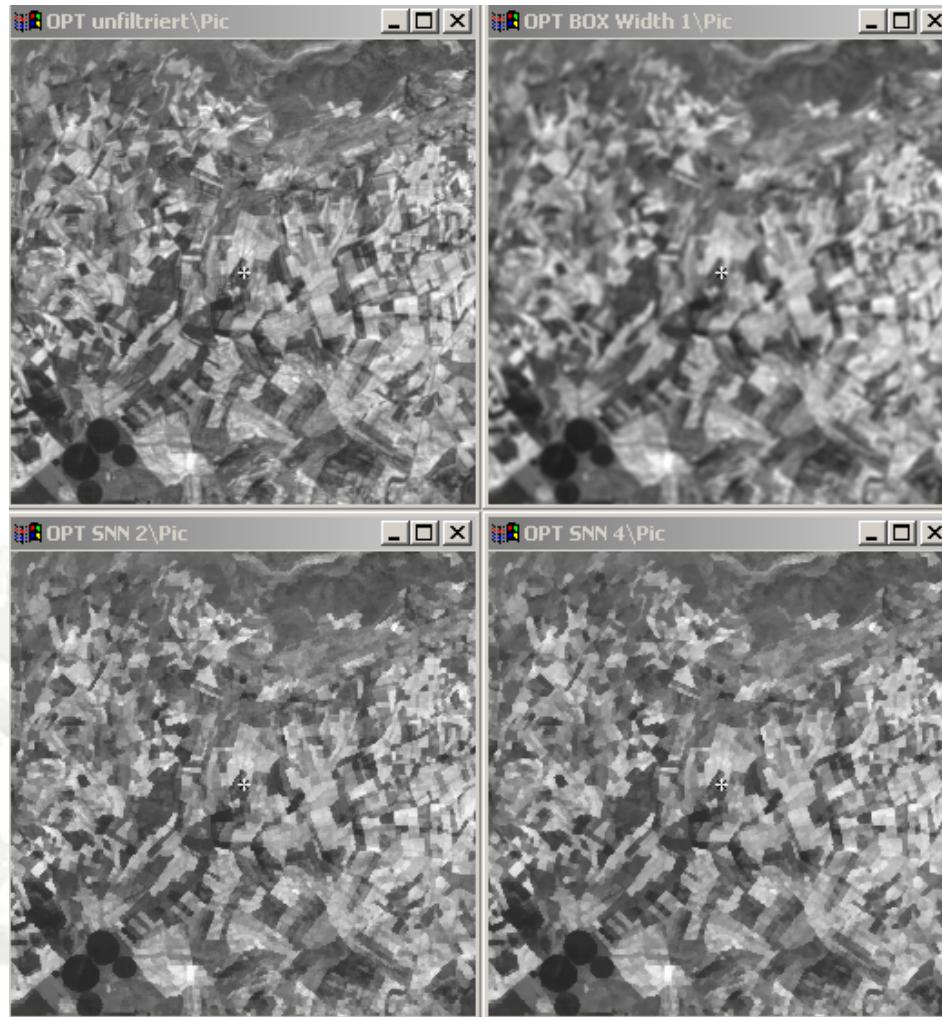
Saatpunkte



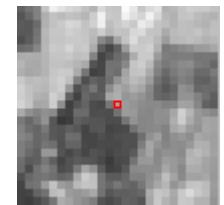
Region Growing



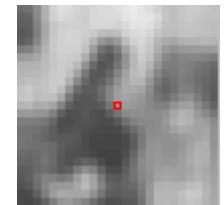
Region Merging



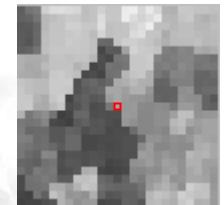
optischer Ausschnitt



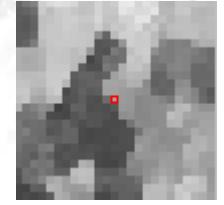
original



Box (3x3)

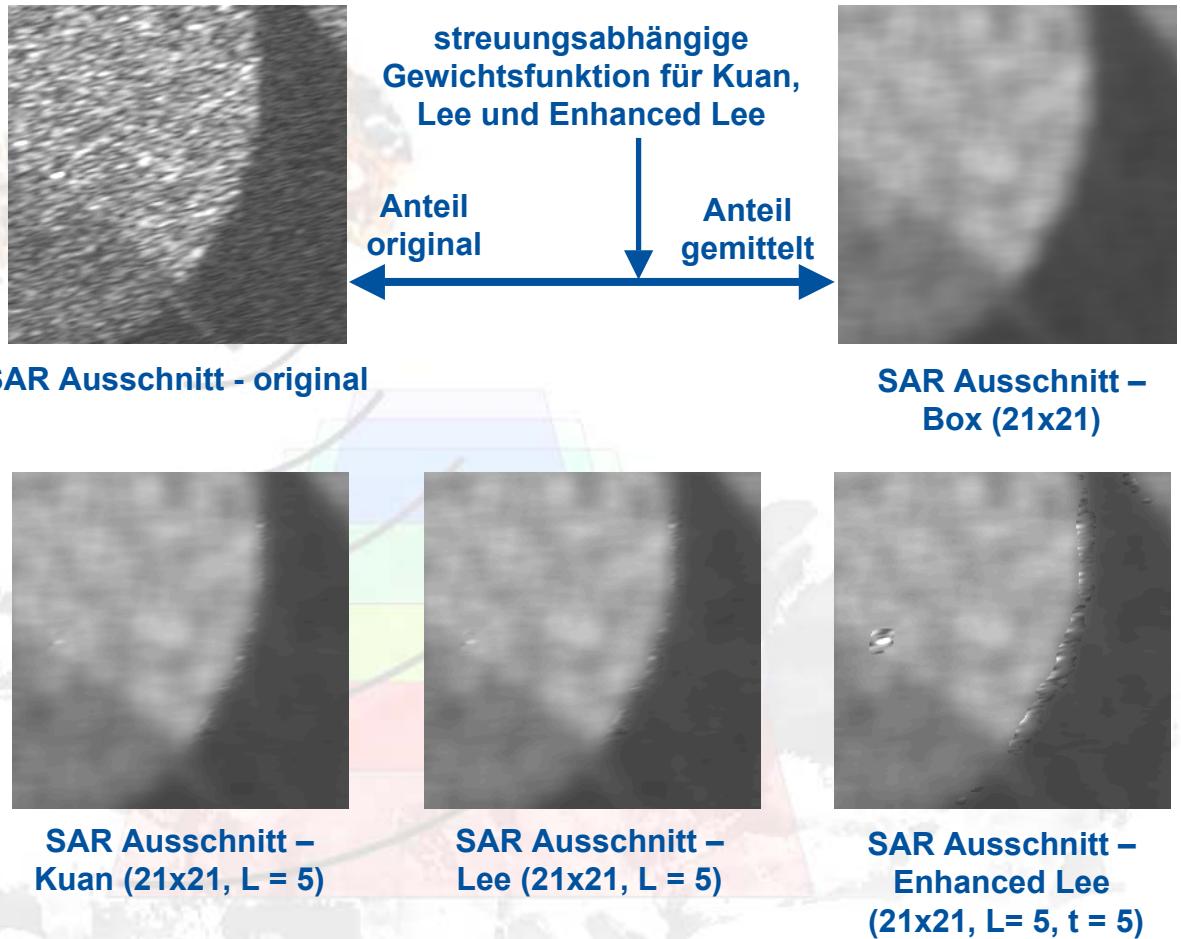
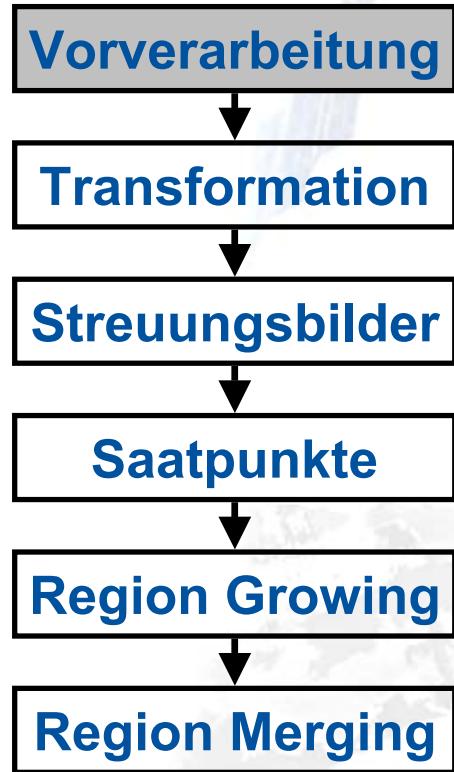


