

# Implizite Modellierung zur Objekterkennung in der Fernerkundung

Mitarbeiterseminar 20.01.2011

Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF)  
Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften

# Motivation

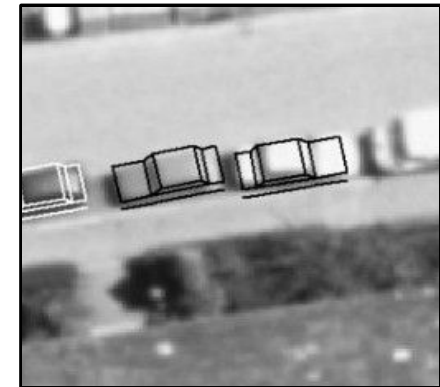
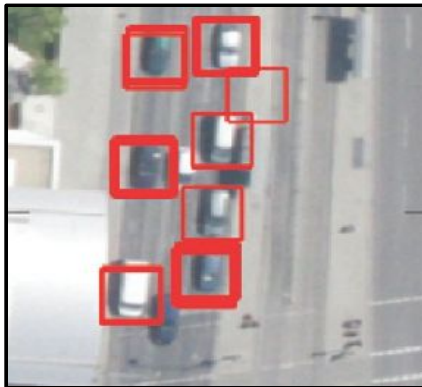


# Agenda

- Objekterkennung
  - Implizit vs. Explizit
  
- Objekterkennung mit implizitem Modell
  - Detektor
  - Haar-Merkmale
  - AdaBoost
  
- Objekterkennung im Luftbild
  - Beispiele



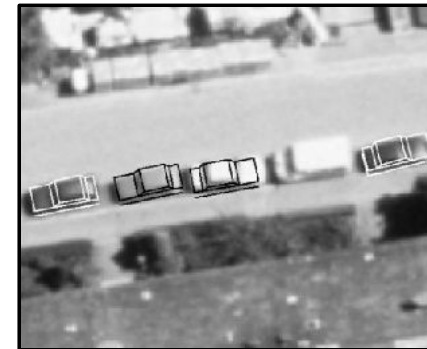
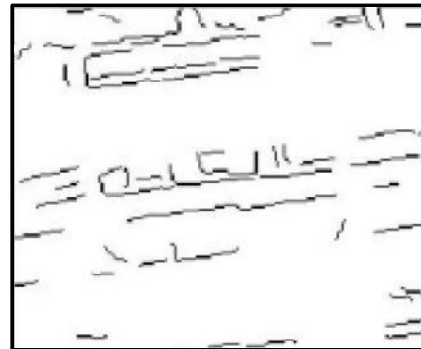
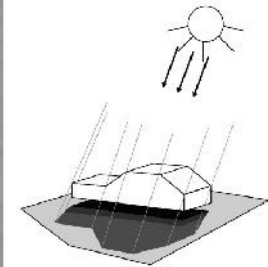
- 2-Klassen-Problem
  - Vordergrund vs. Hintergrund
  - Objekte markieren
  
- Varianten
  - Lokalisierung
  - Segmentierung
  - Modellanpassung



Hinz, S.; Lenhart, D. & Leitloff, J. „Detection and Tracking of Vehicles in Low Frame Rate Aerial Image Sequences“ Proceedings of Workshop on "High-Resolution Earth Imaging for Geo-Spatial Information", 2007  
Hinz, S. „Integrating Local and Global Features for Vehicle Detection in High Resolution Aerial Imagery“, ISPRS Archives, Vol. XXXIV, Part 3/W8, Munich, 17.-19. Sept. 2003

# Explizite Modellierung

- Objektmodell
  - Vorwissen, Semantik
  - Geometrisches Modell, Muster
- Detektion → Suche nach Modell im Bild
  - Top-down: Zuordnen des Modells zu Daten
  - Bottom-up: Modell aus Teilen zusammensetzen

