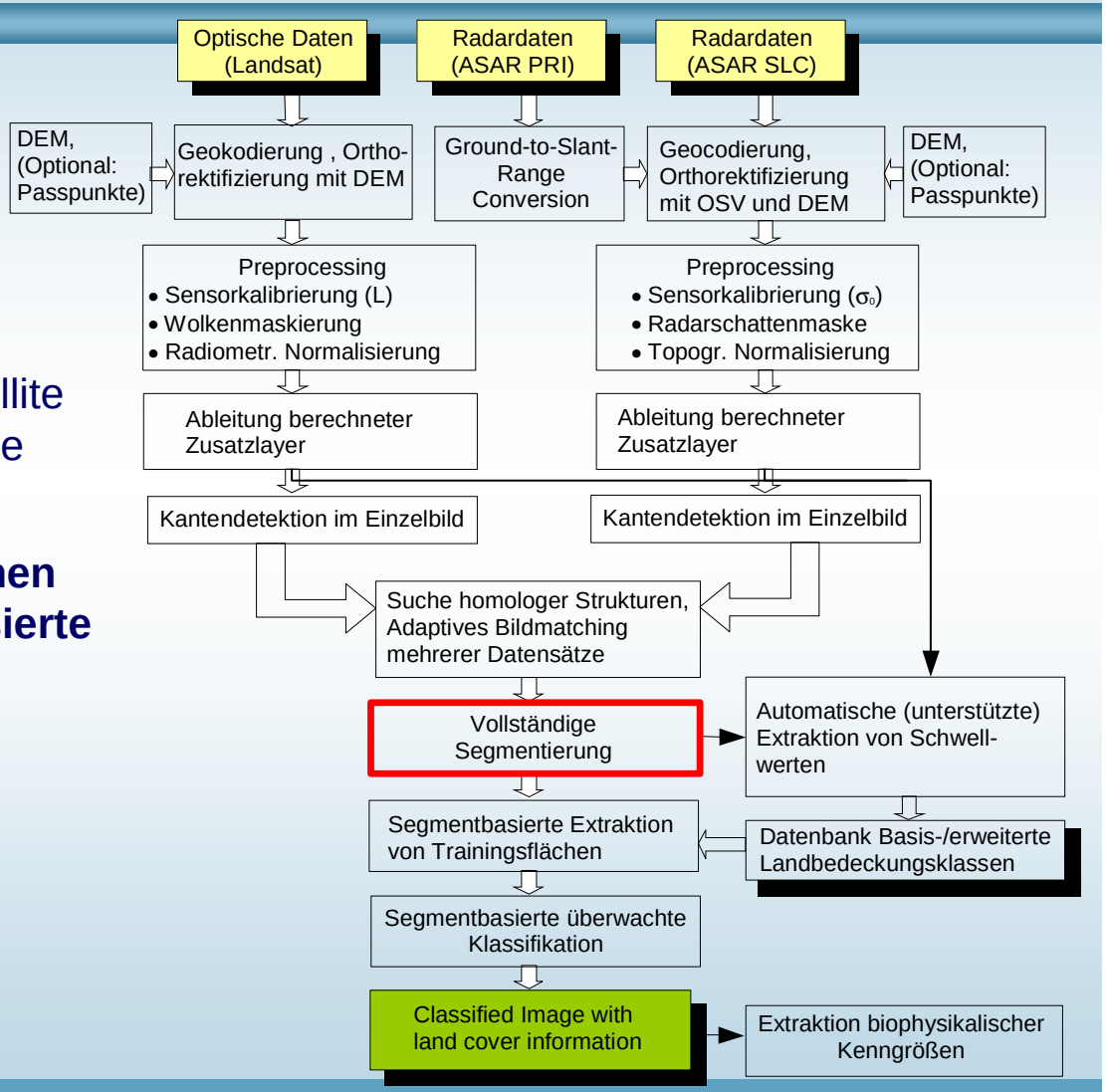
Aspekte der Segmentierung von Bildmaterial aus multispektralen Merkmalsräumen am Beispiel von Satellitendaten

Torsten Koch
Tim Kubertschak
Karl-Heinz Franke
Zentrum für Bild- und Signalverarbeitung (ZBS) e.V.

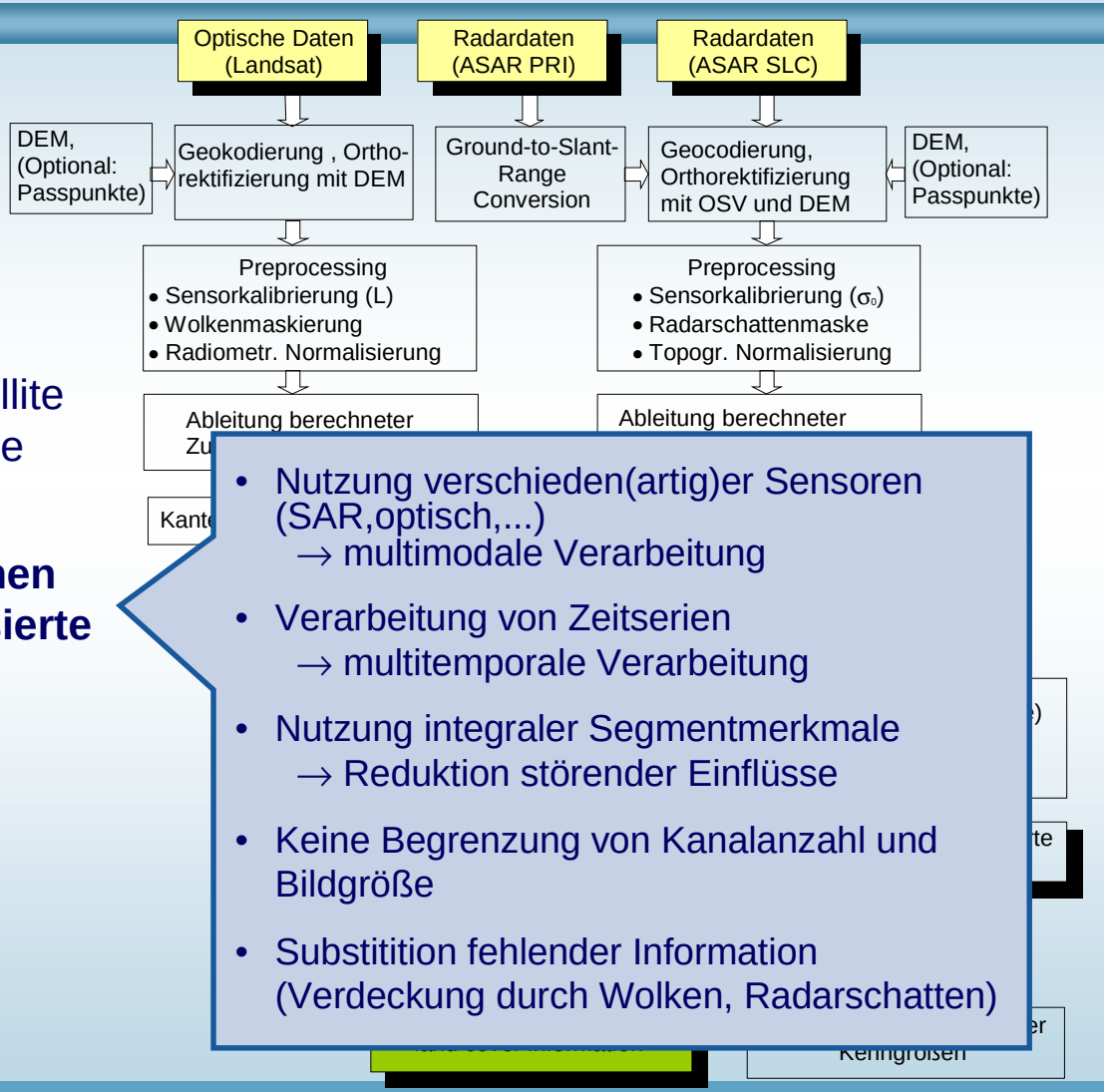
15. Workshop Farbbildverarbeitung, Berlin, 08./09.10.2009

Thematische Einordnung

- Bestandteil einer automatischen ENVILAND-Verarbeitungspipeline
- ENVILAND=Radar- and optical satellite data for ENVIronment and LAND use applications
- Synergetische Nutzung von **optischen** und **SAR**-Daten durch **segmentbasierte Klassifikation**
- Ziele:
  - automatische Kartierung von:
    - Siedlungen
    - Biotoptypen
    - Biomasse
  - Änderungsdetektion