SNN (2 Paare)

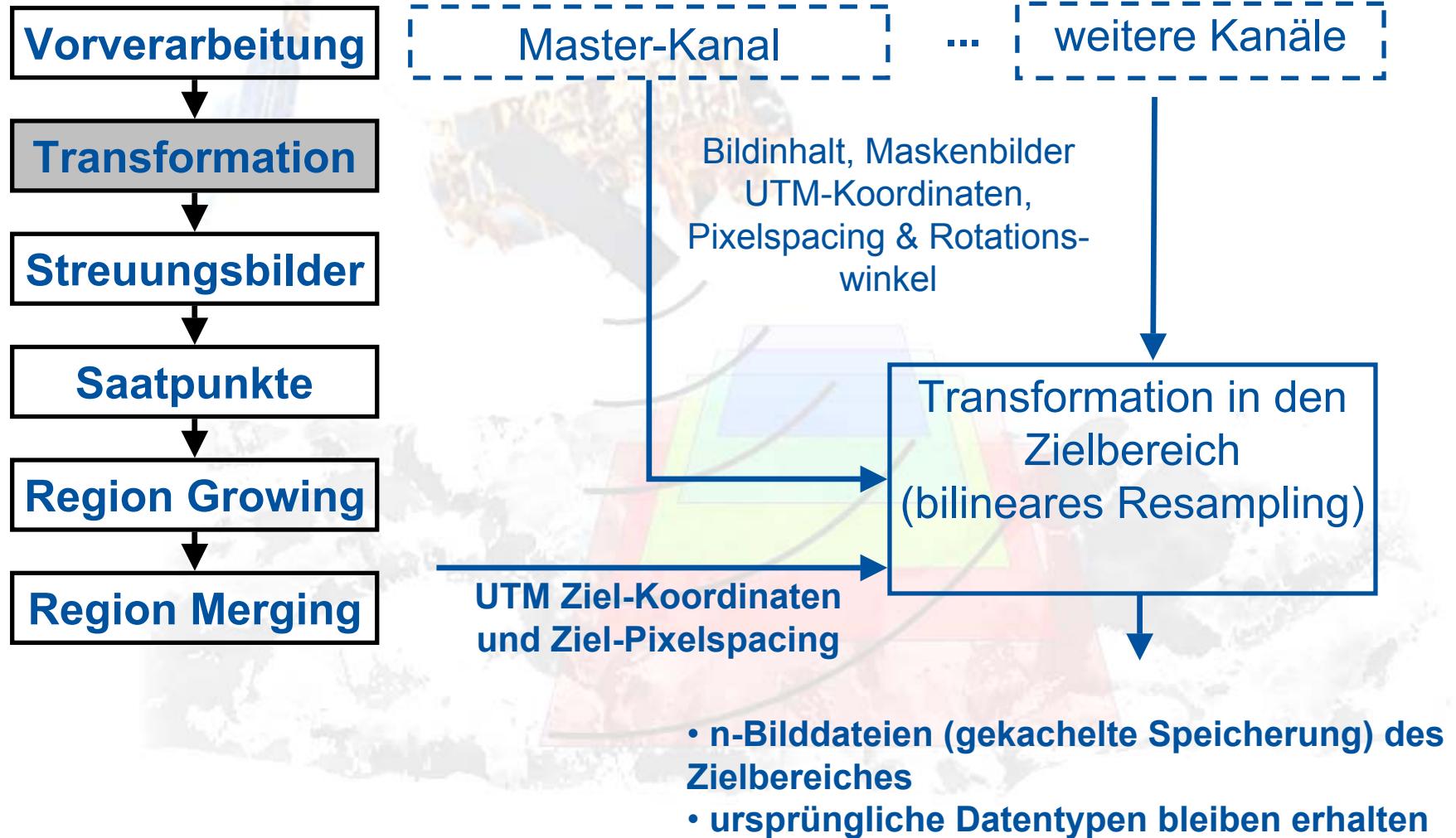


SNN (4 Paare)

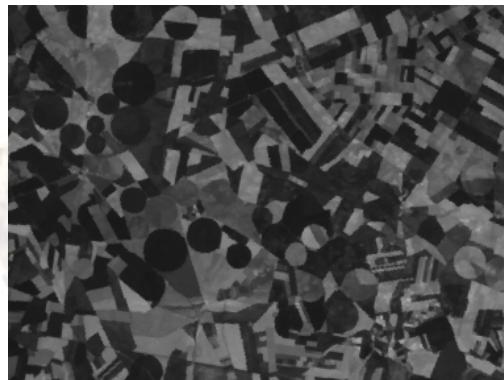
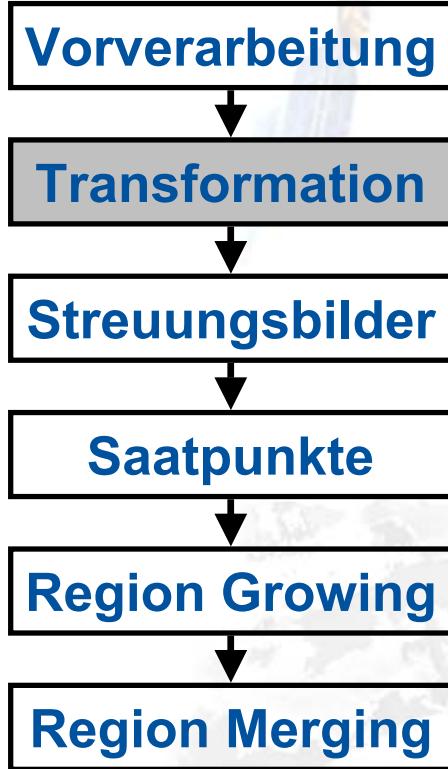
Segmentierung