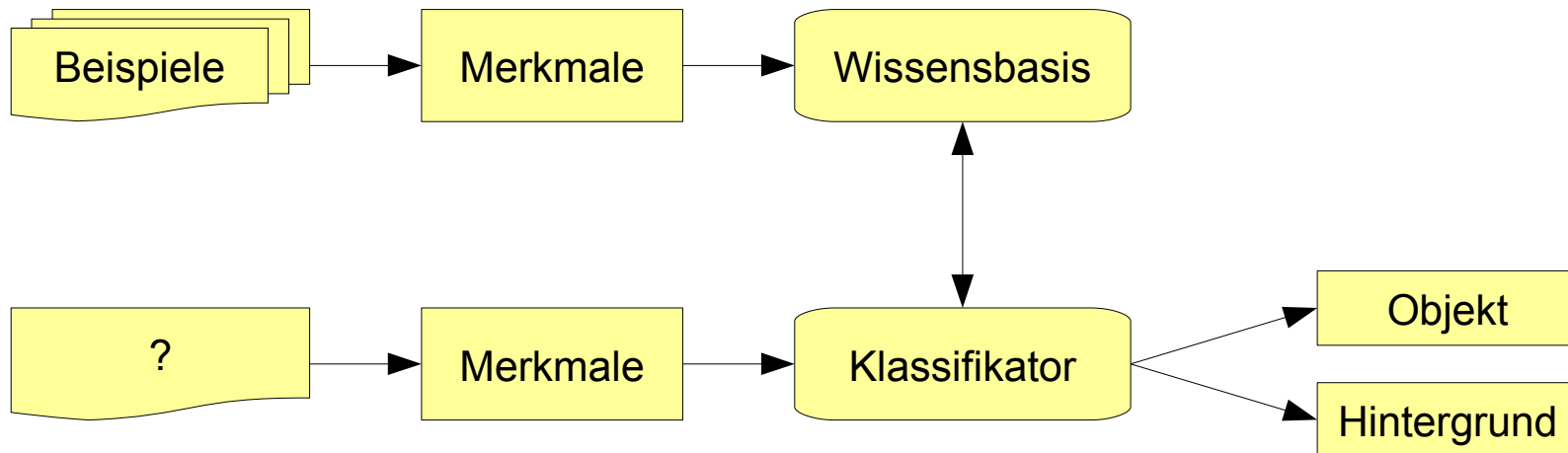


Hinz, S. „Integrating Local and Global Features for Vehicle Detection in High Resolution Aerial Imagery“, ISPRS Archives, Vol. XXXIV, Part 3/W8, Munich, 17.-19. Sept. 2003

## ■ Lernverfahren

- sehr viele Beispiele
- Objekt → Merkmale: Grauwerte, Textur, Form
- Klassifikatortraining → statistisches Modell der Objektmerkmalen

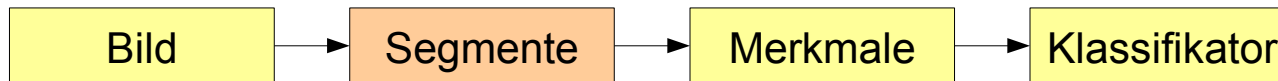
## ■ Detektion mittels trainiertem Klassifikator



# Objekterkennung mit implizitem Modell

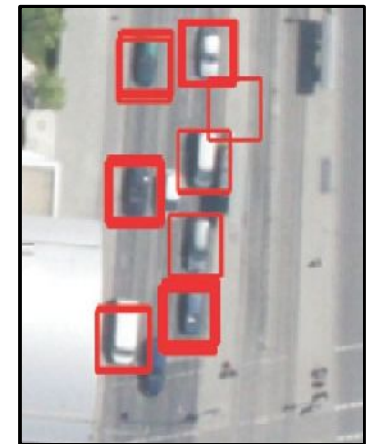
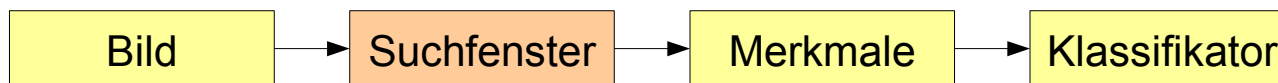
## ■ Segmentierung