Thematische Einordnung

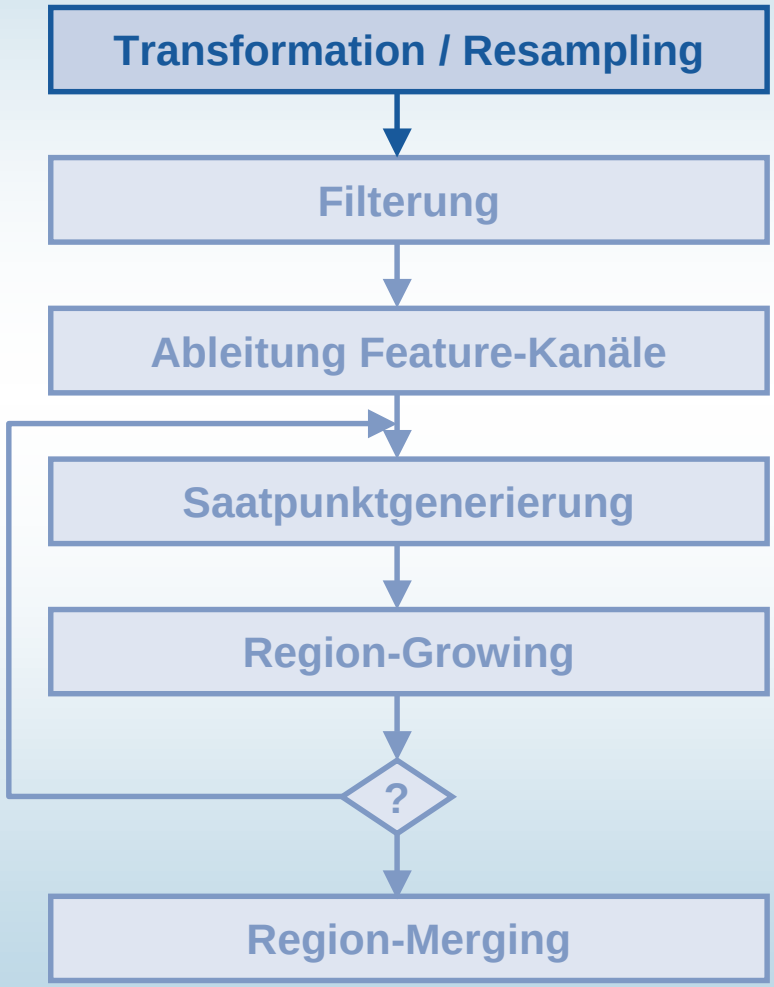


- Bestandteil einer automatischen ENVILAND-Verarbeitungspipeline
- ENVILAND=Radar- and optical satellite data for ENVIronment and LAND use applications
- Synergetische Nutzung von **optischen** und **SAR**-Daten durch **segmentbasierte Klassifikation**
- Ziele:
  - automatische Kartierung von:
    - Siedlungen
    - Biotoptypen
    - Biomasse
  - Änderungsdetektion

- Nutzung verschieden(artig)er Sensoren (SAR,optisch,...)
  → multimodale Verarbeitung
- Verarbeitung von Zeitserien
  → multitemporale Verarbeitung
- Nutzung integraler Segmentmerkmale
  → Reduktion störender Einflüsse
- Keine Begrenzung von Kanalanzahl und Bildgröße
- Substitition fehlender Information (Verdeckung durch Wolken, Radarschatten)

Arbeitsweise der Segmentierung

- Voraussetzung: registriertes Bildmaterial (GeoTIFF)
- Transformation in gemeinsames Pixelkoordinatensystem
- Beschränkung auf definierbaren (geographischen) Ausschnitt möglich
- Ergebnis: Vektorfeld auf gemeinsamer Rasterbasis (n-dimensionaler Bildstapel)



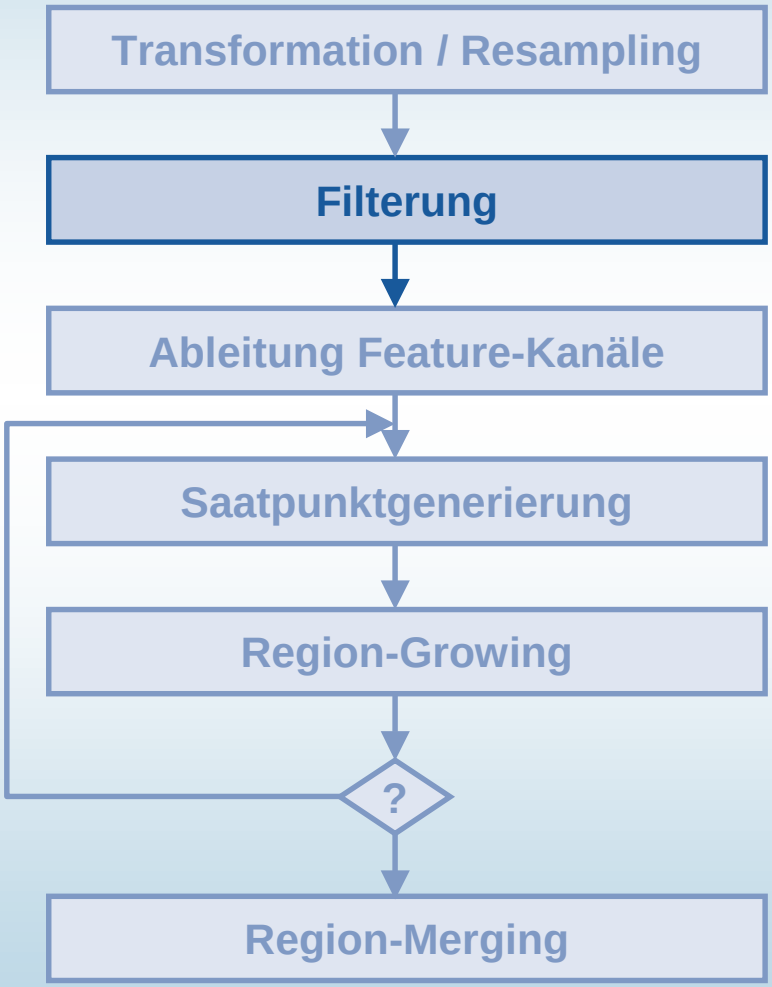
Arbeitsweise der Segmentierung

- Ziel: Reduktion noch vorhandener sensorspezifischer Störungen (Speckle, Rauschen)
- Anwendung verschiedener Filterverfahren zur Preprozessierung:

  SNN, Box, Lee, Enhanced Lee, Anisotrope Diffusionsfilterung, CWA, ASN, GIWA, VAWA

Original

AD-Filterung



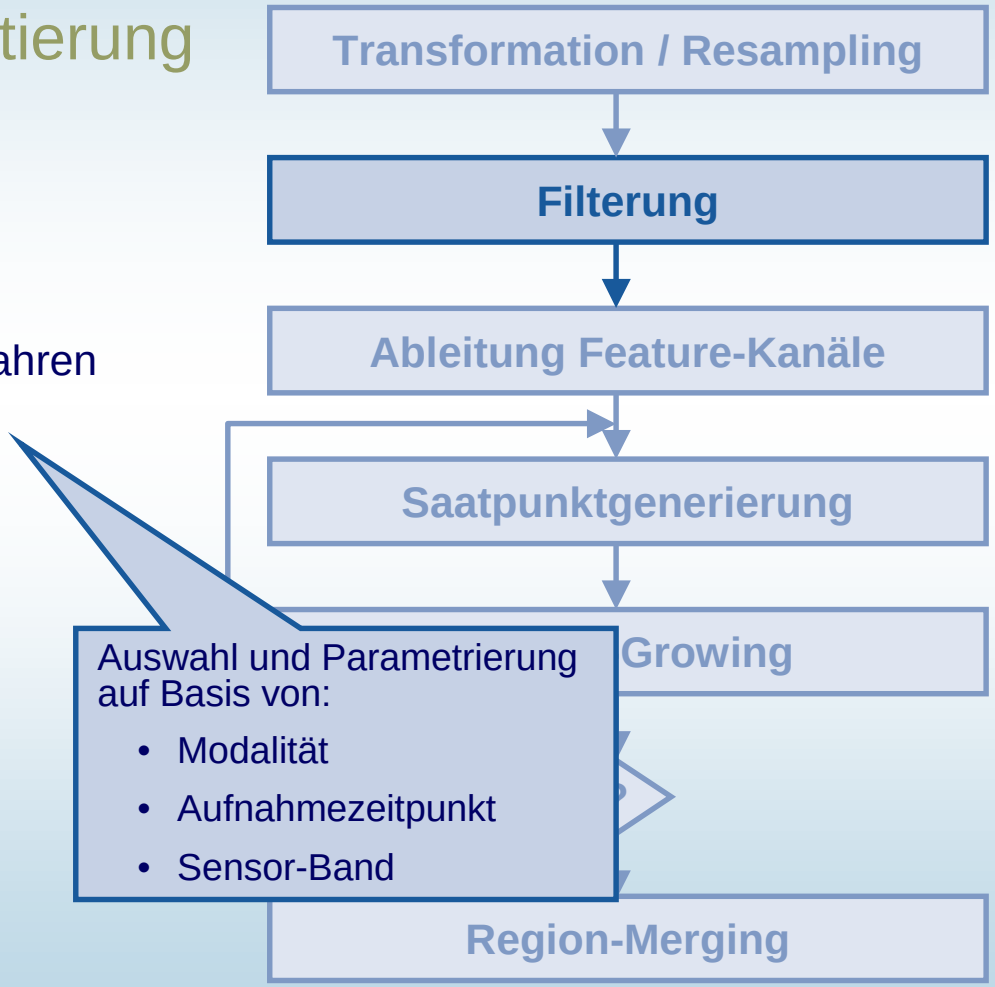
Arbeitsweise der Segmentierung

- Ziel: Reduktion noch vorhandener sensorspezifischer Störungen (Speckle, Rauschen)
- Anwendung verschiedener Filterverfahren zur Preprozessierung:

  SNN, Box, Lee, Enhanced Lee, Anisotrope Diffusionsfilterung, CWA, ASN, GIWA, VAWA