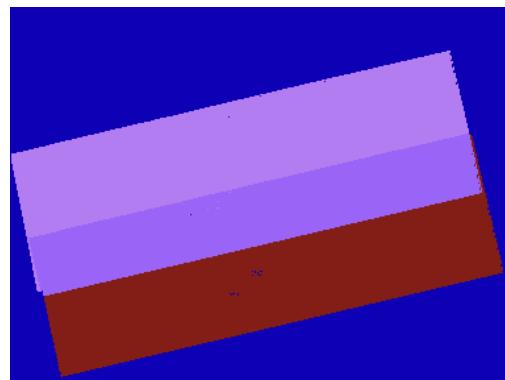
Segmentierung



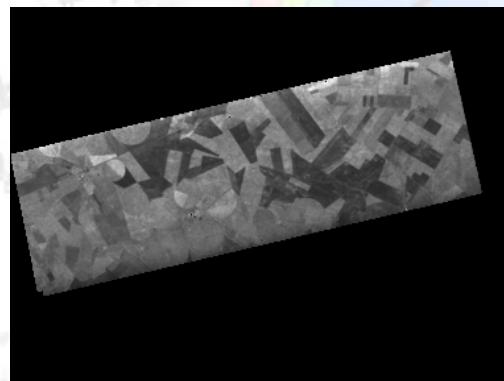
Segmentierung



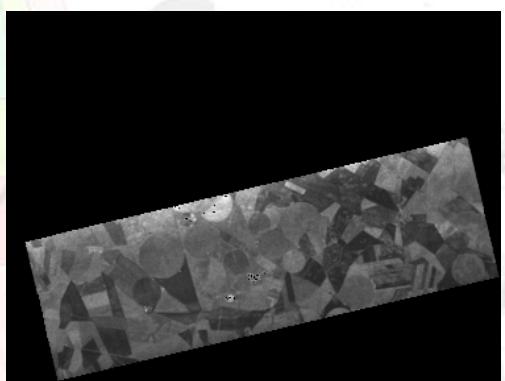
Zielbereich
Masterszene (optisch)



Zielbereich Maskenbild (Kanäle 1-8)

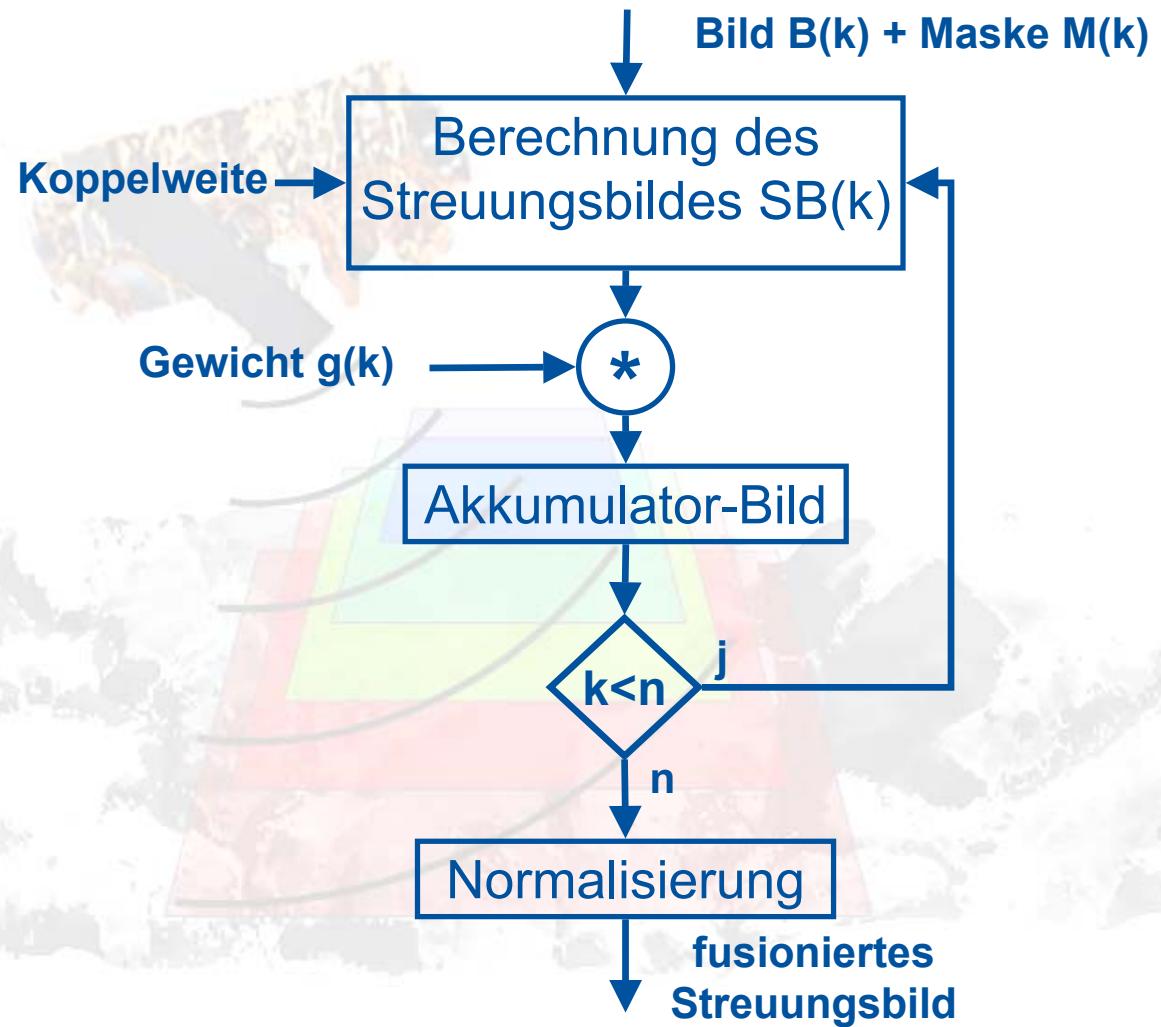


Zielbereich Kanal 2
(SAR)