- Objektform im Bild genau markieren
- beliebige geformte, homogene Objekte



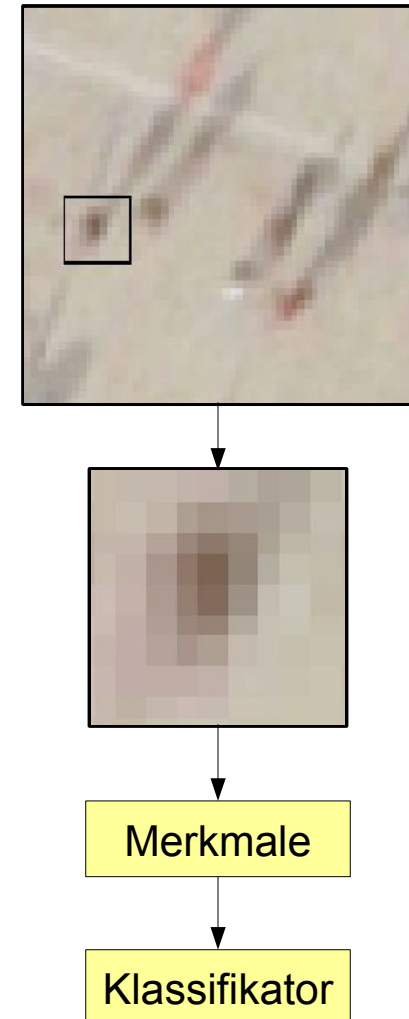
## ■ Lokalisierung mittels Detektor

- Position und Ausdehnung (BBOX)
- kompakte, gleichartige Einzelobjekten



# Objekterkennung mittels Detektor

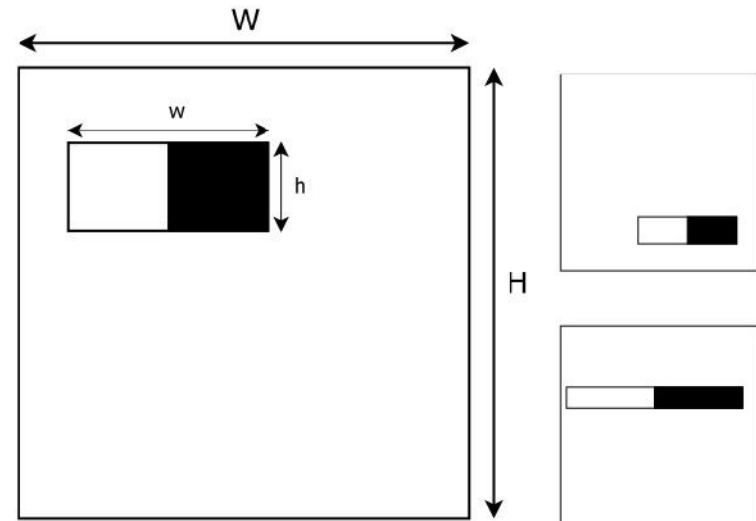
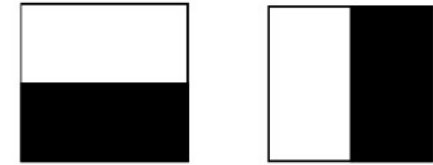
- Detektor → Suchfenster / Objektfilter
  - Objektabhängige Größe
  - Gleitendes Fenster
- Klassifikator → Filterantwort
- Lokale Bildmerkmale
  - Hohe Robustheit
  - Hohe Trennfähigkeit
  - Einfach zu extrahieren





