



---

Landesamt für Geoinformation  
und Landentwicklung Niedersachsen

# Dienstbesprechung „3D - Produkte der VKV“

Vom Orientierten Luftbild bis zum Orthophoto (DOP)  
Andreas Schellmann



---

**Niedersachsen**

# Gliederung

- **Aerotriangulation**
- Auswertung DOP-relevanter Objekte,
- DOP-Produktion
- Landesweite radiometrische Anpassung
- Genauigkeitsprüfung DOP / Orientiertes Luftbild

# „Zutaten“ für eine Aerotriangulation

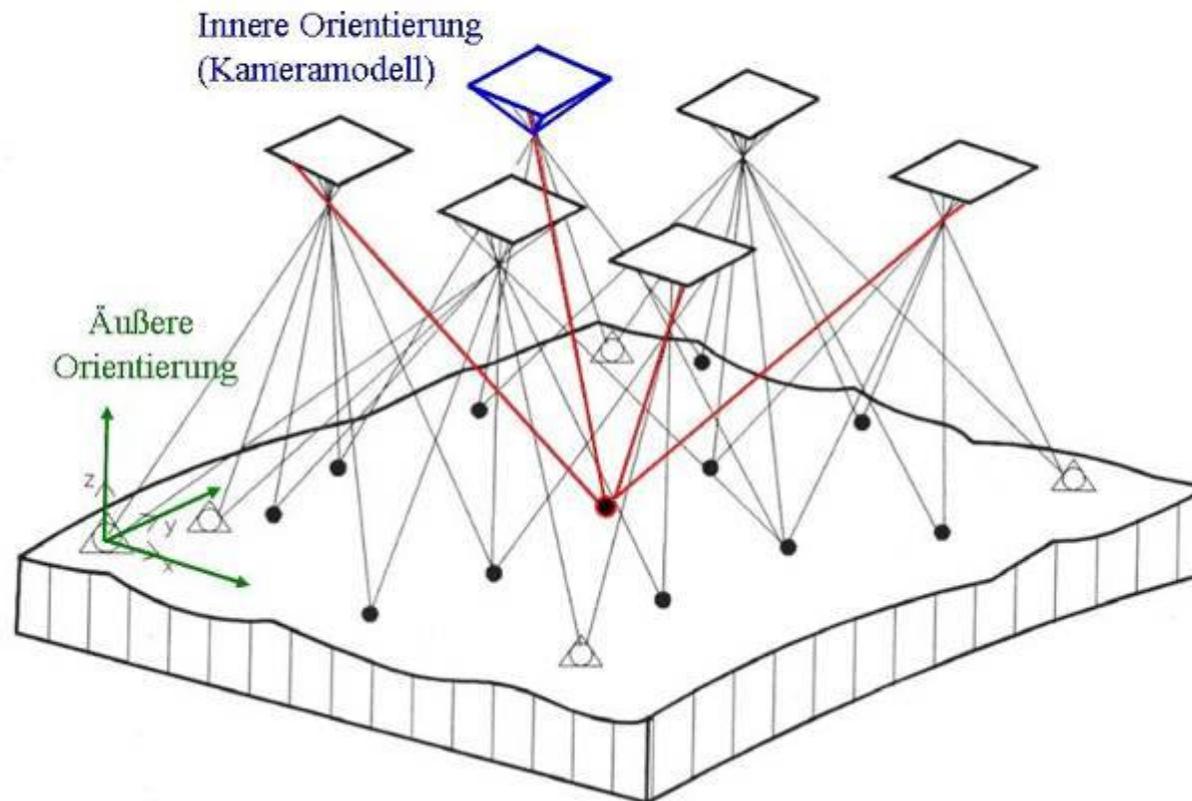
- Luftbilder (mit Überdeckungen)
- Kalibrierung der Aufnahmekammer
- vorläufige Orientierung der Bilder
- Passpunkte
- Software

====→ Das angestrebte Ergebnis ....

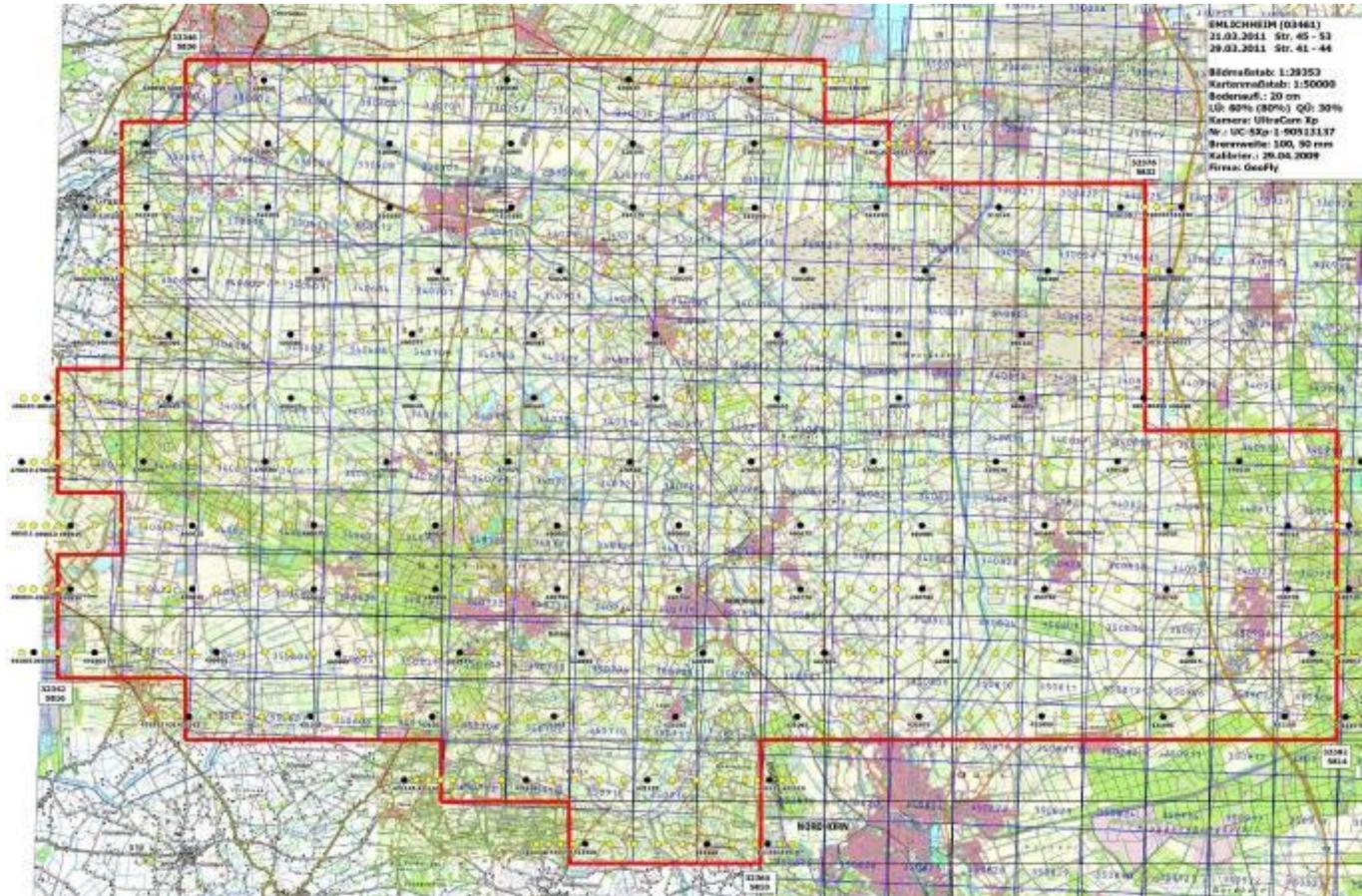
„Genaue“ Orientierungen für alle Luftbilder