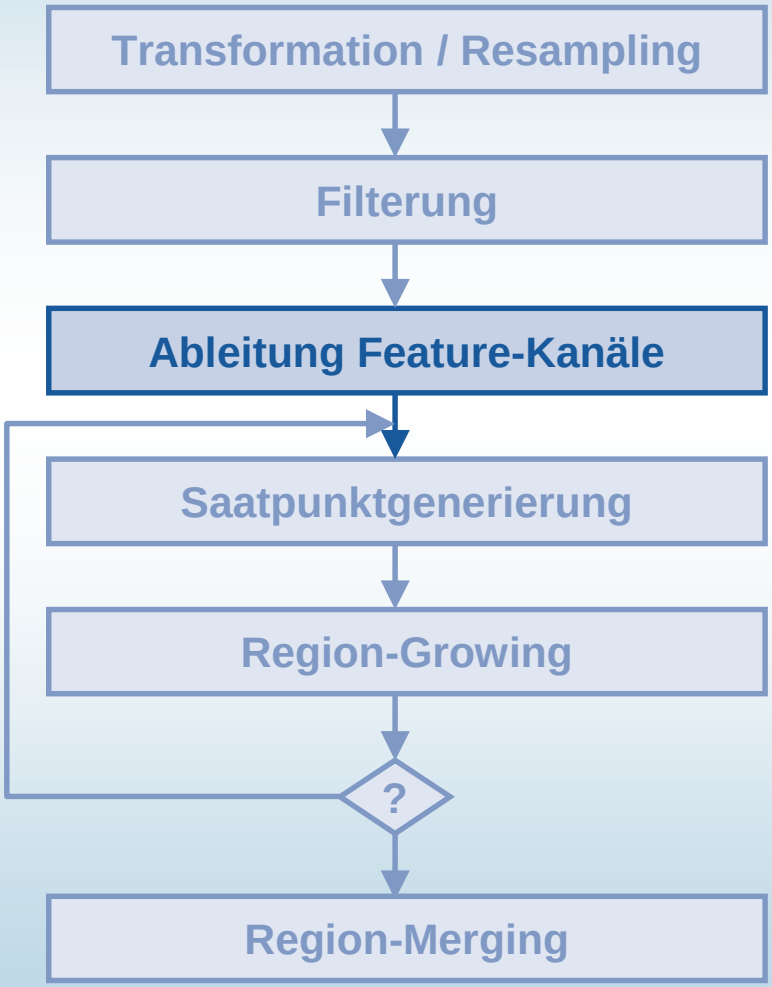
Original

AD-Filterung



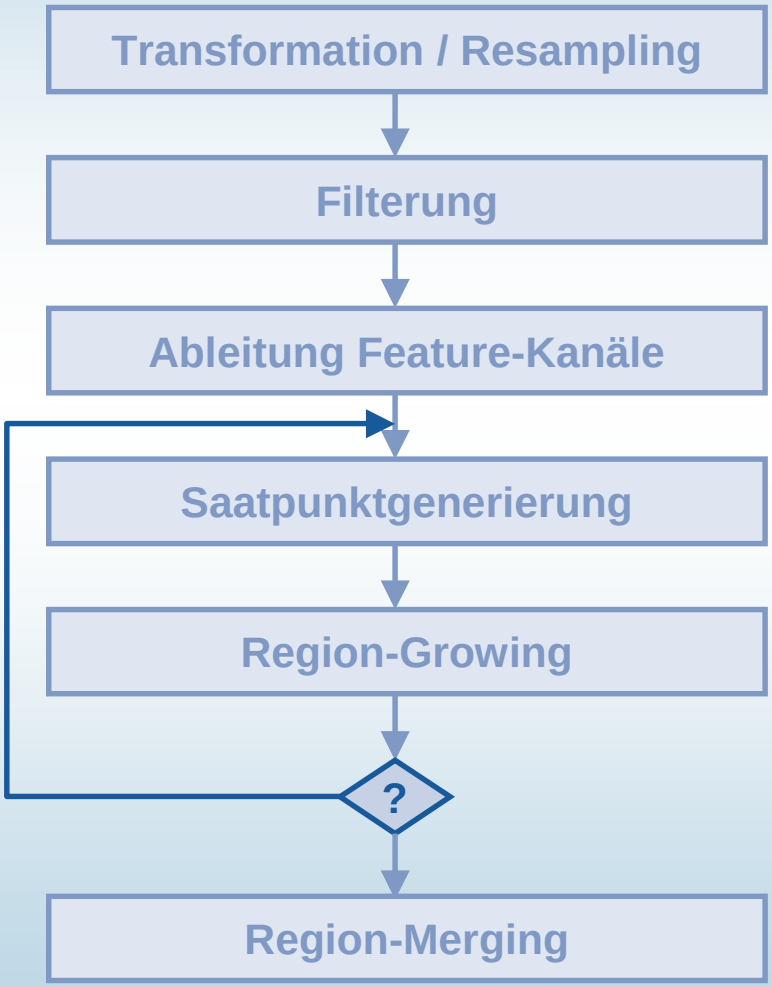
Arbeitsweise der Segmentierung

- ggf. Ableitung weiterer Merkmalsbilder (z.B. Mittelwert, Varianz, NGLD, ...)
- Ziel:
  - Vergrößerung des Merkmalsraumes
  - Verbesserung der Trennbarkeit



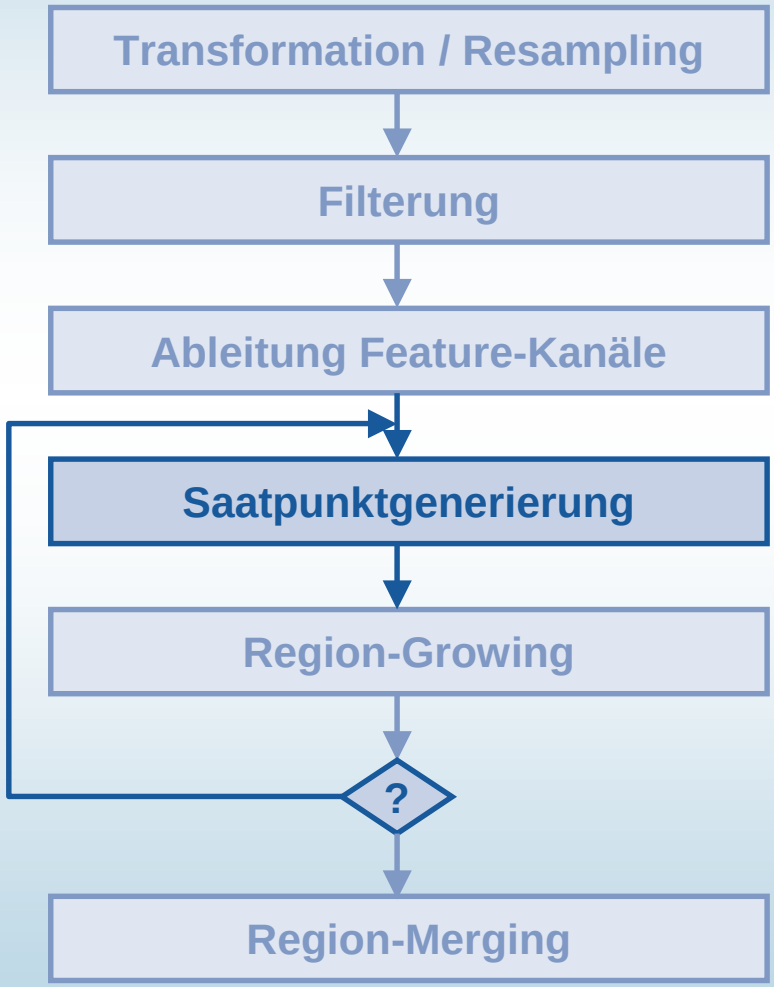
Arbeitsweise der Segmentierung

- Iteration über ...



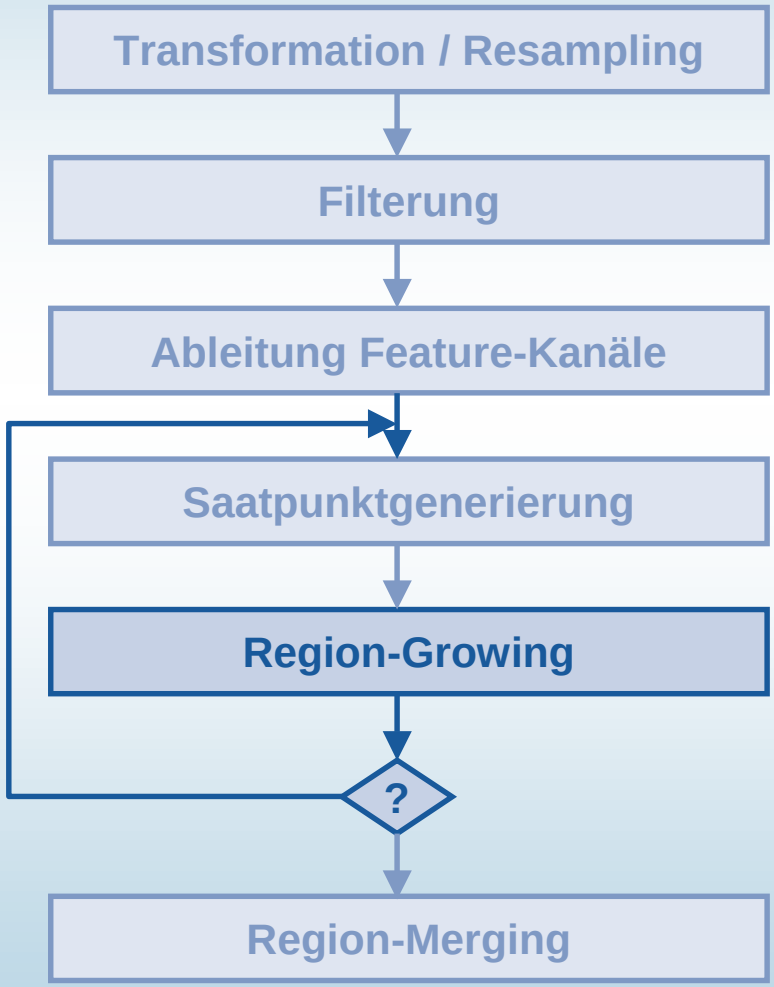
Arbeitsweise der Segmentierung

- Iteration über ...
- Saatpunktgenerierung
  - Ermittlung von Saatpunkt-Positionen für das Growing-Verfahren (in möglichst homogenen Bereichen, nicht auf Kanten)
  - Berücksichtigung aller Eingangskanäle und Merkmale