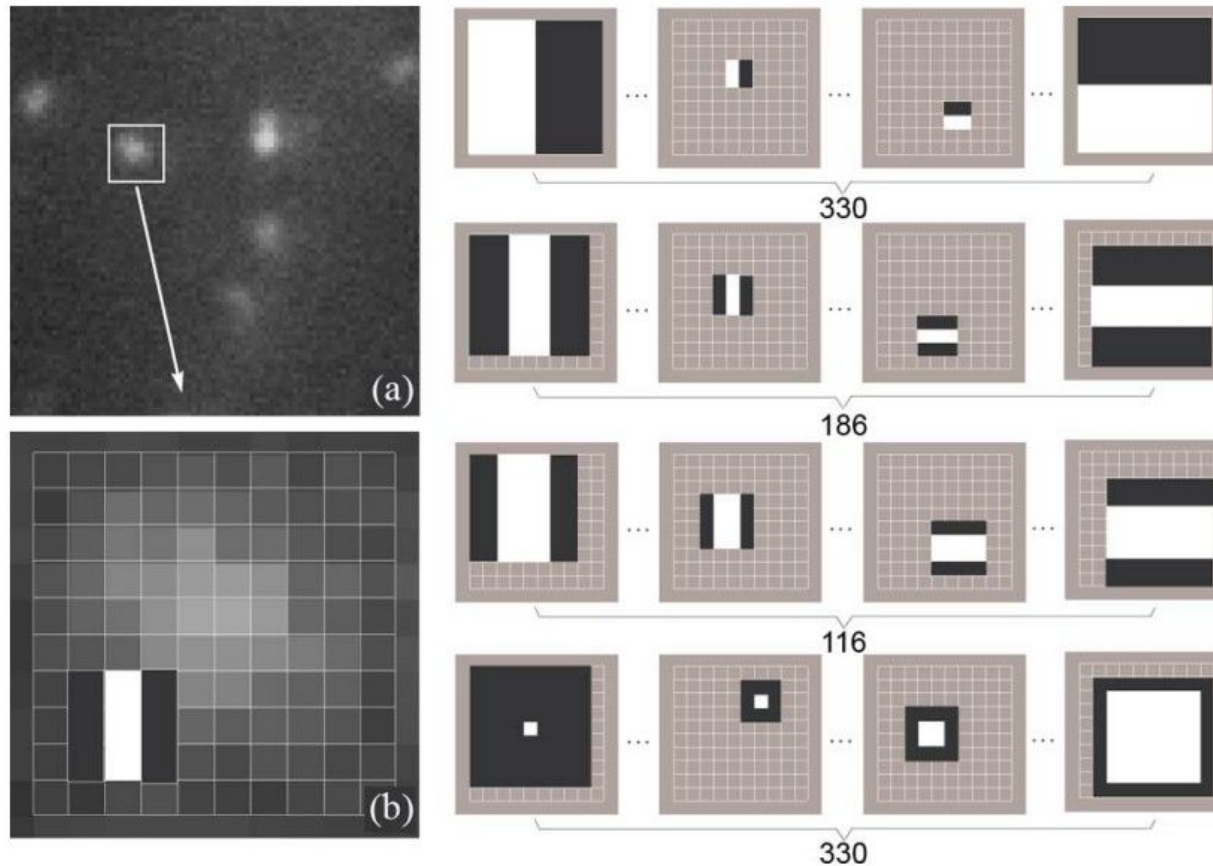
# Haar-Merkmale

- Blockmerkmale, *Haar-Wavelets*
- Grauwertdifferenzen zwischen zwei Rechtecken
  - Formmerkmal
  - Breite, Höhe, Position
- Beleuchtungsinvariant
- Schnelle Berechnung mittels Integralbildern



# Haar-like features

- Sehr viele Typen und Variationen → Merkmalsreduktion



Smal, I.; Loog, M.; Niessen, W. & Meijering, E. „Quantitative Comparison of Spot Detection Methods in Fluorescence Microscopy“ IEEE Transactions on Medical Imaging, 2010, 29, 282-301