(Koordinaten Projektionszentrum + Drehwinkel für jedes einzelne Luftbild)

# Photogrammetrisches Messprinzip

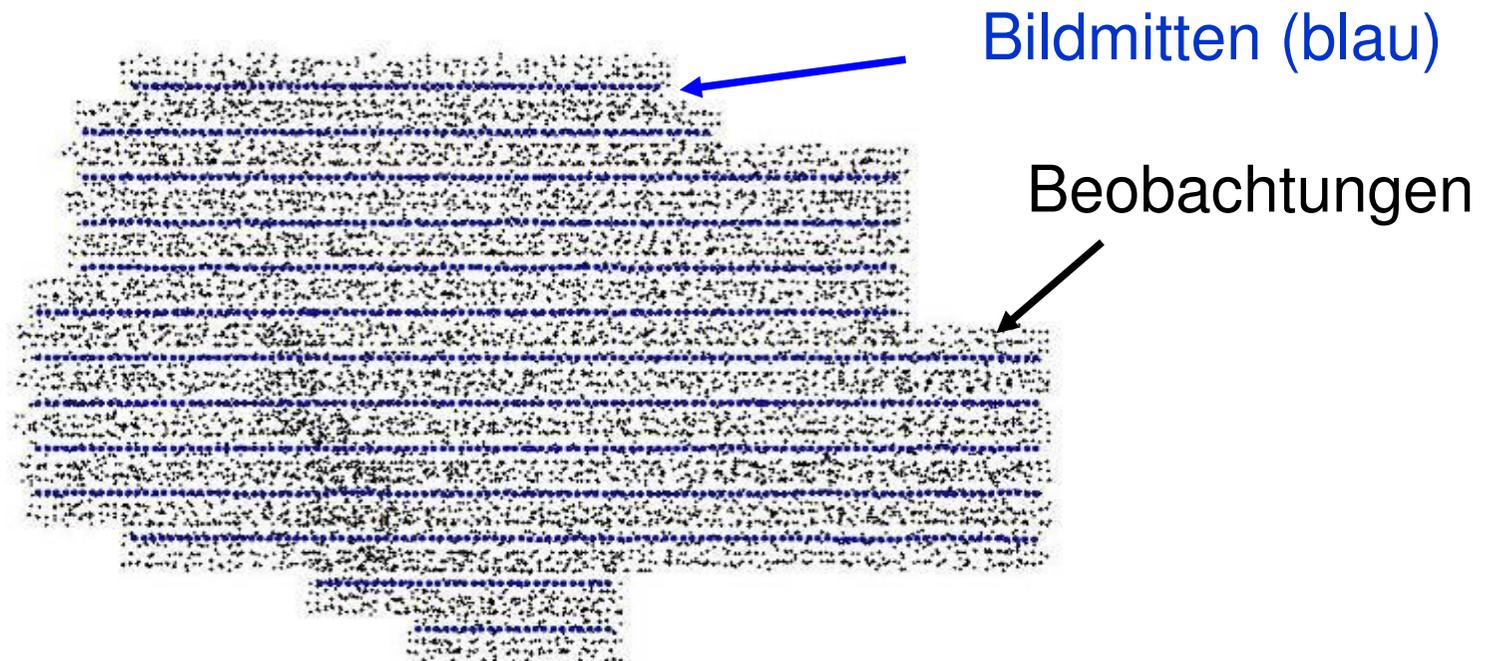


**Beispiel : Bildflug Emlichheim (03461)**  
**- 1102 Bilder / 13 Flugstreifen / 800 qkm**  
**Überlappungen 80% Längs 30% Quer**  
**Aufnahmekammer : ULTRACAM Xp**