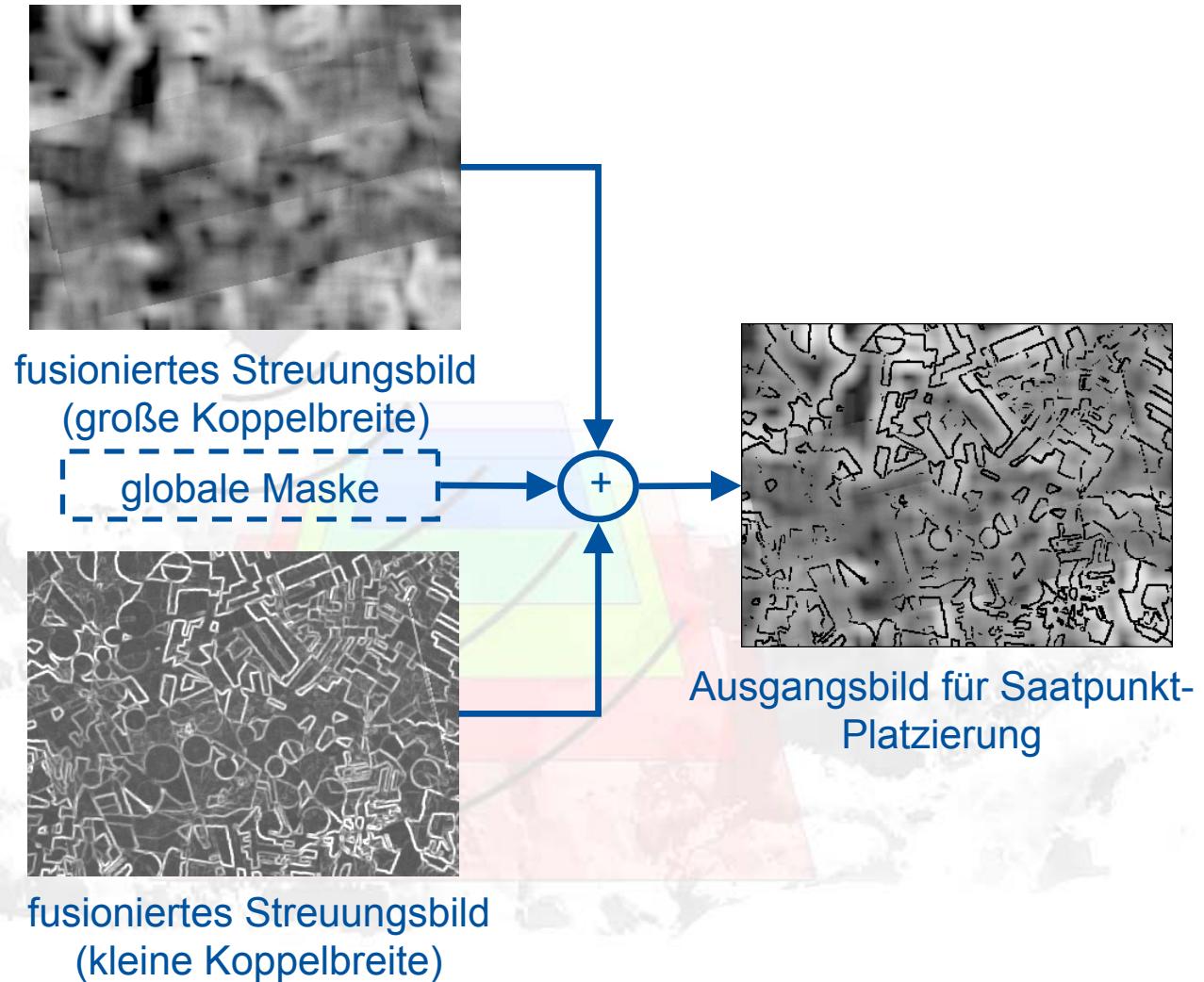


Zielbereich Kanal 3
(SAR)

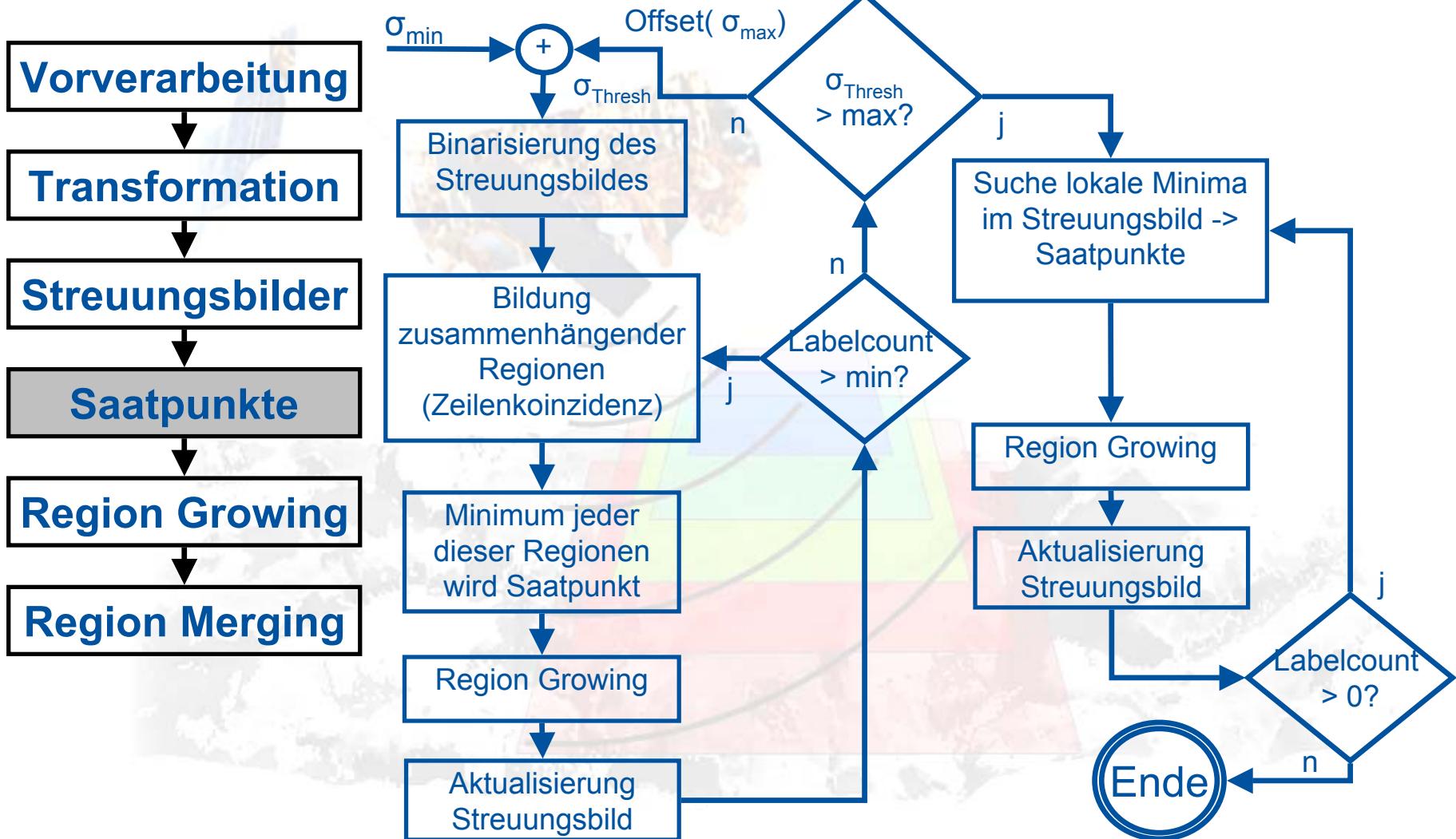
Segmentierung



Segmentierung



Segmentierung





- großer Arbeitsspeicherbedarf aufgrund großer zu erwartender Bilder, mehrere Kanäle und Datentypen bis 8Byte
- Speichermanagement für gekachelte Bildstapel (Kanäle 0-n, Maskenbilder 0-n, Labelbild)
- Reduzierung der Auslagerungen von Kacheln durch gesteuertes Wachstum der Regionen in Abhängigkeit von den Distanzen zu den jeweiligen Nachbarsaatpunkten
- Anlagerung eines Pixel an Segment, wenn Bedingung **Gesamtdistanz <= Uniformitätskriterium** erfüllt ist