- Boosting
  - Ensemble-Methode
  - Kombination schlechter Klassifikatoren → ein guter Klassifikator
  
- AdaBoost
  - Zwei-Klassen-Problem → Schwellwerte, Entscheidungsbäume
  - Transduktives Lernverfahren → Diskriminanzfunktion statt Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion
  - Iteratives (adaptives) Hinzufügen schw. Klassifikatoren
  - Gewichtete Trainingdaten (*boosting by reweighting*)
  - Merkmalsreduktion durch Auswahl der nützlichsten Merkmale

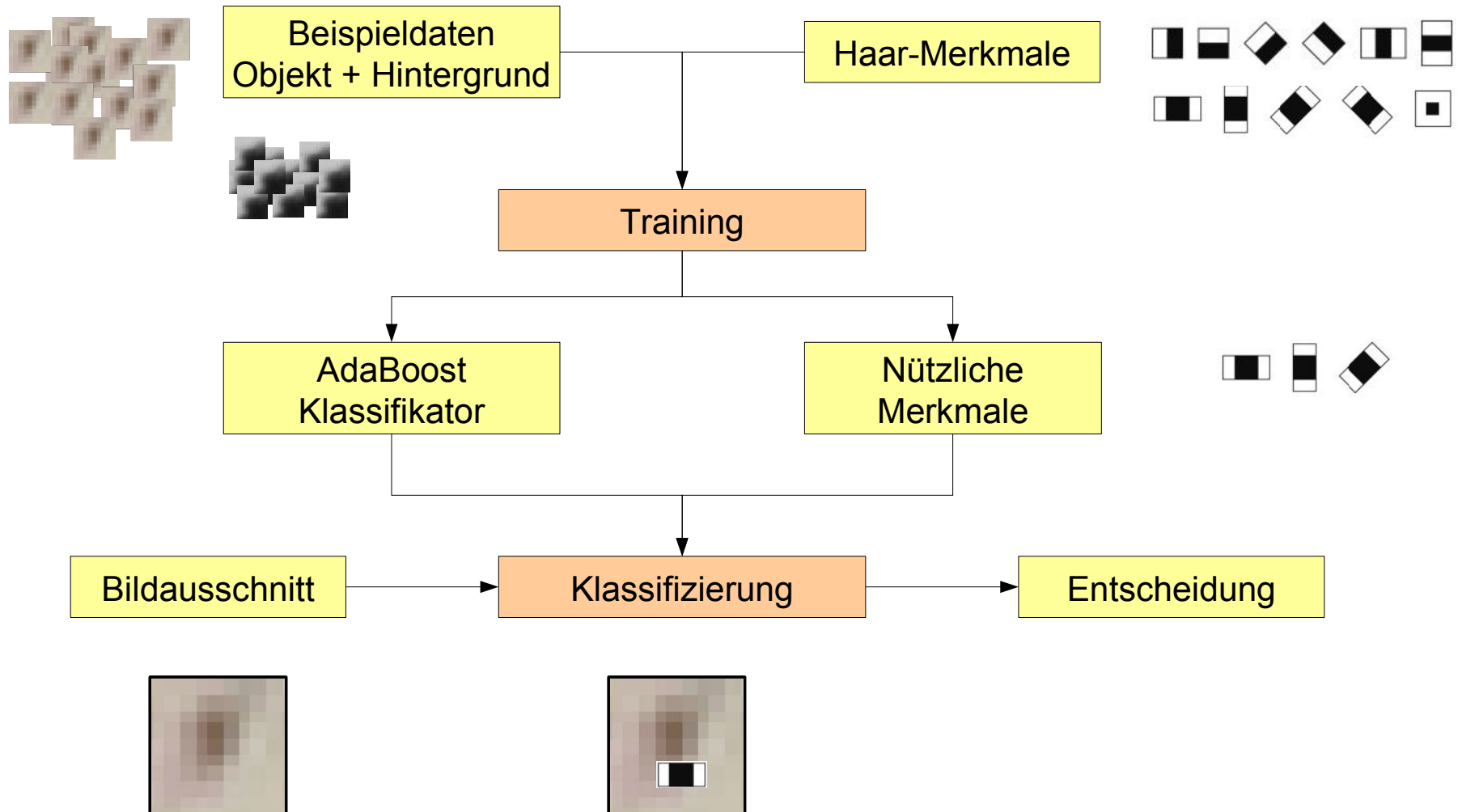
---

## Algorithmus 1 Discrete AdaBoost

---

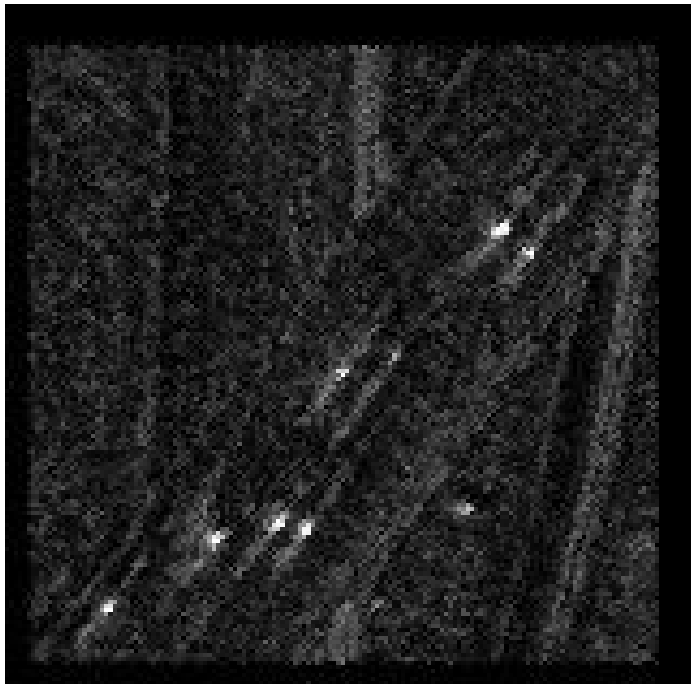
- Gegeben ist eine Trainingmenge  $(x_1, y_1), \dots, (x_N, y_N)$  mit  $y_i \in \{-1, +1\}$  für Hintergrund- bzw. Objektbeispiele
  - Initialisiere Gewichte:  $w_i^1 = \frac{1}{N}$  für  $i = 1 \dots N$
  - Für  $t = 1 \dots T$ 
    1. Unter Verwendung des WEAK-LERNVERFAHRENS trainiere einen Weak-Klassifikator  $h_t(x) \in \{-1, +1\}$ , der den kleinsten gewichteten Klassifikationsfehler  $\epsilon_t = \sum_{i: h_t(x_i) \neq y_i} w_i^t$  liefert
    2. Berechne:  $\alpha_t = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{1-\epsilon_t}{\epsilon_t} \right)$
    3. Aktualisiere Gewichte:  $w_i^{t+1} = w_i^t \exp(-y_i \alpha_t h_t(x_i))$
    4. Normalisiere Gewichte:  $w_i^{t+1} = \frac{w_i^{t+1}}{\sum_i w_i^{t+1}}$
  - Ensemble Klassifikator:  $H_T(x) = \text{sgn} \left[ \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \right]$
-