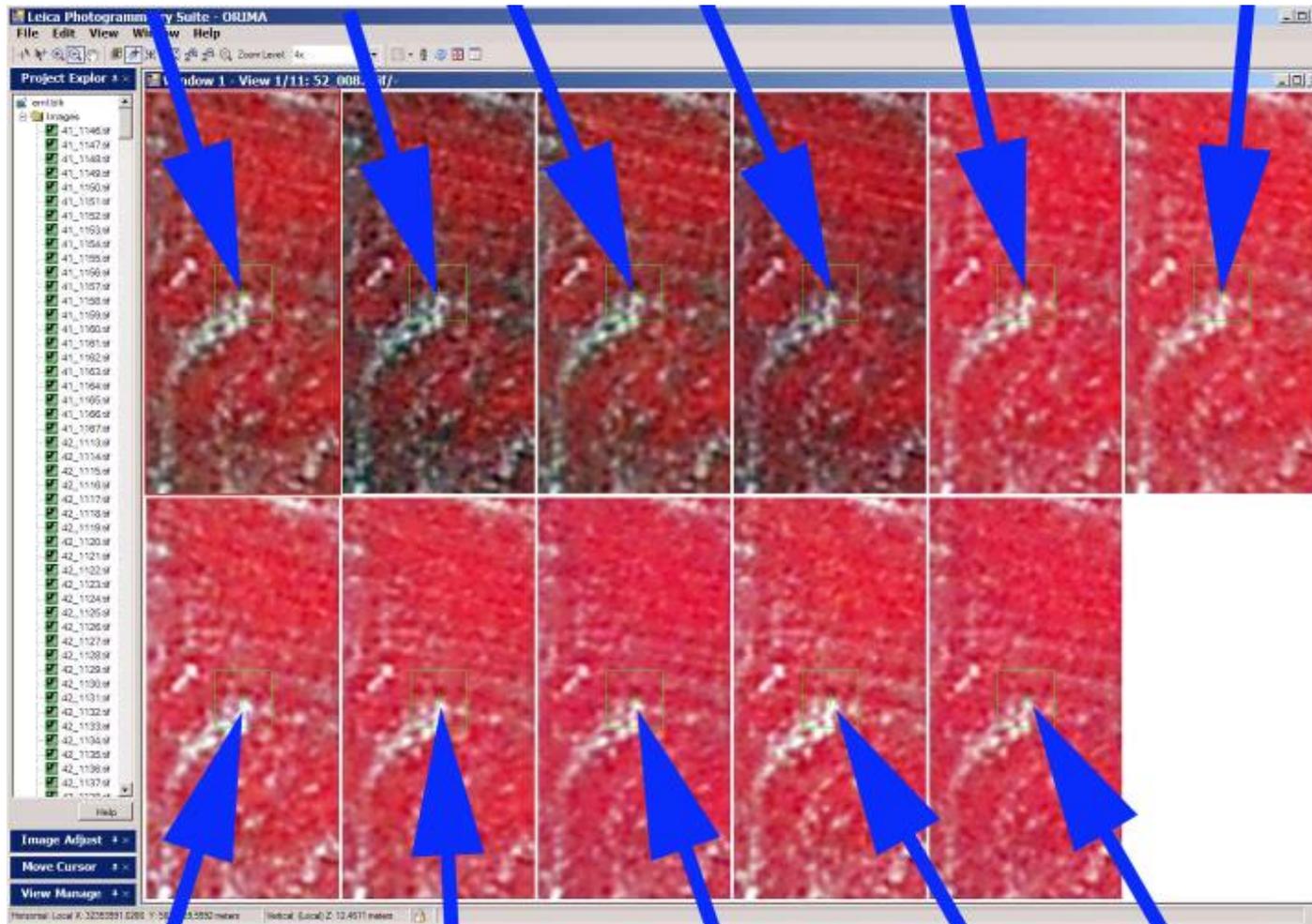


**Automatische Verknüpfungspunktmessung (APM):  
11.000 Verknüpfungspunkte ( auf 800 km<sup>2</sup>)  
insges. 150.000 Beobachtungen**

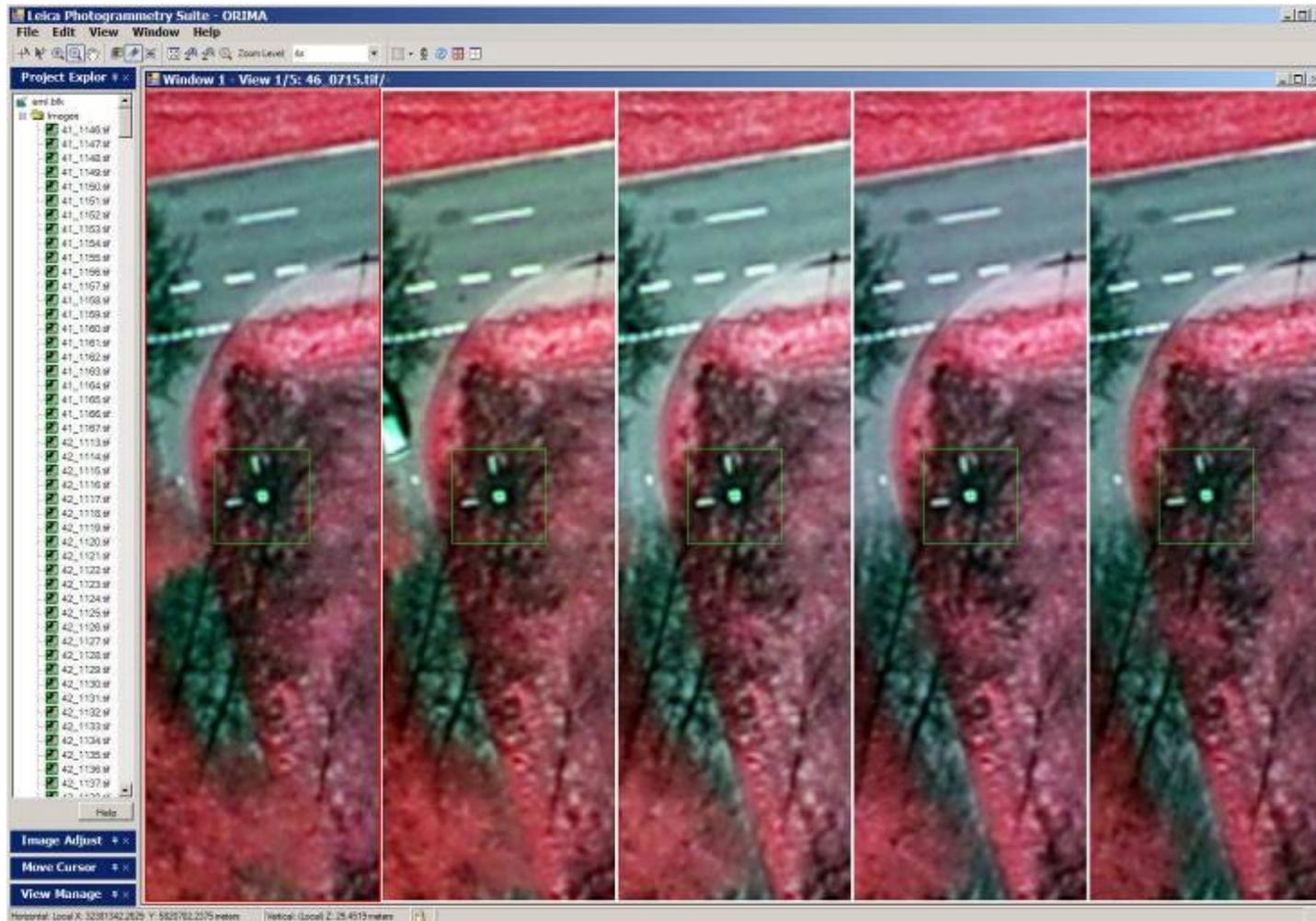
**Eine Beobachtung entspricht einer X/Y- Koord. in einem Bild**