Segmentierung



Vorverarbeitung



Transformation



Streuungsbilder



Saatpunkte



Region Growing

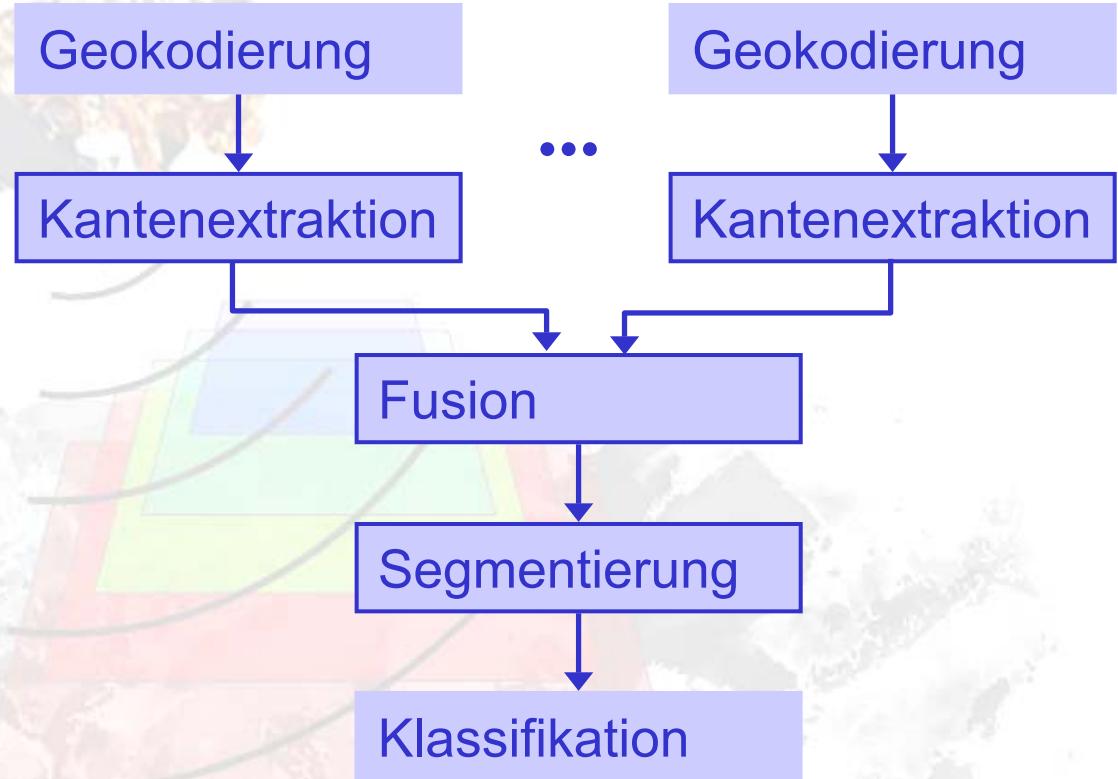


Region Merging

- Aufweichen des Uniformitätskriteriums für jeweilige Hierarchieebene
- Zusammenfassung benachbarter Segmente wenn Distanzen der Mittelwerte dem Uniformitätskriterium genügen
- Nachbearbeitung zur Entfernung kleinstter Segmente



Klassifikation (testweise)



□ Kenndaten des Versuchs:

– Umfang der Belehrungsdatensätze:

- Wald: 4 (Stichproben)
- Wasser: 4
- urbane Region: 4
- Landwirtschaft (3 Subklassen): jeweils 3

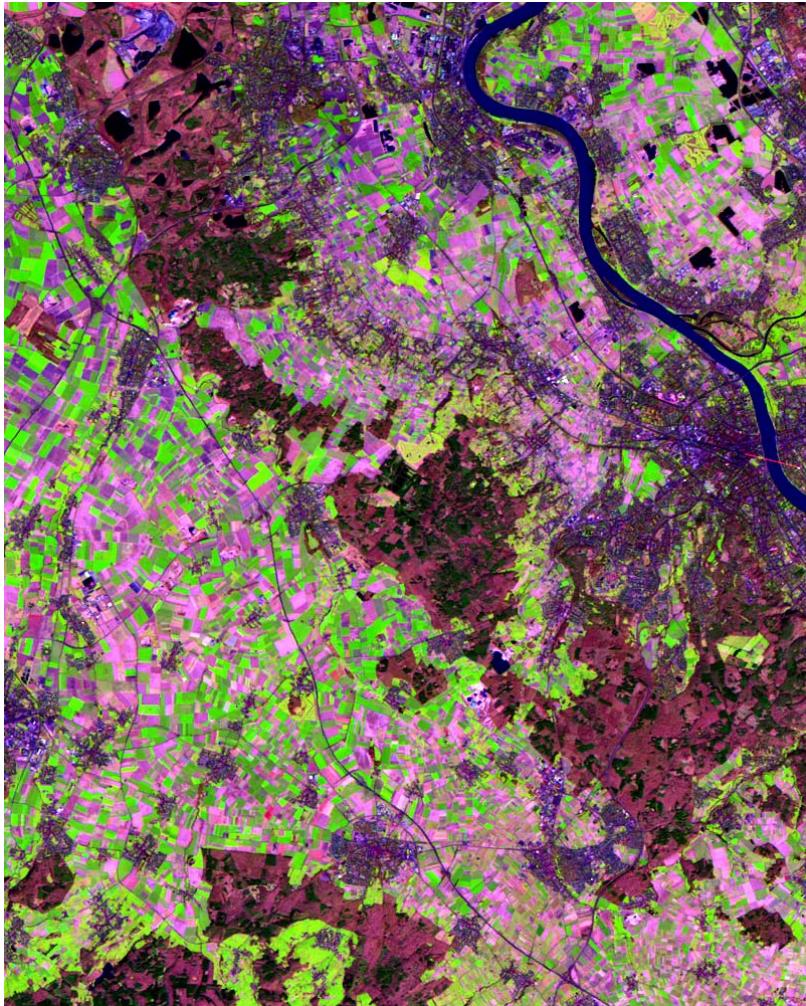
– Belehrung auf Grundlage der Mittelwerte und Varianzen der jeweiligen Kanäle

– Szene bestehend aus:

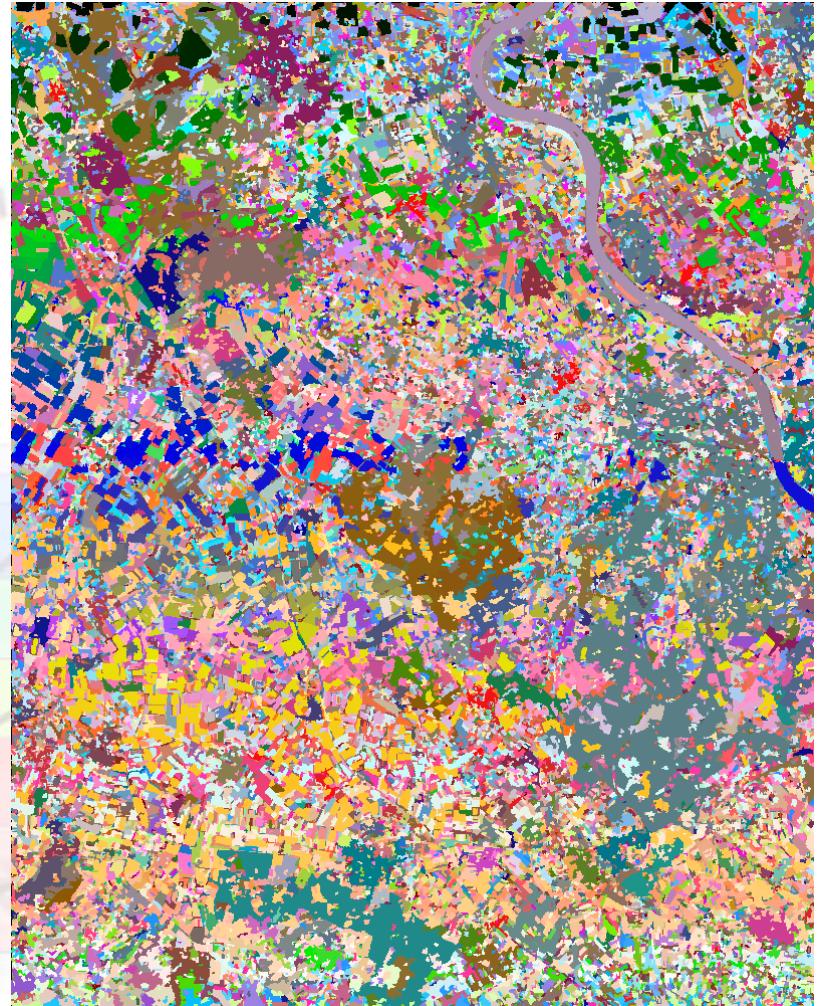
- 6 Landsat-5-Kanälen,
- 4 ASAR-Kanälen (VV-Polarisation; gleicher Swath) und
- eine multitemporale Zusammenfassung der ASAR-Kanäle