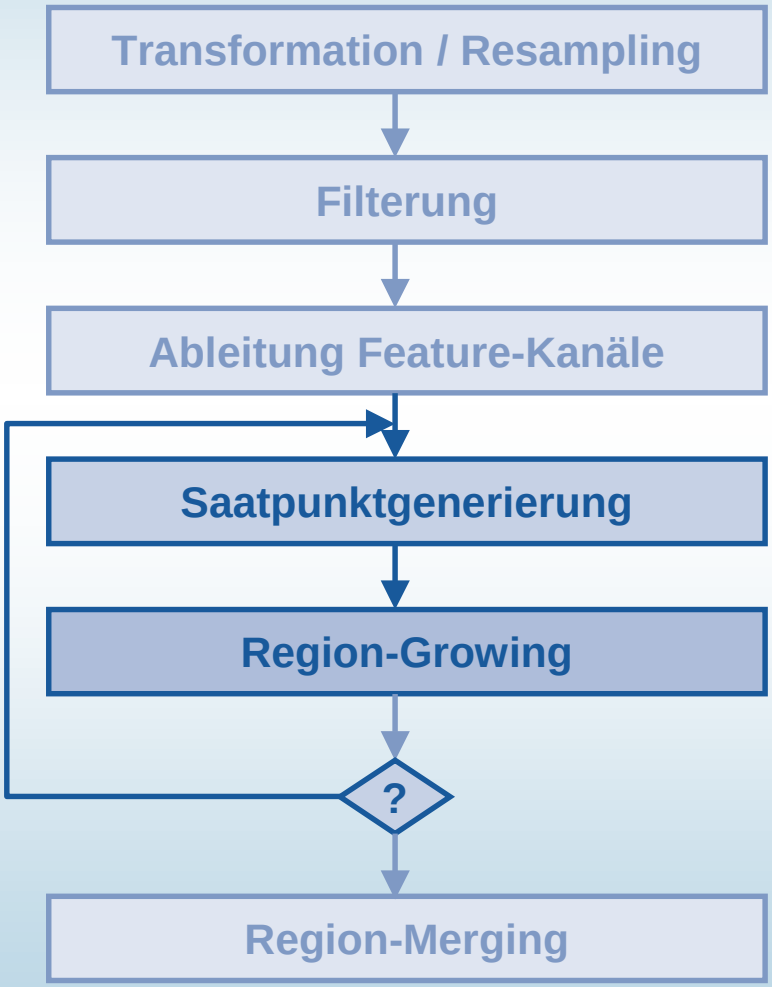
Arbeitsweise der Segmentierung

- Iteration über ...
- Saatpunktgenerierung
  - Ermittlung von Saatpunkt-Positionen für das Growing-Verfahren (in möglichst homogenen Bereichen, nicht auf Kanten)
  - Berücksichtigung aller Eingangskanäle und Merkmale
- Region-Growing
  - quasi-parallel
  - Zusammenfassung aller Punkte,die...
    - lateral zusammenhängen
    - im Merkmalsraum innerhalb eines definierten Abstandes liegen



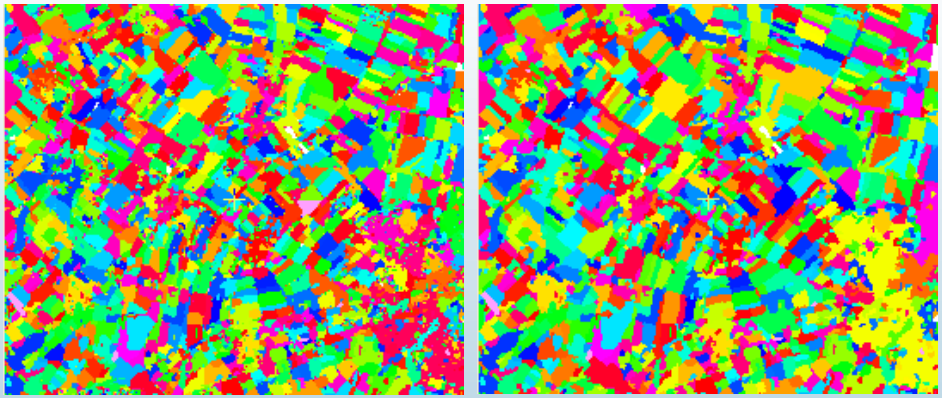
Arbeitsweise der Segmentierung

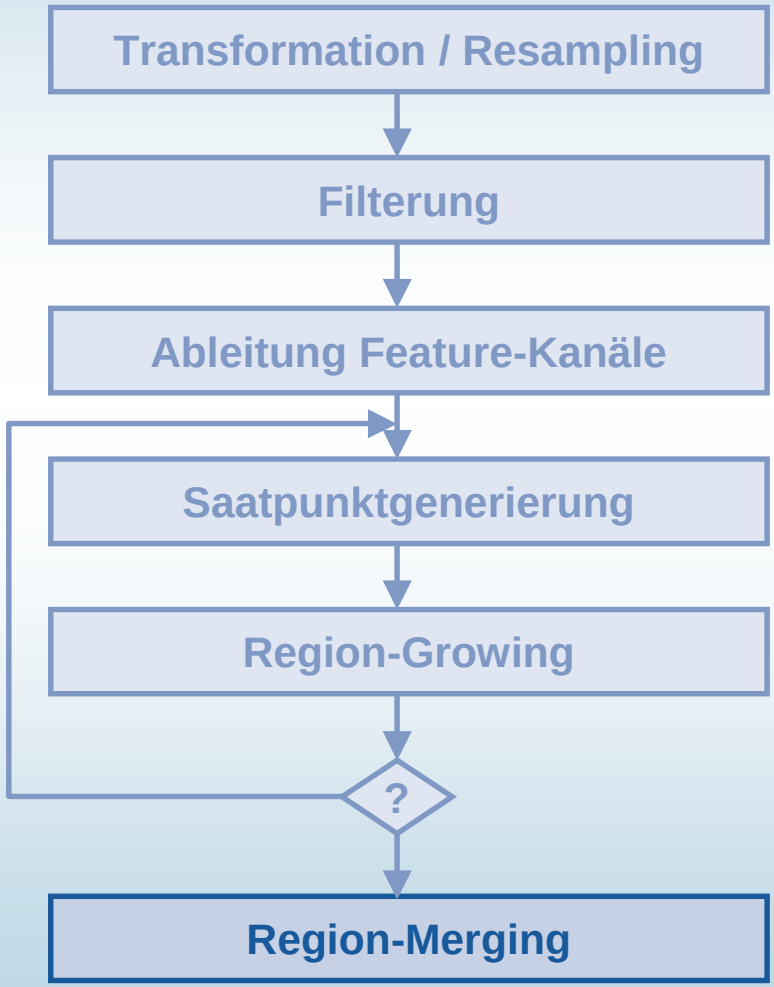
- Iteration über ...
- Saatpunktgenerierung
- Region-Growing
  - quasi-parallel
  - Zusammenfassung aller Punkte,die...
    - lateral zusammenhängen
    - im Merkmalsraum innerhalb eines definierten Abstandes liegen



Arbeitsweise der Segmentierung

- Fusion benachbarter Regionen (wenn deren integrale Merkmale den Abstandskriterien für die Bildung eines gemeinsamen Segmentes genügen)
- Jede dieser so gefundenen Regionen wird in einem Labelbild mit einem eindeutigen Wert (Segmentnummer) gekennzeichnet





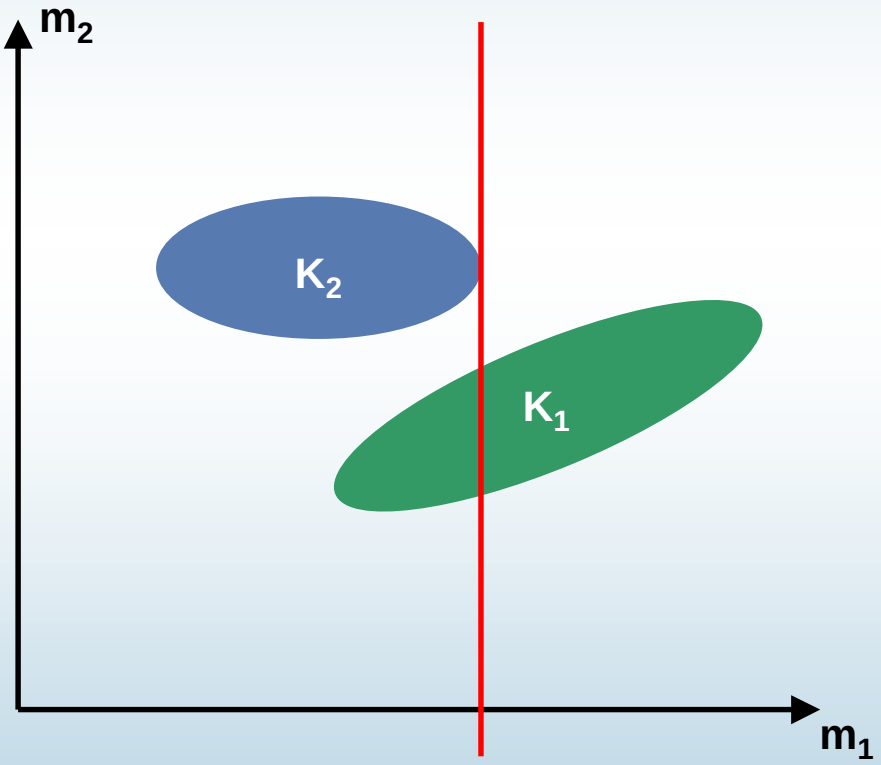
Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