# Beispiel eines in 11 Bildern automatisch gemessenen Verknüpfungspunkts



# Beispiel eines in 5 Bildern gemessenen Passpunkts ( ausgelegtes Signal )





Platte und Streifen

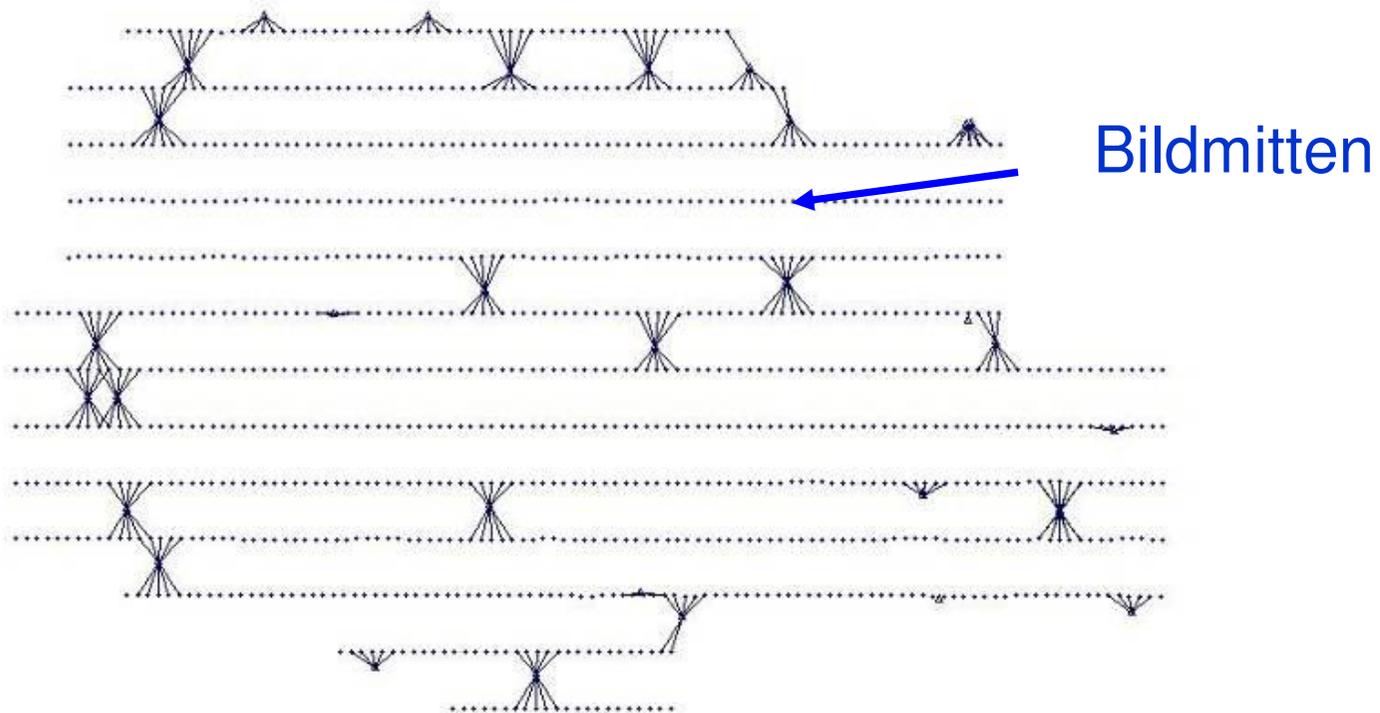


Farbmarkierung



**Ausgewählte topografische Passpunkte (optimale Lage),  
oder „Altpunkte“ aus dem Archiv**

## 30 Passpunkte im Bildfluggebiet Emlichheim



## Ergebnis der Bündelblockausgleichung ist das orientierte Luftbild

Standardabweichung an den Passpunkten : ca. 4 - 6 cm in X / Y / Z

Genauigkeit sämtlicher Beobachtungen im Bildraum :  $\Sigma_0 = 0.8 \mu\text{m}$

( ca. 2.5 cm in der Natur)

Orientierungen für alle Luftbilder eines Bildflugs – Lage in

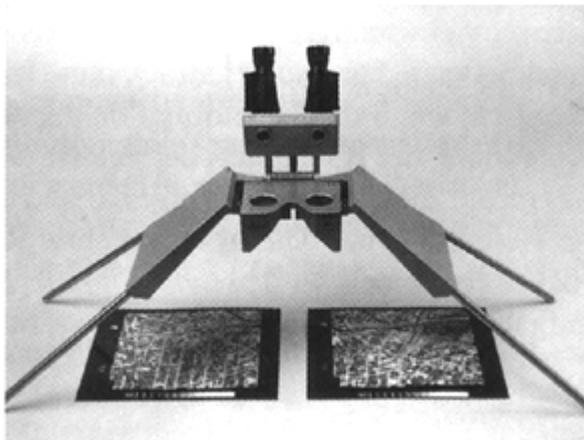
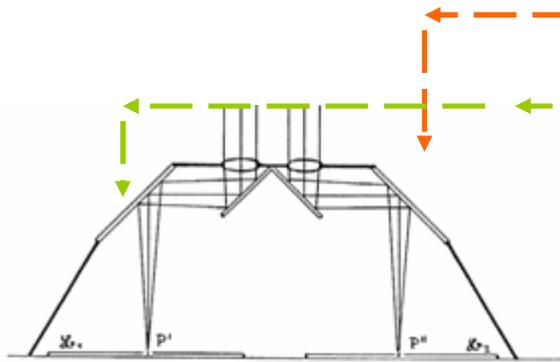
ETRS89/UTM32 , Höhe im HS 160, Drehwinkel in gon.

Bild, Kammer, R, H, Z, Omega, Phi, Kappa

Eine Umrechnung in andere Koordinatensysteme kann auch erfolgen.