– Test anhand 120 Datensätze

Test mittels numerische Klassifikation

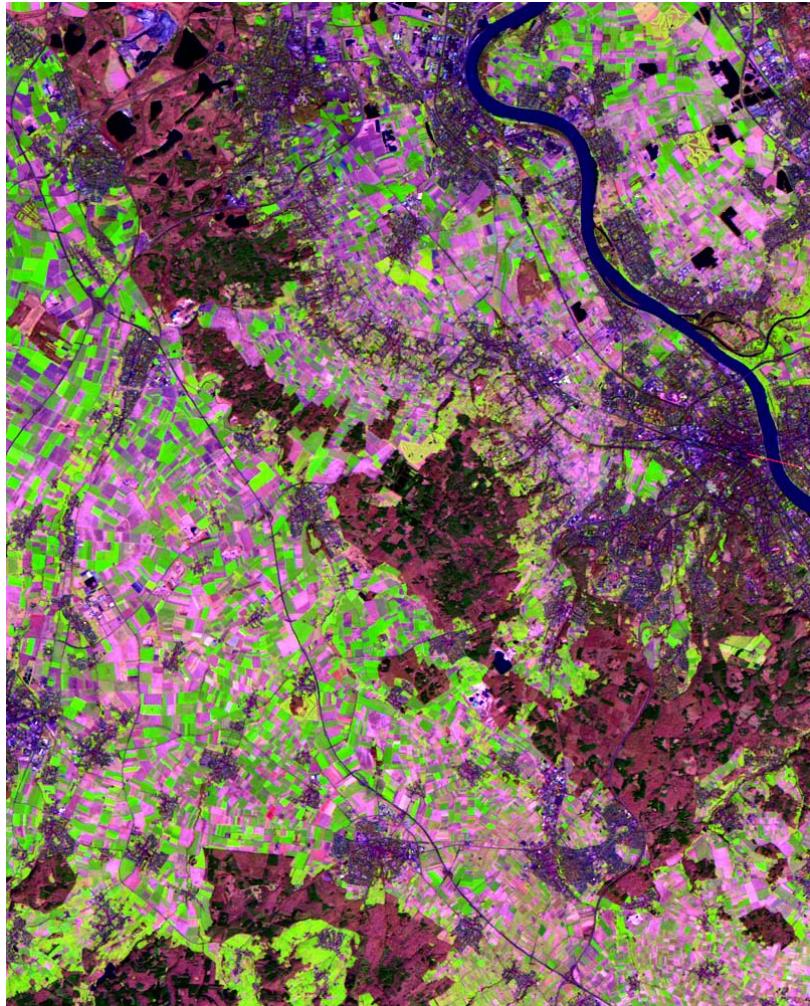


RGB-Komposit aus 3 LS-5-Kanälen

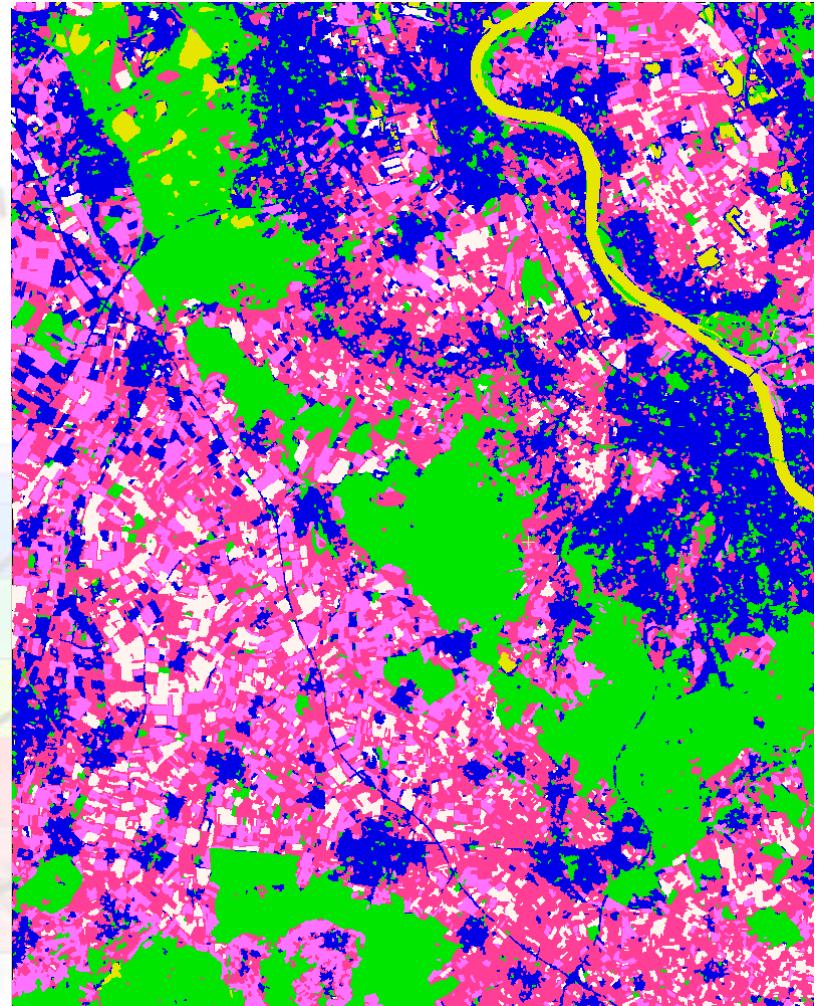


Segmentierungsergebnis

Test mittels numerische Klassifikation

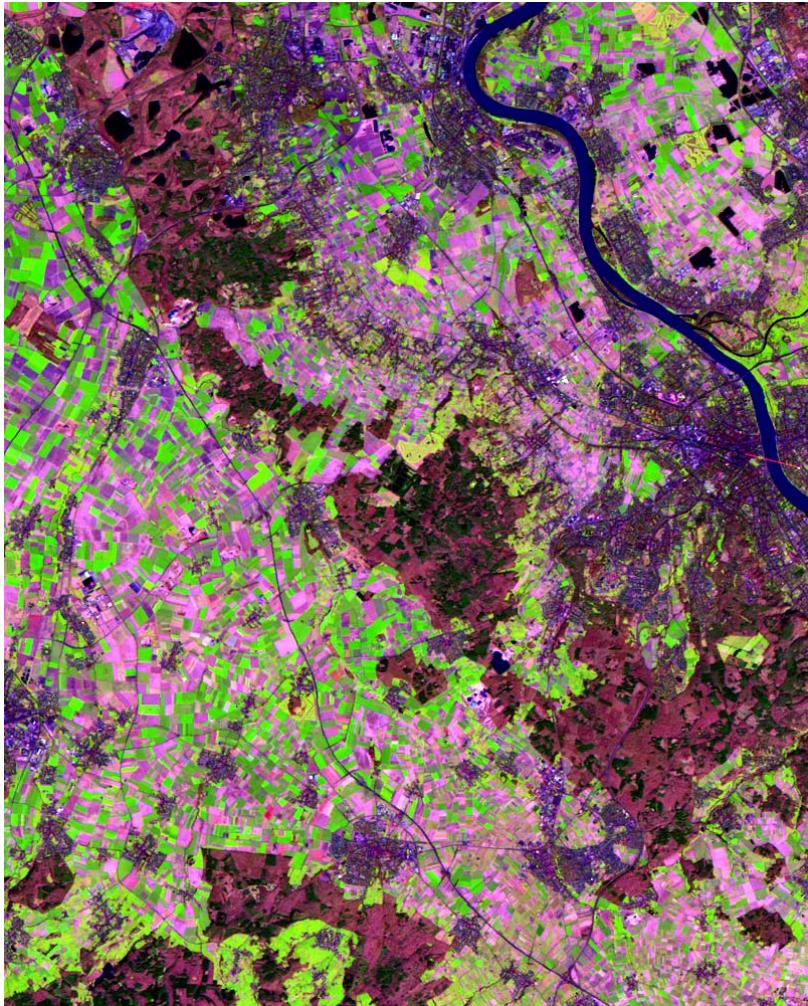


RGB-Komposit aus 3 LS-5-Kanälen

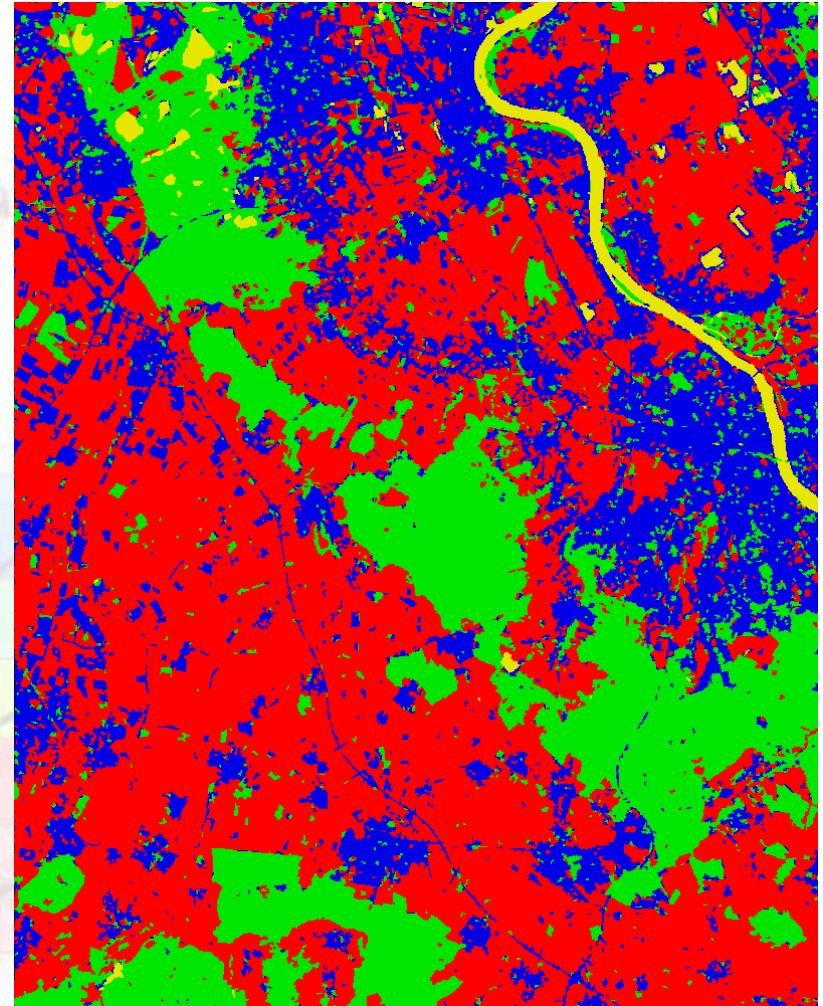


Ergebnis SVM (3 LW-Subklassen)

Test mittels numerische Klassifikation



RGB-Komposit aus 3 LS-5-Kanälen

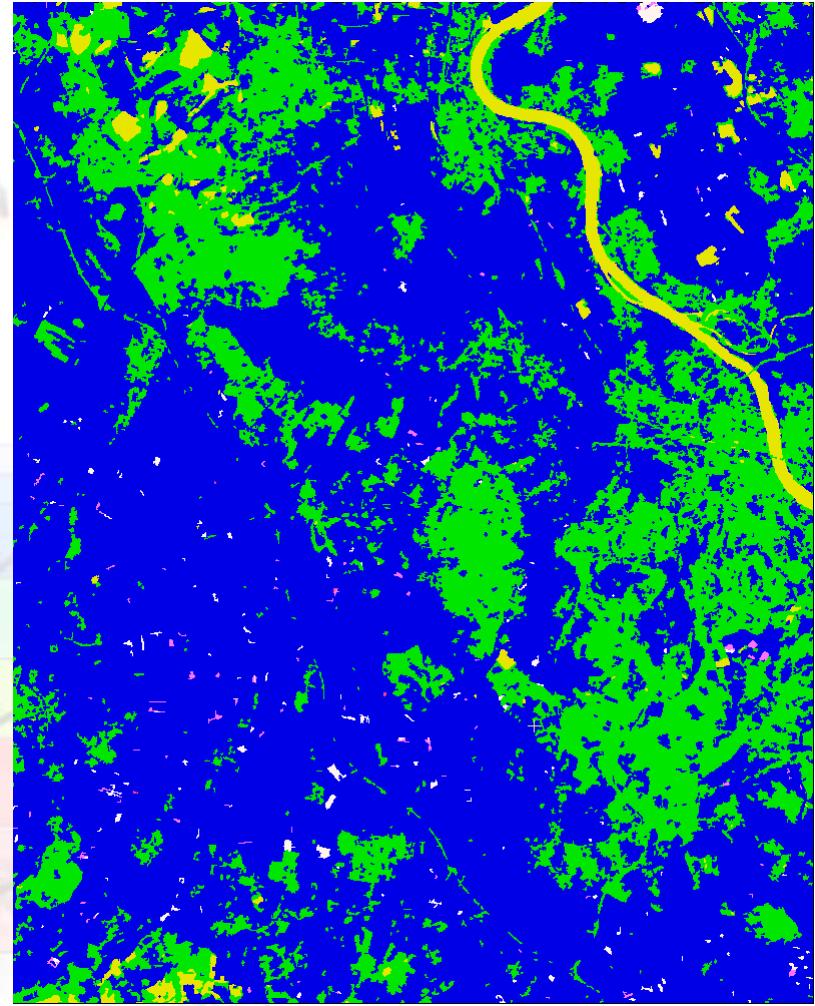


Ergebnis SVM (eine LW-Klasse)