- Nachfolgende Klassifikation beruht auf möglichst vielen signifikanten und dekorrelierten Merkmalen bzw. Kanälen

  → Erweiterung des Merkmalraumes

  → Bessere Klassentrennbarkeit

- Segmentierung auf Basis *dieser* Merkmale, um möglichst homogene Bereiche zu erhalten



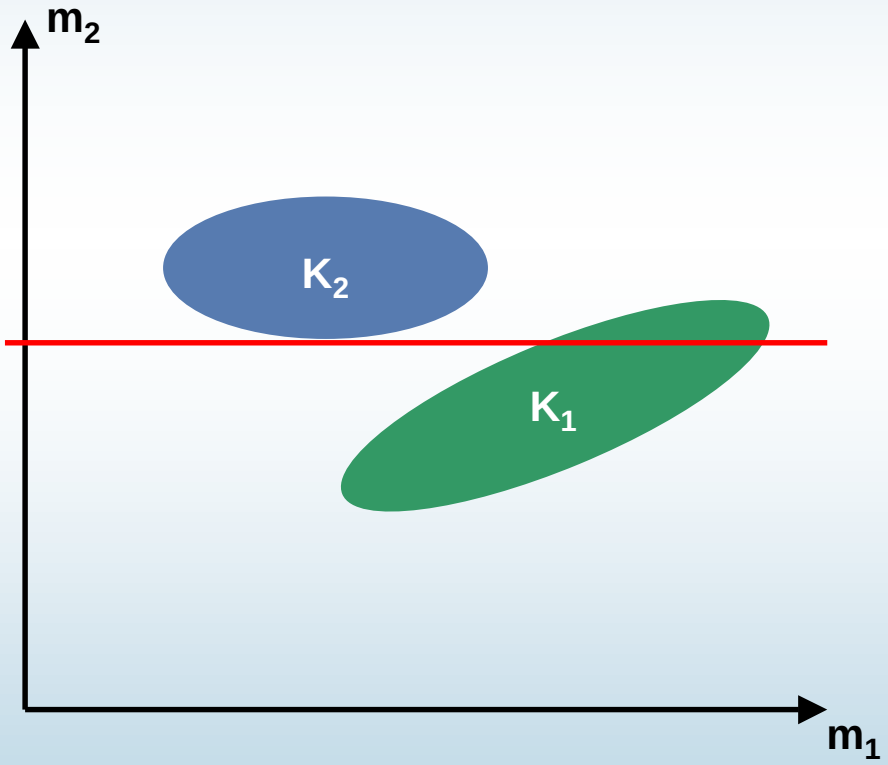
Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

- Nachfolgende Klassifikation beruht auf möglichst vielen signifikanten und dekorrelierten Merkmalen bzw. Kanälen

  → Erweiterung des Merkmalraumes

  → Bessere Klassentrennbarkeit

- Segmentierung auf Basis *dieser* Merkmale, um möglichst homogene Bereiche zu erhalten



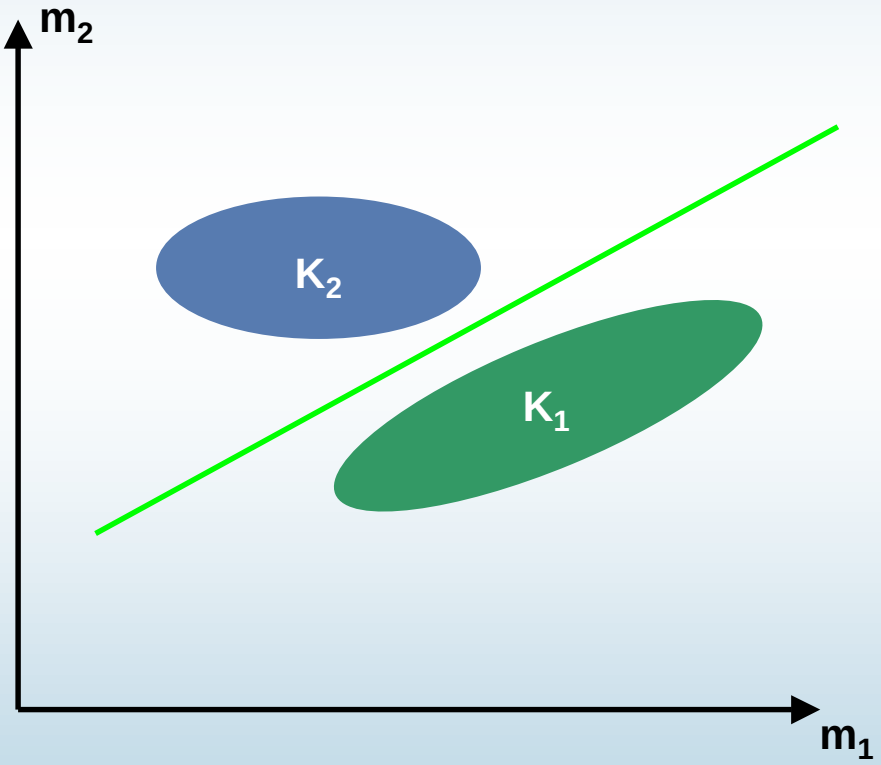
Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

- Nachfolgende Klassifikation beruht auf möglichst vielen signifikanten und dekorrelierten Merkmalen bzw. Kanälen

  → Erweiterung des Merkmalraumes

  → Bessere Klassentrennbarkeit

- Segmentierung auf Basis *dieser* Merkmale, um möglichst homogene Bereiche zu erhalten



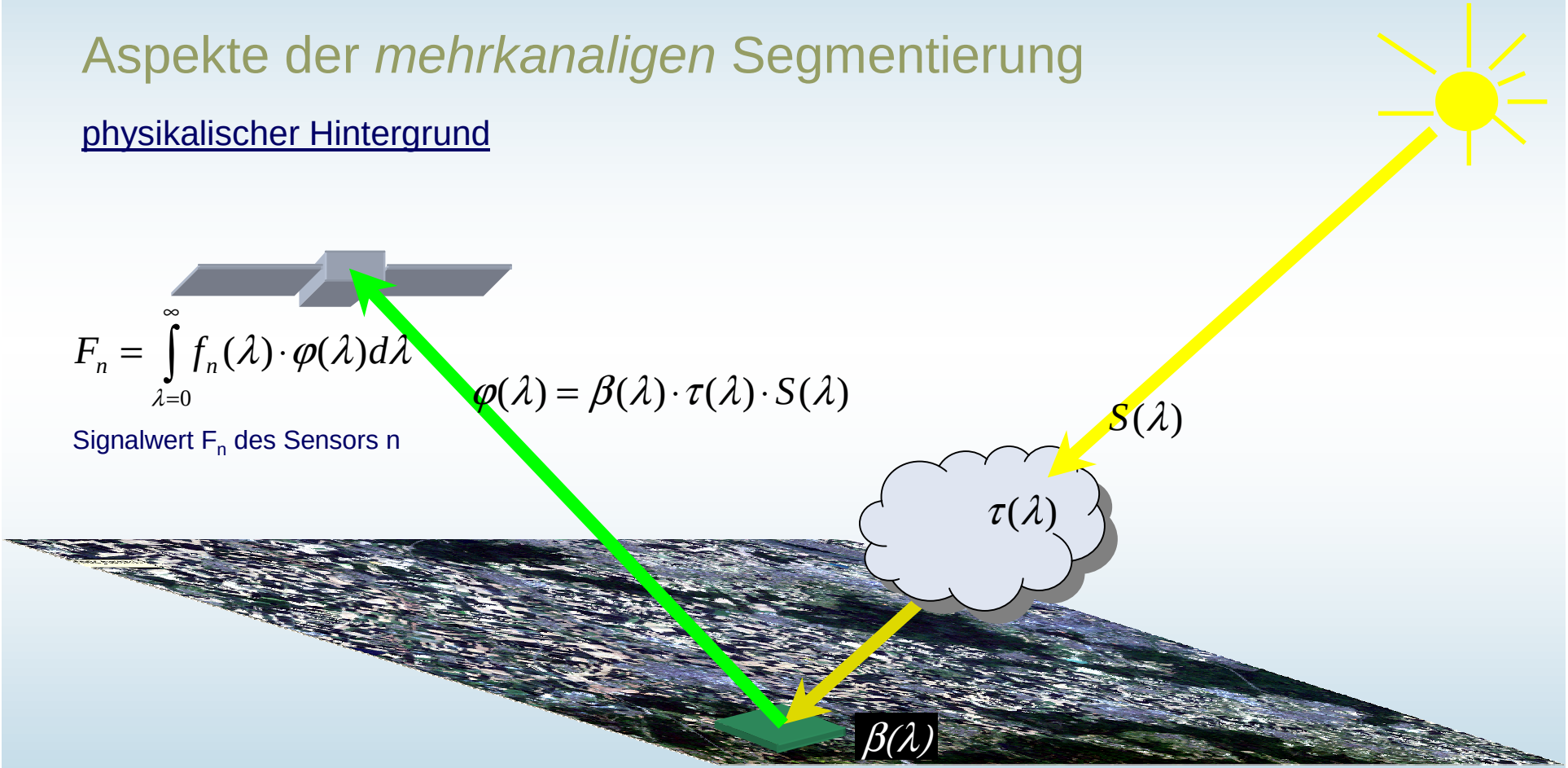
Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

physikalischer Hintergrund

$$F_n = \int_{\lambda=0}^{\infty} f_n(\lambda) \cdot \varphi(\lambda) d\lambda$$

Signalwert F_n des Sensors n

$$\varphi(\lambda) = \beta(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot S(\lambda)$$



Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

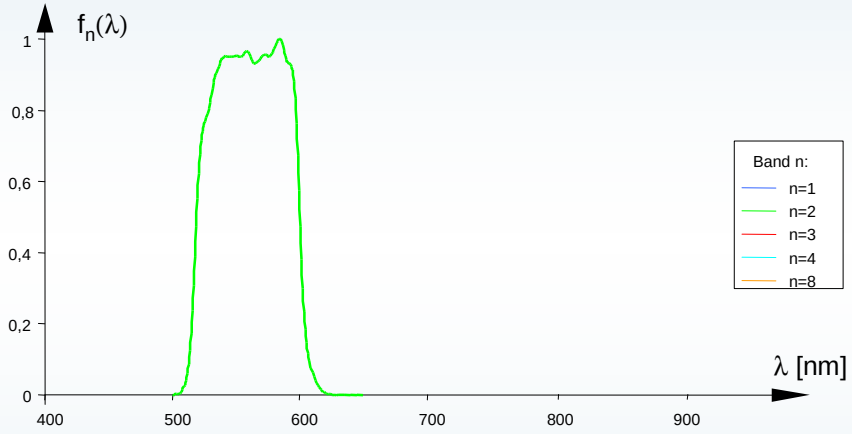
Problemfall bei einkanaliger Betrachtung

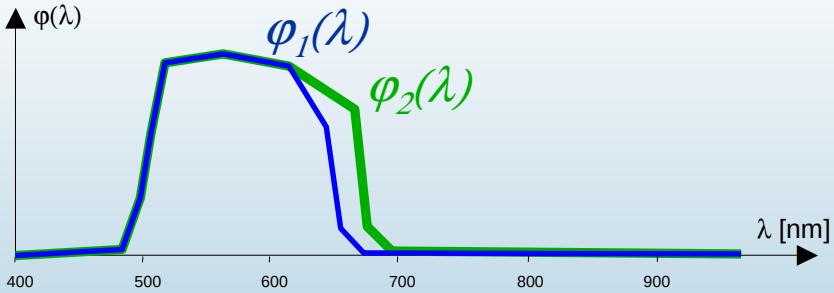
$$F_n = \int_{\lambda=0}^{\infty} f_n(\lambda) \cdot \varphi(\lambda) d\lambda$$

$$F_{2,1} = F_{2,2}$$

nicht unterscheidbar!

Spektrale Empfindlichkeit $f_n(\lambda)$ Landsat-7 (Quelle: NASA)





Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

Erweiterung auf mehrere Kanäle

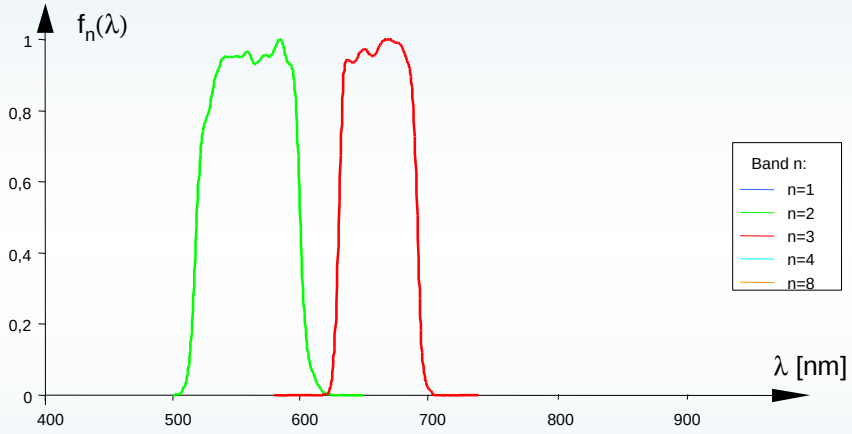
$$F_n = \int_{\lambda=0}^{\infty} f_n(\lambda) \cdot \varphi(\lambda) d\lambda$$

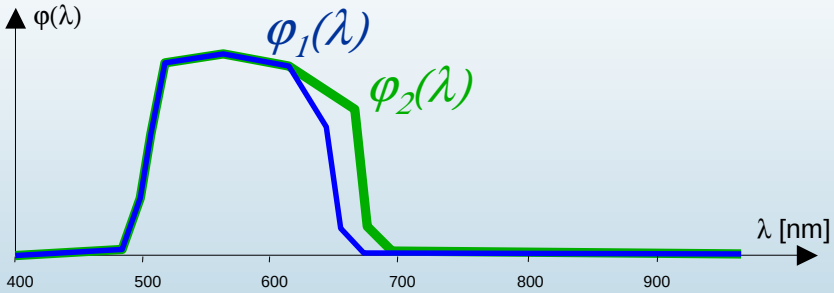
$$F_{2,1} = F_{2,2}$$

$$F_{3,1} < F_{3,2}$$

unterscheidbar!

Spektrale Empfindlichkeit $f_n(\lambda)$ Landsat-7 (Quelle: NASA)





Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

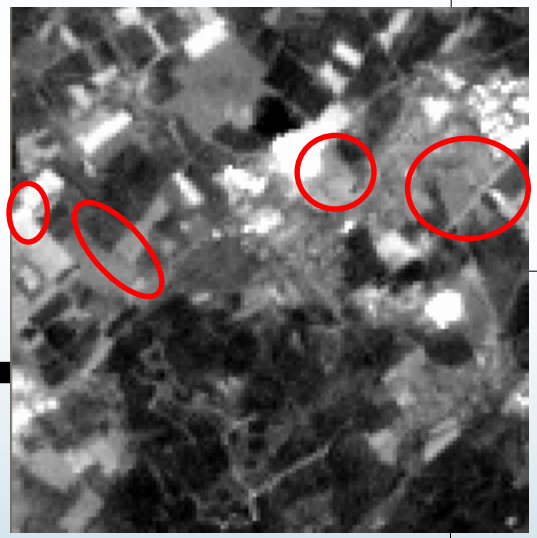
Erweiterung auf mehrere Kanäle - Beispiel

$$F_n = \int_{\lambda=0}^{\infty} f_n(\lambda) \cdot \varphi(\lambda) d\lambda$$

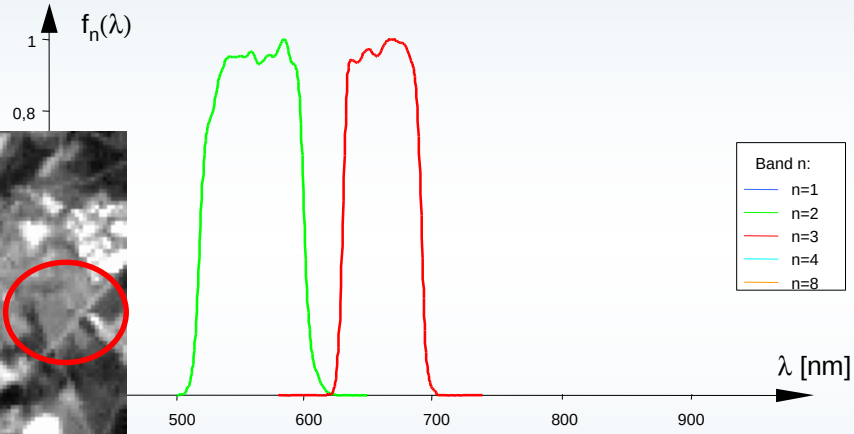
$$F_{2,1} = F_{2,2}$$

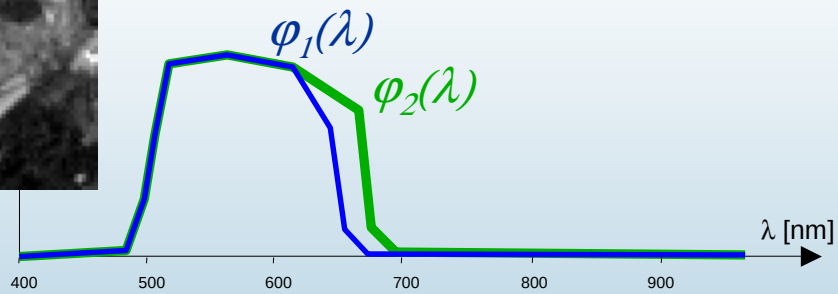
$$F_{3,1} < F_{3,2}$$

unterscheidbar!