01_0005	 BSF_Ultracam_X_Ost_n_West_2008	32553748.678	5853015.850	2869.414	1.0485	-0.3225
01_0006	 BSF_Ultracam_X_Ost_n_West_2008	32553004.001	5853018.747	2869.147	0.9030	-0.1201
01_0007	 BSF_Ultracam_X_Ost_n_West_2008	32552248.464	5853016.828	2868.058	0.5143	-0.1474
01_0008	 BSF_Ultracam_X_Ost_n_West_2008	32551504.036	5853012.291	2868.935	0.1130	0.0511
01_0009	 BSF_Ultracam_X_Ost_n_West_2008	32550748.856	5853010.771	2868.162	-0.1696	0.0488
01_0010	 BSF_Ultracam_X_Ost_n_West_2008	32549998.777	5853015.196	2870.243	0.2238	-0.2010

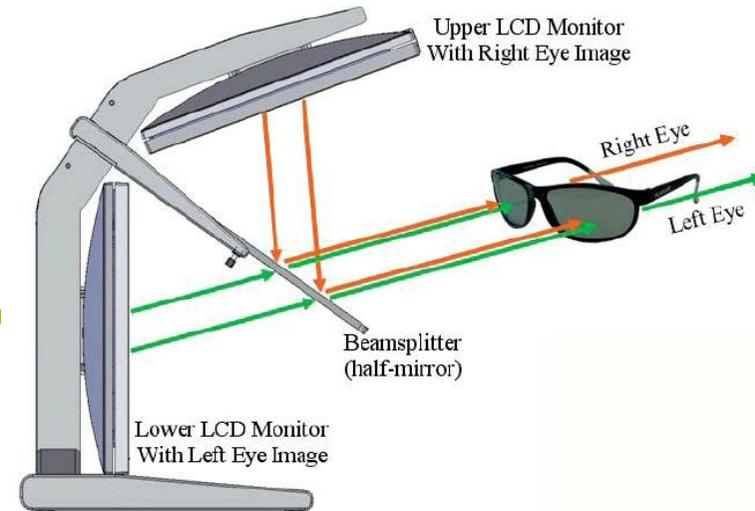
# Stereomodell



Li. Bild      Re. Bild

## Spiegelstereoskop

Orientierung durch Verschieben der Bilder



## Prinzipskizze Planar - Orientierung aus Aerotriangulation -

## Orientierte Luftbilder u. a. für eigene Zwecke:

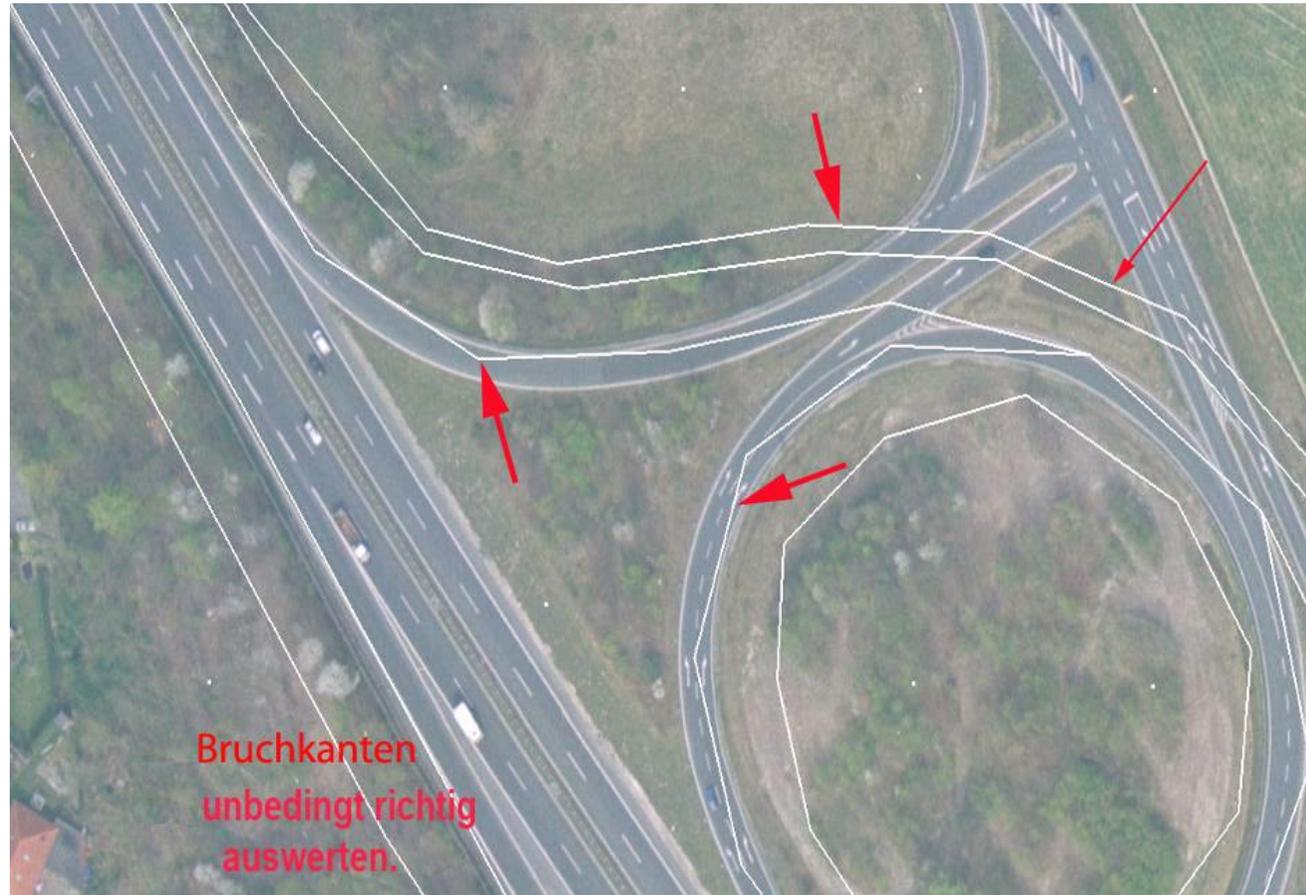
- Berechnung der DOP (Orthophotos)
- Auswertung / Kontrolle von 3D-Messdaten für die Ableitung des ATKIS-DGM (Stereoauswertung am Planar)
- Automatische Bildkorrelation (z. B. für die Ableitung Digitaler Gebäudemodelle - LoD1)

Für die Gesamtfläche von Niedersachsen sind ca. 80.000 Stereomodelle auf ca. 60 USB-Festplatten verfügbar.