# Übersicht des Lernverfahrens



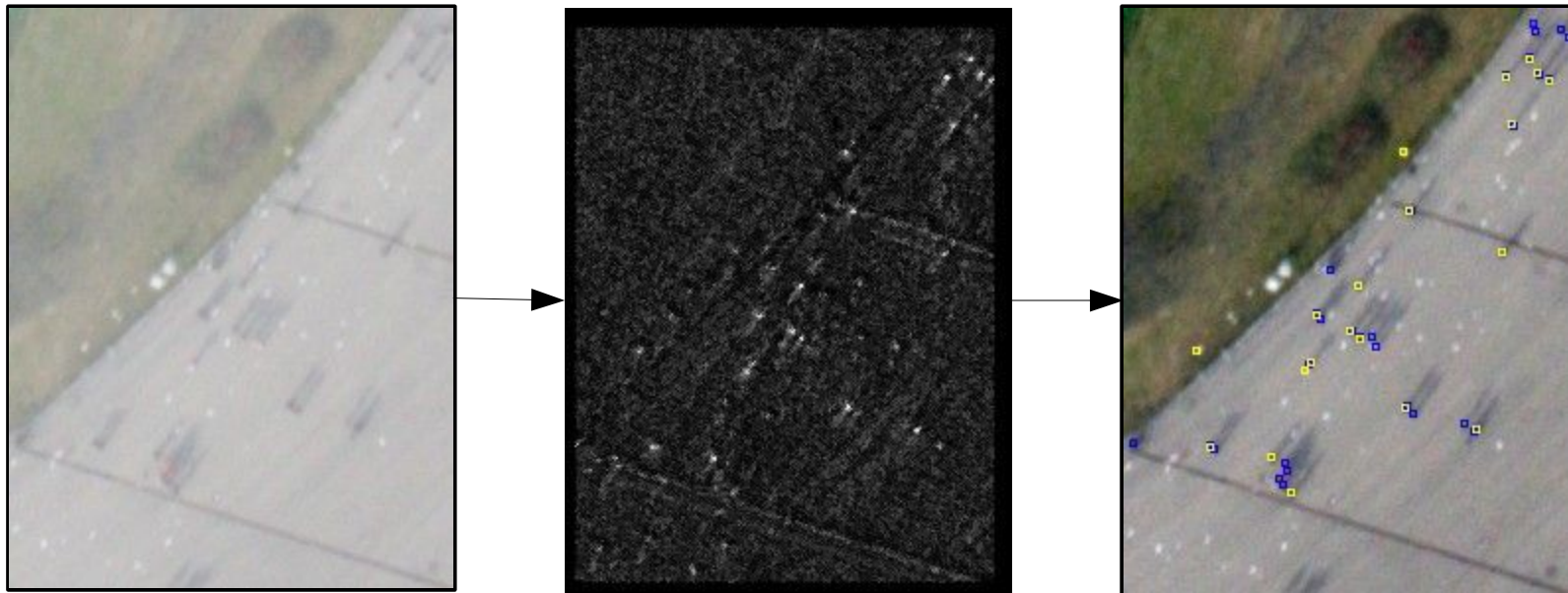
# Objektlokalisierung

- Detektion → Konfidenzbild
- Maxima-Suche, Schwellwert → Objektpositionen



# Anwendungsbeispiel - Personendetektion

- Detektion 1-2s pro Bild (230x300)
- Korrektheit 90%, Vollständigkeit 60%

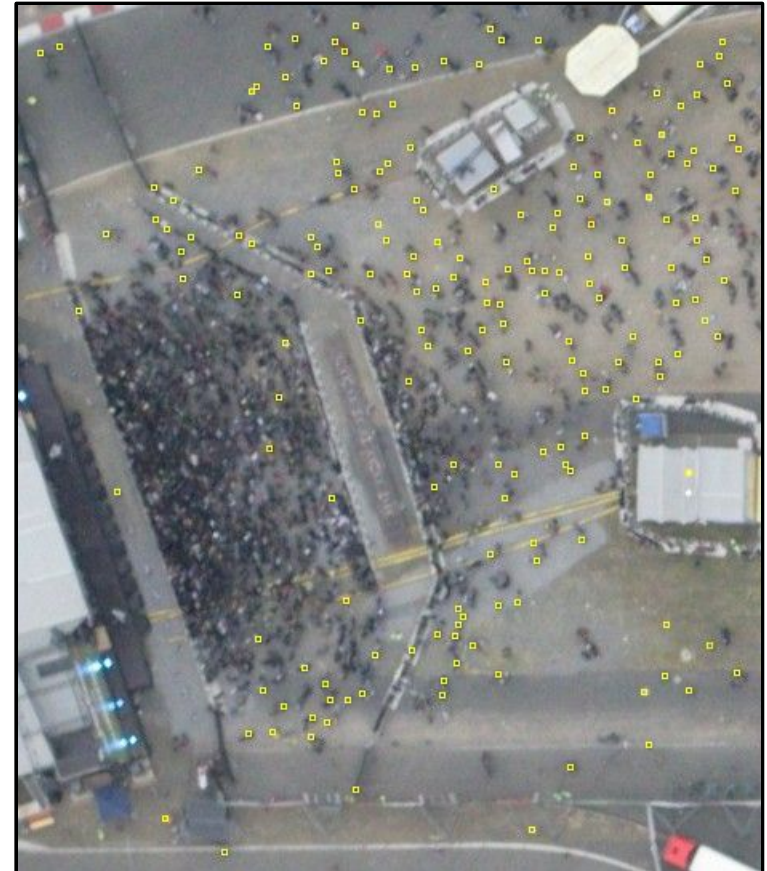