Spektrale Empfindlichkeit $f_n(\lambda)$ Landsat-7 (Quelle: NASA)





Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

Erweiterung auf mehrere Kanäle - Beispiel

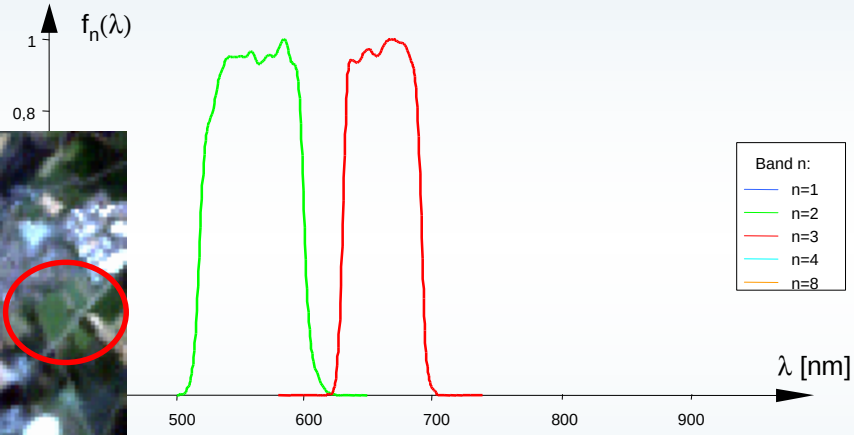
$$F_n = \int_{\lambda=0}^{\infty} f_n(\lambda) \cdot \varphi(\lambda) d\lambda$$

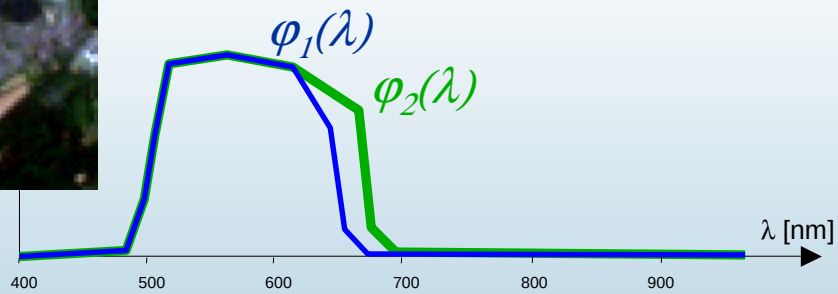
$$F_{2,1} = F_{2,2}$$

$$F_{3,1} < F_{3,2}$$

unterscheidbar!

Spektrale Empfindlichkeit $f_n(\lambda)$ Landsat-7 (Quelle: NASA)





Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

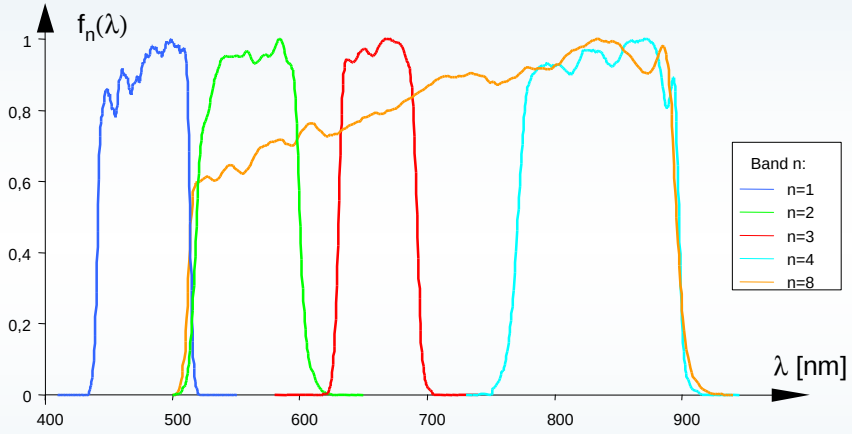
Berücksichtigung mehrerer Zeitpunkte

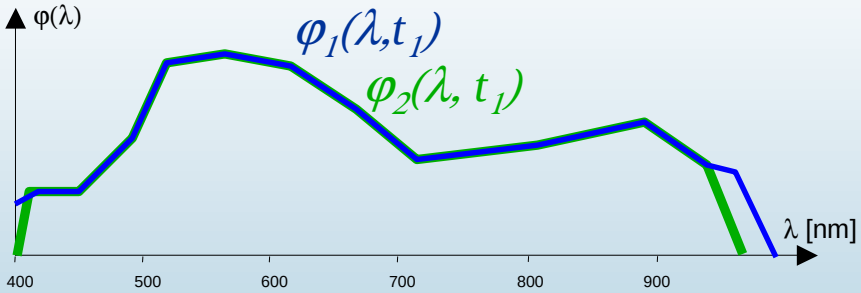
$$F_n = \int_{\lambda=0}^{\infty} f_n(\lambda) \cdot \varphi(\lambda) d\lambda$$

$$\underline{F}_1 = \underline{F}_2$$

nicht unterscheidbar!

Spektrale Empfindlichkeit $f_n(\lambda)$ Landsat-7 (Quelle: NASA)





Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

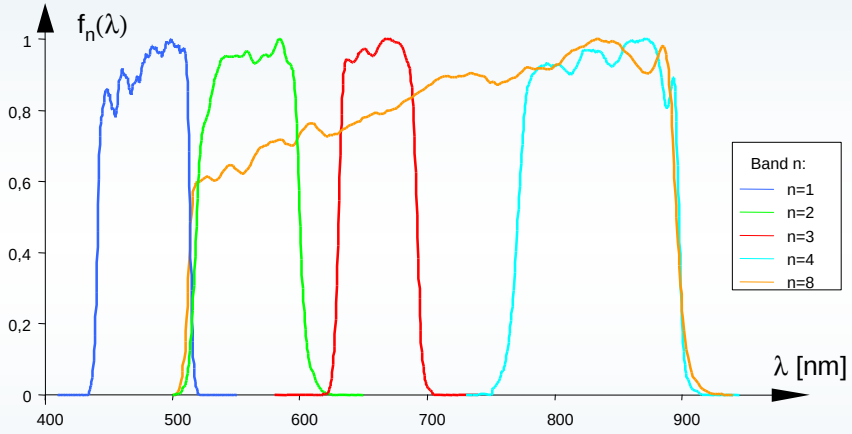
Berücksichtigung mehrerer Zeitpunkte

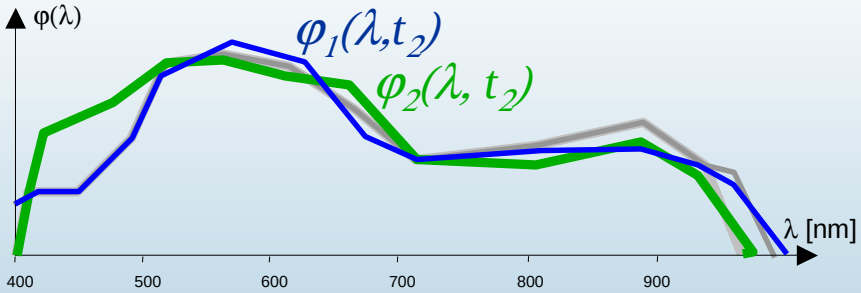
$$F_n = \int_{\lambda=0}^{\infty} f_n(\lambda) \cdot \varphi(\lambda) d\lambda$$

$F_1 \neq F_2$

unterscheidbar!

Spektrale Empfindlichkeit $f_n(\lambda)$ Landsat-7 (Quelle: NASA)





Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

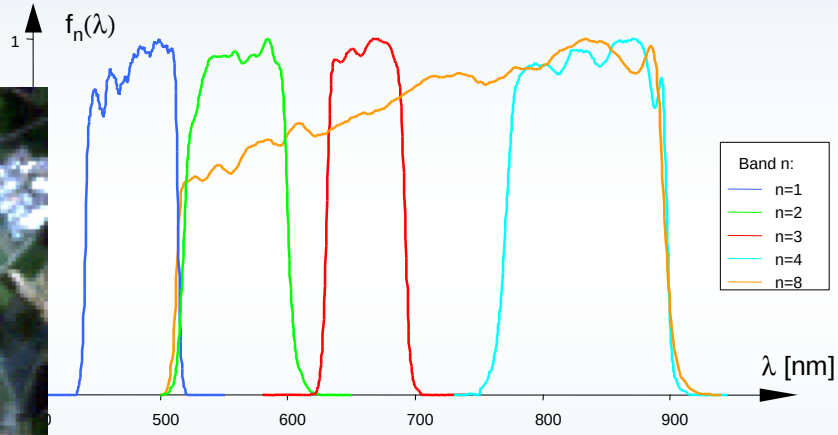
Berücksichtigung mehrerer Zeitpunkte (Beispiel)

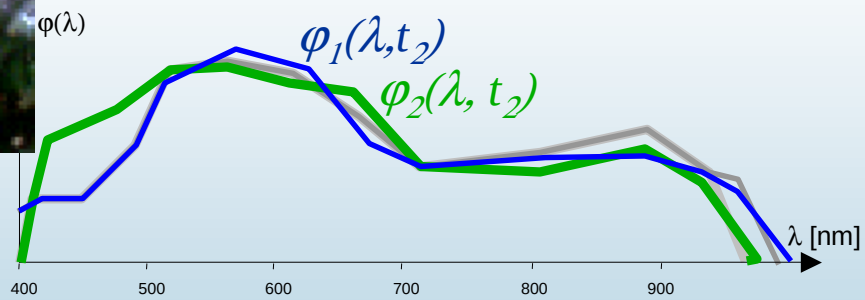
$$F_n = \int_{\lambda=0}^{\infty} f_n(\lambda) \cdot \varphi(\lambda) d\lambda$$

$F_1 \neq F_2$

unterscheidbar!