# Gliederung

- Aerotriangulation
- **Auswertung DOP-relevanter Objekte,**
- DOP-Produktion
- Landesweite radiometrische Anpassung
- Genauigkeitsprüfung DOP / Orientiertes Luftbild

## DGM-Einfluss



## Bahndamm und Brücke stereoskopisch auswerten



# Photogrammetrische Stereoauswertung am Planar-System



## Hardware:

- Planar StereoMirror SD2020
- DELL Precision / FSC R570, Quad-Core, 8 GB Arbeitsspeicher, 2 Quadro FX Grafikkarten
- 3D Stealth Maus

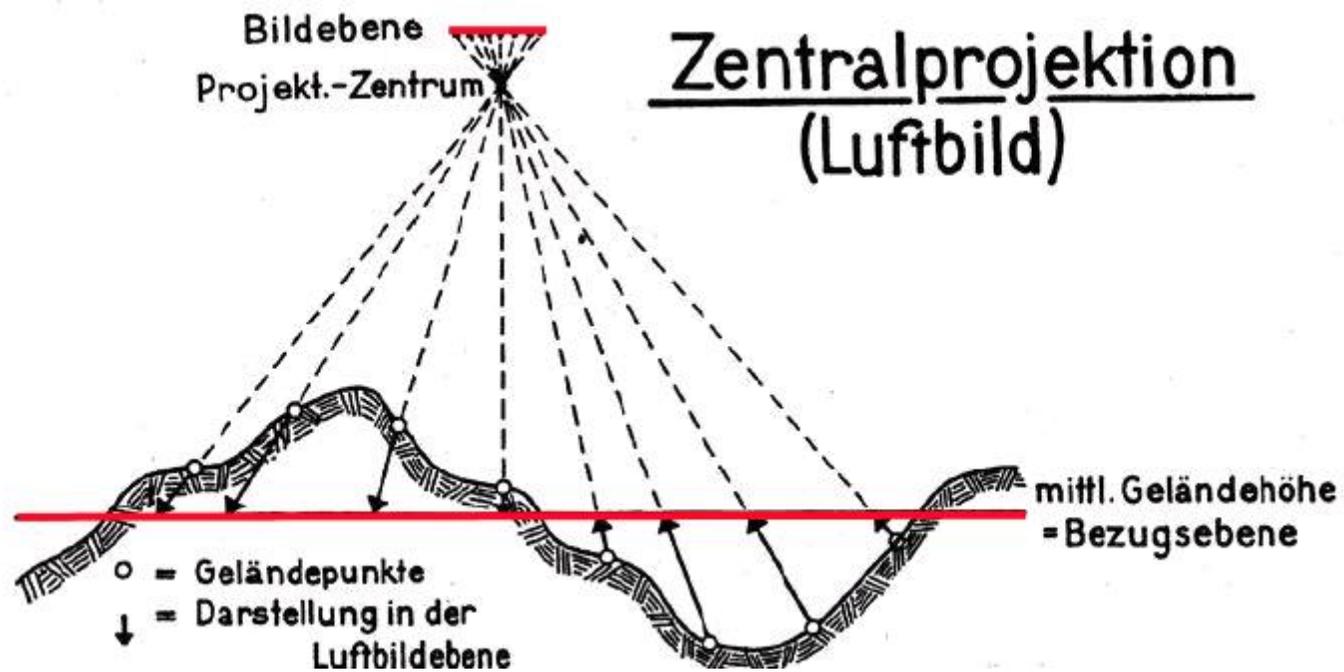
## Software:

- Windows XP64
- DTMaster (INPHO)

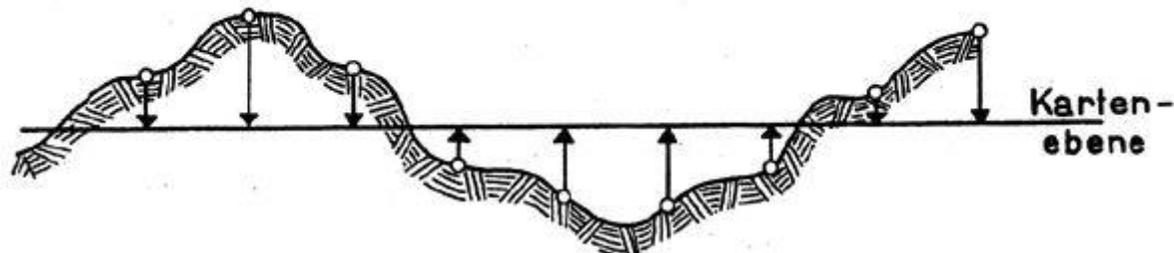
# Gliederung

- Aerotriangulation
- Auswertung DOP-relevanter Objekte,
- DOP-Produktion (Betrachtung True - Orthophoto)
- Landesweite radiometrische Anpassung
- erreichbare Genauigkeiten DOP / Orientiertes Luftbild

# Grundsatz für unsere Luftbilder (LGLN)



## Orthogonalprojektion (Karte)



Ebenso ist ein Orthophoto (DOP)  
eine Orthogonalprojektion.