Test mittels numerische Klassifikation

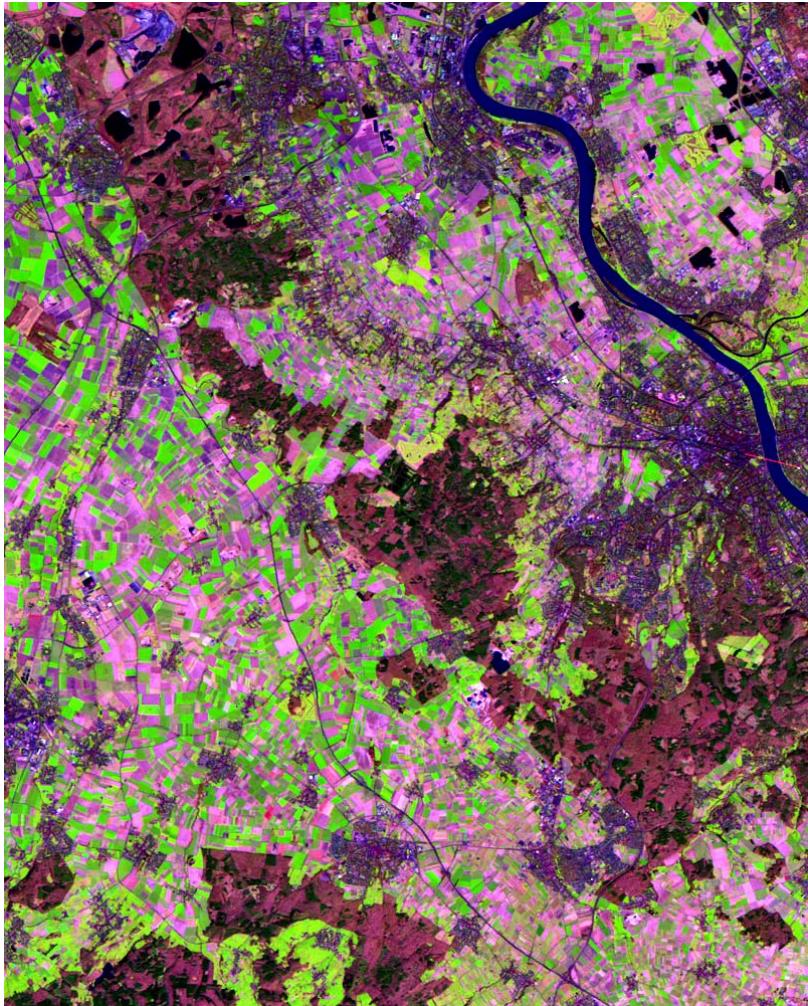


RGB-Komposit aus 3 LS-5-Kanälen

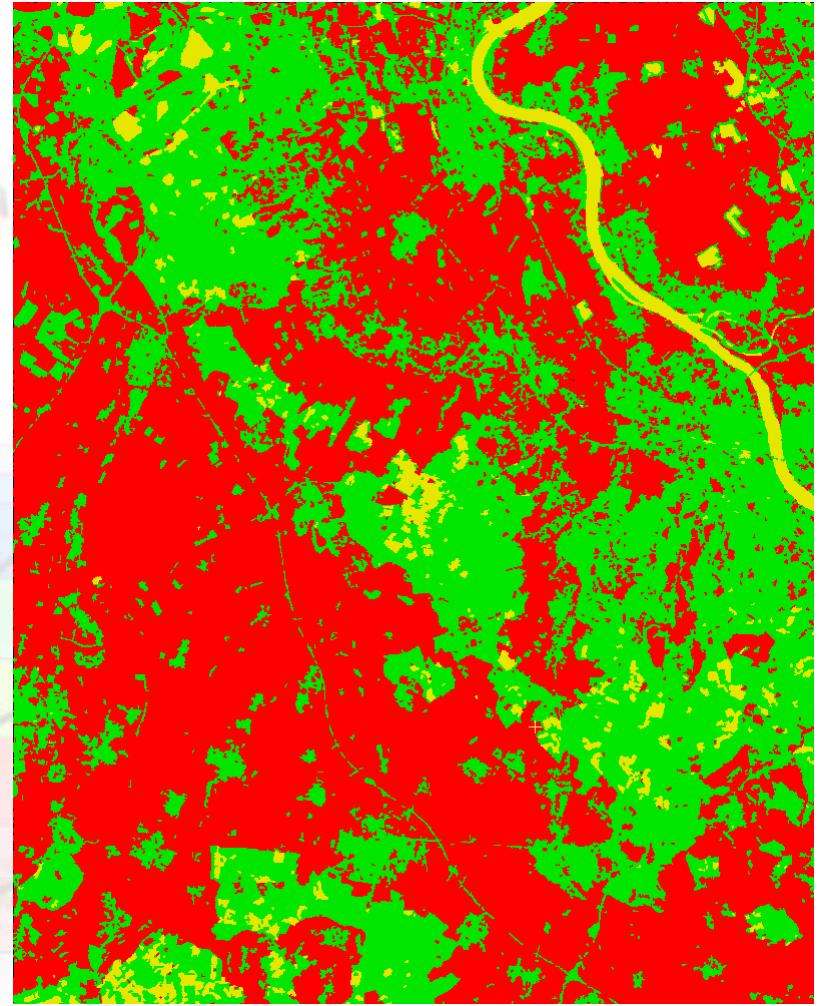


Ergebnis KNN (3 LW-Sub-Klassen)

Test mittels numerische Klassifikation



RGB-Komposit aus 3 LS-5-Kanälen



Ergebnis KNN (eine LW-Klasse)

□ Ergebnis:

- Fehlklassifikationsrate der numerischen Klassifikation bei **SVM: 2,5%** (3 von 120 Referenzpixel)
(bezieht sich auf eine LW-Grundklasse!)
- zum Vergleich bei **KNN: 52,5% bzw. 25%** (63/120 bzw. 30/120)

□ Bewertung:

- bereits mit sehr einfacher Belehrung (wenige Stichproben) sind basierend auf der vorgestellten Segmentierung und einer SVM-Klassifikation (sehr) gute Ergebnisse erreichbar
- Einteilung in Landwirtschafts-Subklassen erscheint (momentan) überflüssig
- SVM-Implementierung im **VIP-Toolkit** sind geeigneter Ausgangspunkt für potentielle Implementation in ENVILAND