Spektrale Empfindlichkeit $f_n(\lambda)$ Landsat-7 (Quelle: NASA)





Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

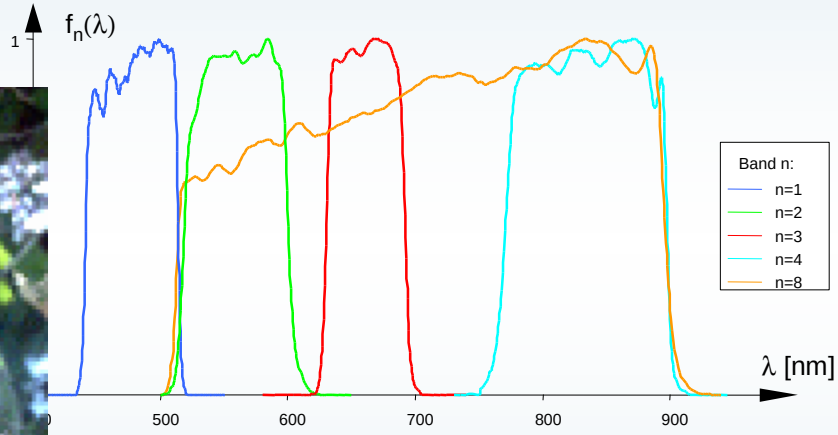
Berücksichtigung mehrerer Zeitpunkte (Beispiel)

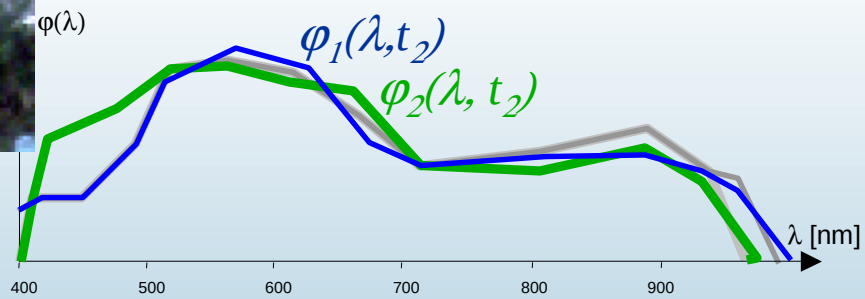
$$F_n = \int_{\lambda=0}^{\infty} f_n(\lambda) \cdot \varphi(\lambda) d\lambda$$

$F_1 \neq F_2$

unterscheidbar!

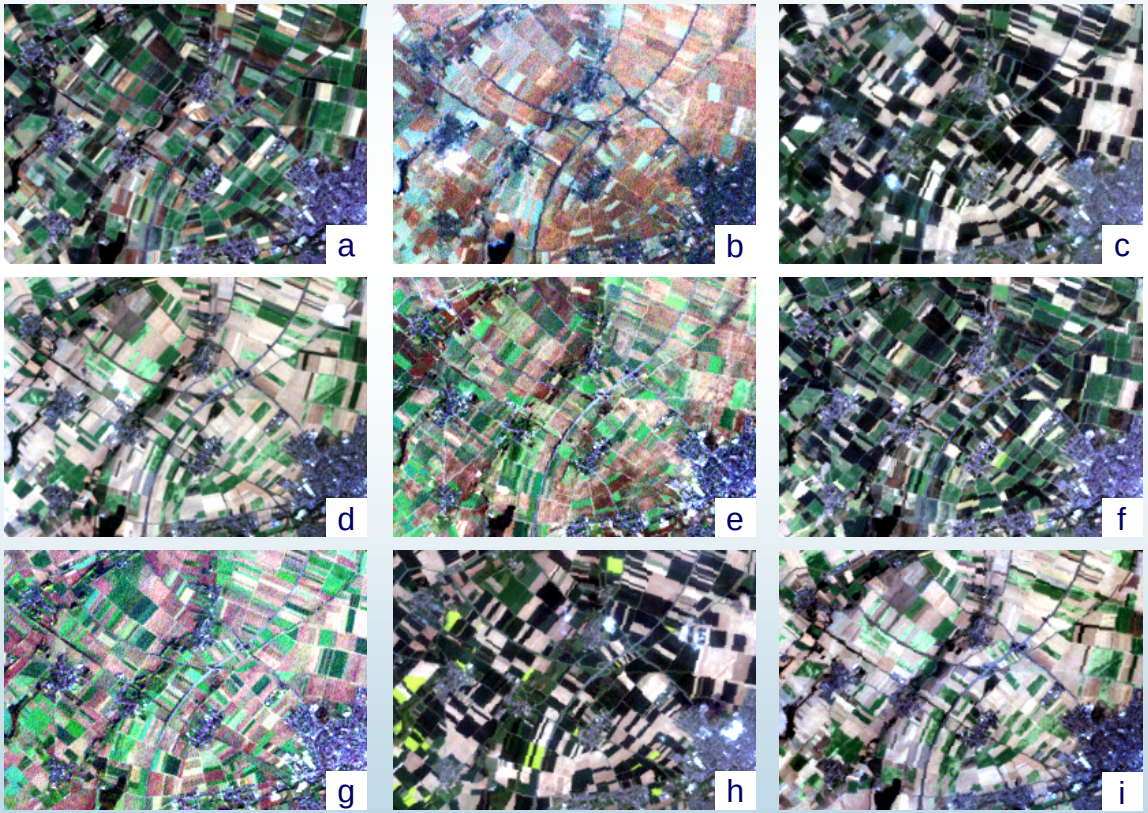
Spektrale Empfindlichkeit $f_n(\lambda)$ Landsat-7 (Quelle: NASA)



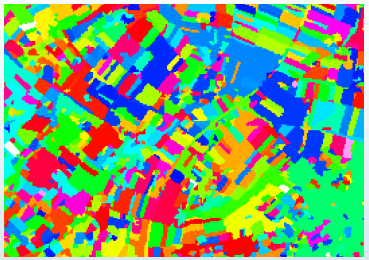


Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

Vergleich mono- und multitemporaler Verarbeitung



Segmentierungsergebnis auf Basis von Zeitpunkt c

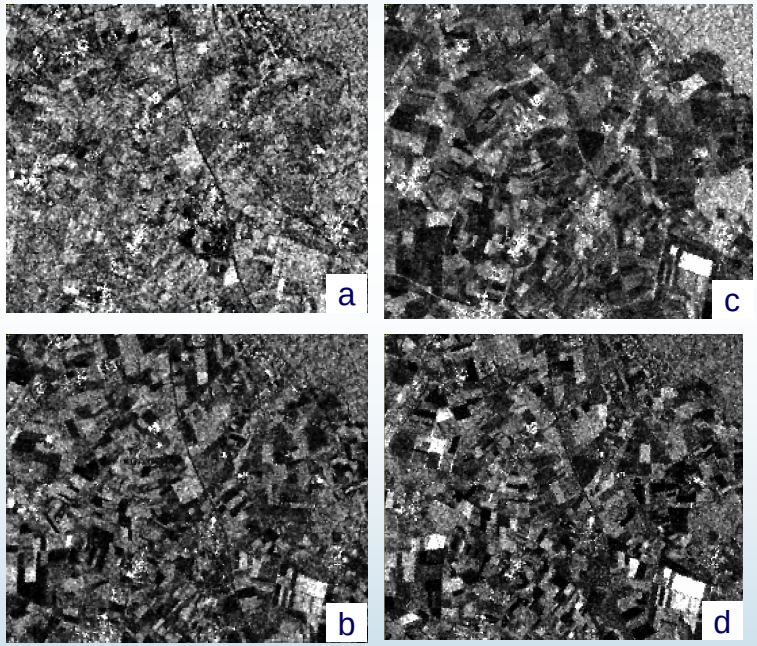


Segmentierungsergebnis auf Basis aller Zeitpunkte

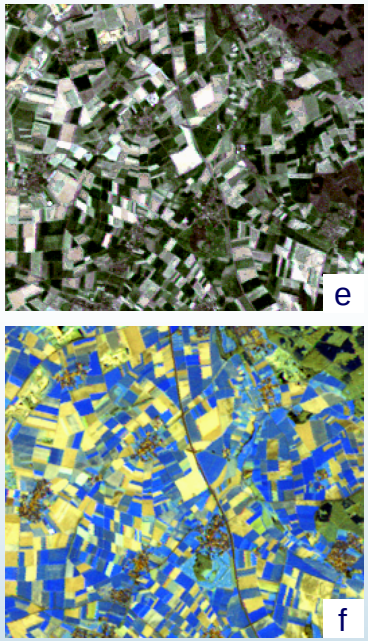
links: verschiedene Zeitpunkte in 2001 (Landsat-7-ETM)

Aspekte der *mehrkanaligen* Segmentierung

Nutzung verschiedener Aufnahme-Prinzipien und –Zeitpunkte



Envisat ASAR–APP: VV-Polarisation
a) 04.08.05 b) 30.06.05 c) 26.05.05 d) 21.04.05



Landsat-5-TM: 03.04.05
e) Kanäle 1-3
f) Kanäle 4,5,7

Segmentierungs-Ergebnis

Fazit

- Qualitative Vorteile durch Ausnutzung der Synergien von optischen und SAR-Bildmaterial erreichbar, durch:
  - verbesserte Klassentrennbarkeit
  - Reduktion von Störungen (durch segmentbasierten Ansatz)
- Merkmale der bisher entwickelten Segmentierung:
  - Segmentierung als determinierter Verarbeitungsprozess aufgrund der Suchstrategie für Saatpunkte
  - Anzahl der Eingangskanäle als auch die Bildgrößen prinzipiell nicht begrenzt
  - universelle Übertragbarkeit des methodischen Vorgehens auf andere Applikationen (z.B. Verarbeitung von RGB-Bildmaterial)

Vielen Dank!

Partner

zbs

JENOPTIK GERMANY
JENA-OPTRONIK

Friedrich-Schiller-Universität Jena
seit 1558

universitätbonn

Federal Ministry of Economics and Technology

DLR

ENVILAND2 wird gefördert mit Mitteln des Bundes-ministeriums für Wirtschaft und Technologie (**BMWi**) durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (**DLR**) unter der Fördernummer 50 EE 0845

Kontakt

Dr. Karl-Heinz Franke
Zentrum für Bild- und Signalverarbeitung e.V.
Gustav-Kirchhoff-Straße 5
98693 Ilmenau

Tel.: +49/ (0)3677/ 2010300
Fax.: +49/ (0)3677/ 2010302

e-mail: karl-heinz.franke@zbs-ilmenau.de