- Im Rahmen der mehr oder weniger richtigen  
Höheninformation –

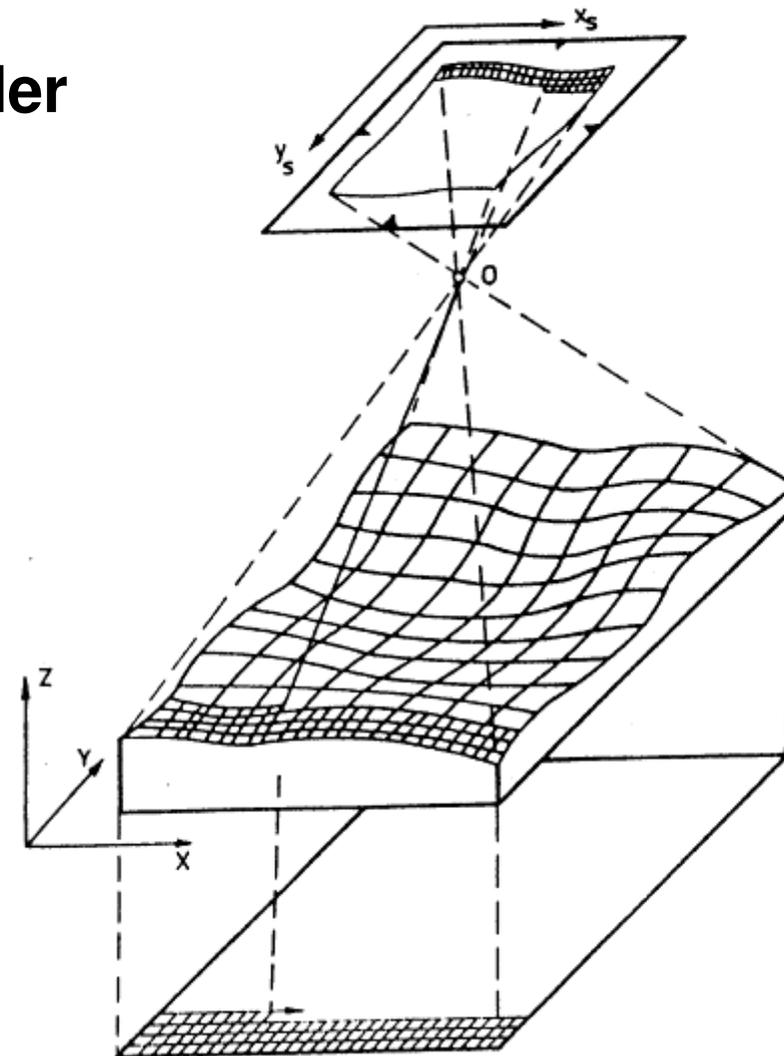
D. h. was im Höhenmodell  
richtig vorliegt wird auch orthogonal projiziert.

# Das geometrisches Modell der Orthophotoerzeugung

## Definition:

(ADV-Produktstandard für digitale Orthophotos (ATKIS® – DOP)  
(Stand: 27.04.2009)

**Unter einem digitalen Orthophoto ist ein digitales Luftbild zu verstehen, das geometrisch einer orthogonalen Projektion der abgebildeten Geländeoberfläche auf eine Bezugsfläche entspricht**



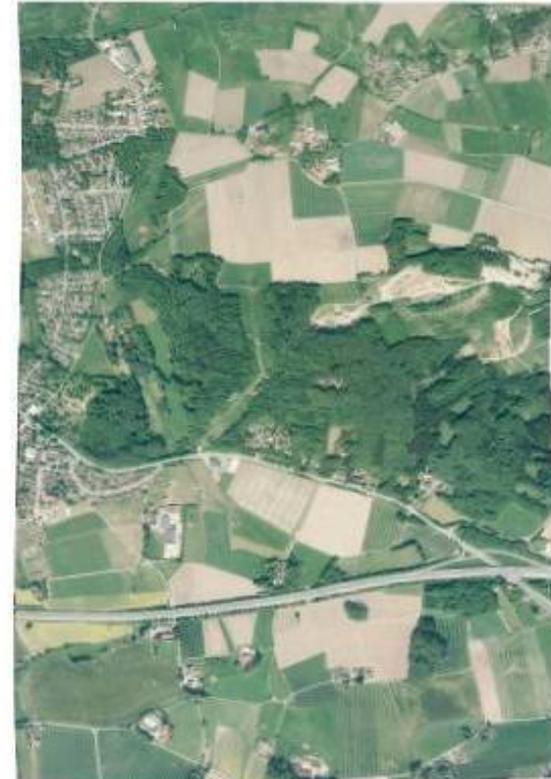
# Unterschiede Original <-> Orthophoto

Original Luftbild

Berechnetes Orthophoto



**Ca. 19 cm**  
Bodenauflösung  
Exakt 17310 x 11310 pix<sup>2</sup>  
(Kammerkalibrierung)



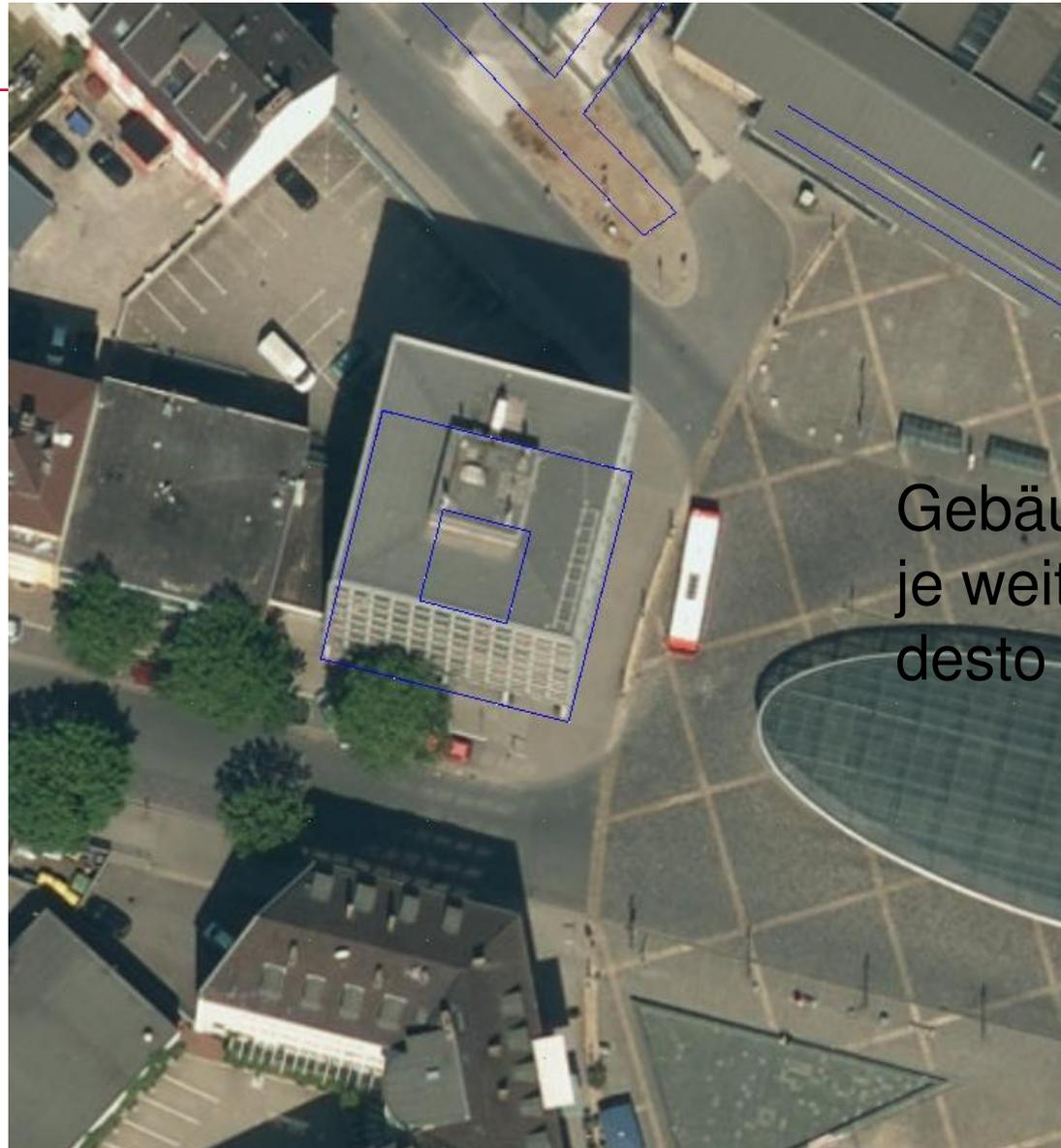
**EXAKT 20 cm** Bodenauflösung  
**Ca. 17003 x 10998 pix<sup>2</sup>**, krumme Werte  
Genaue Georeferenz für jedes  
Bodenpixel.