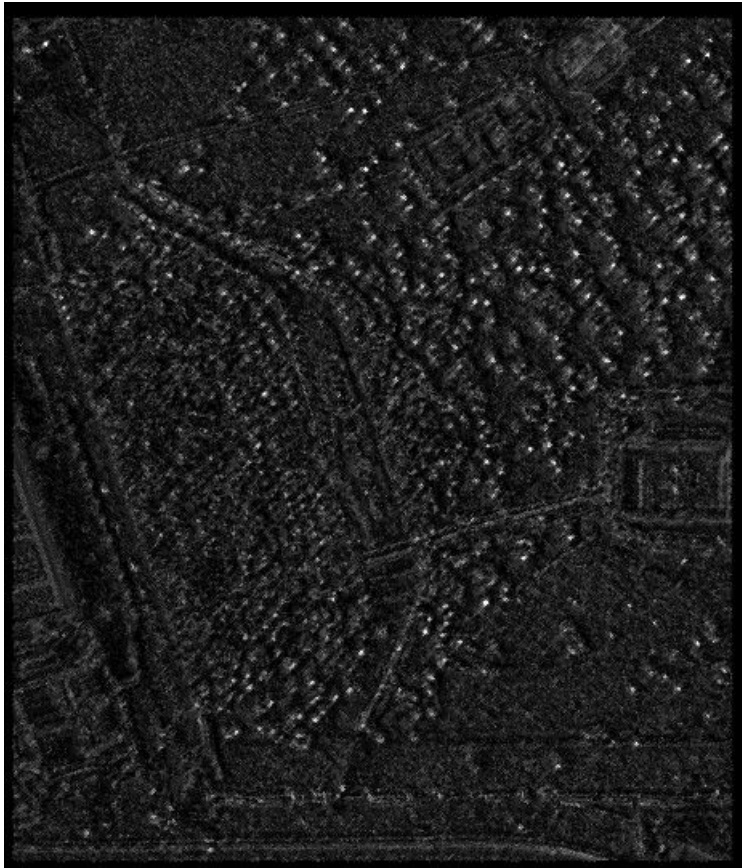


# Anwendungsbeispiel - Personendetektion





# Anwendungsbeispiel - Personendetektion



# Zusammenfassung

- Objekterkennung
  - Explizit → Objektmodell
  - Implizit → Lernverfahren
- Detektor-basierte Objekterkennung
  - Filtermaske
  - Haar-Merkmale
  - AdaBoost-Klassifikator