Ansicht  
Dachgrundriss-  
Auswertung im  
**True-Orthophoto**  
– es fehlt noch die  
Ergänzung der  
Bildinformation  
(schwarz)



Ansicht Dach im fertigen True-Orthophoto mit  
der Bildinformation aus dem nördl. Nachbarstreifen



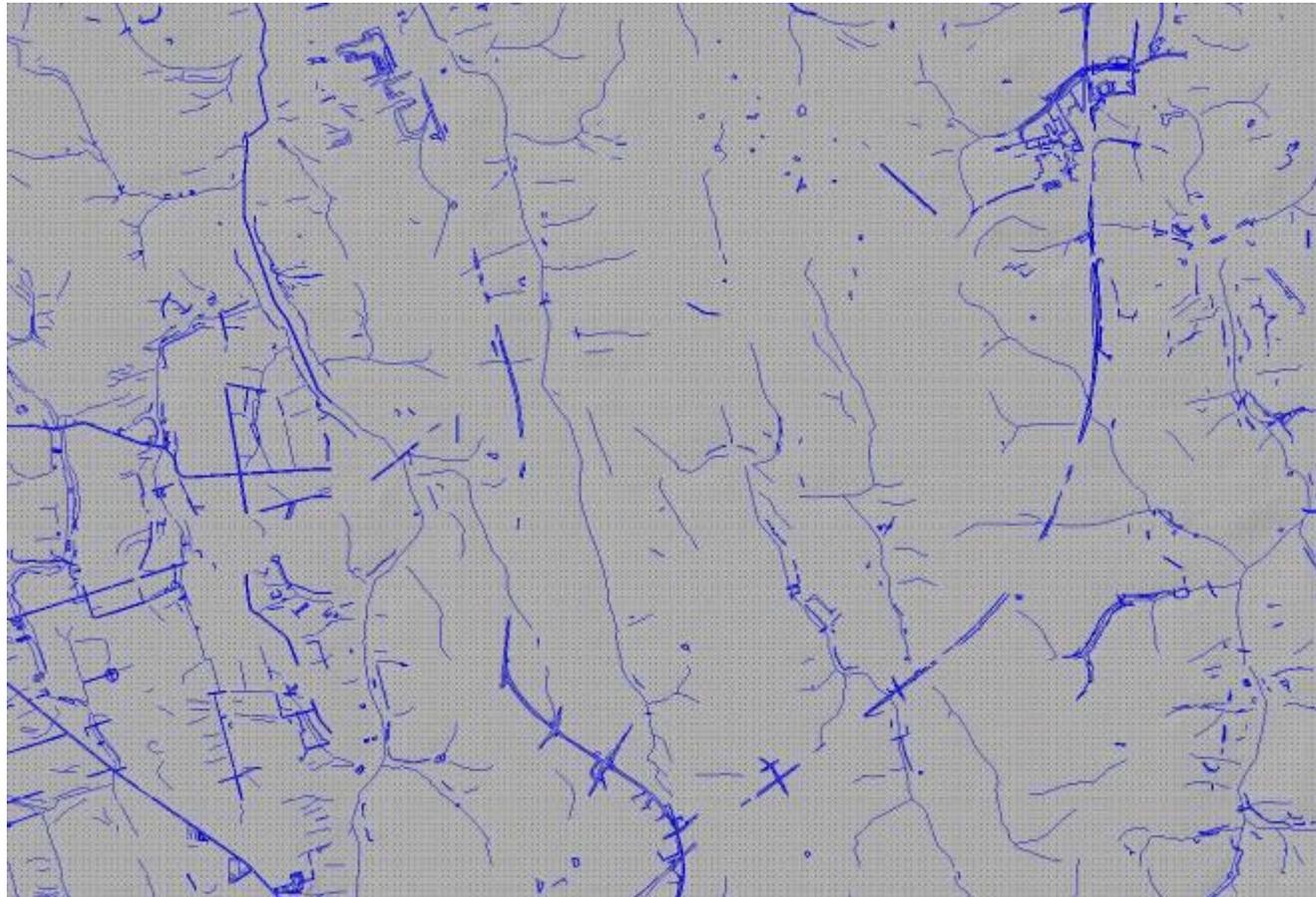
Gebäude kippen,  
je weiter am Bildrand  
desto mehr ...

Auch in Zukunft werden die Orthophotos so  
aussehen.

## Arbeitsablauf Orthophotoproduktion

- Berechnung eines Höhenmodells (Geländeoberfläche + Brücken-Shapes)
- Berechnung der Einzelorthophotos
- Seamline-Editierung (Schittlinien)
- Mosaikierung und Kachelung
- Software : Orthomaster/ OrthoVista / SeamEditor ( Fa. Inpho, Stuttgart )

## Berechnung eines DGM (mit Strukturen, Gitterweite 10m )



# 800 berechnete Orthophotos (DOP) Bodenauflösung : 20 cm



# Verschneidung der Orthophotos

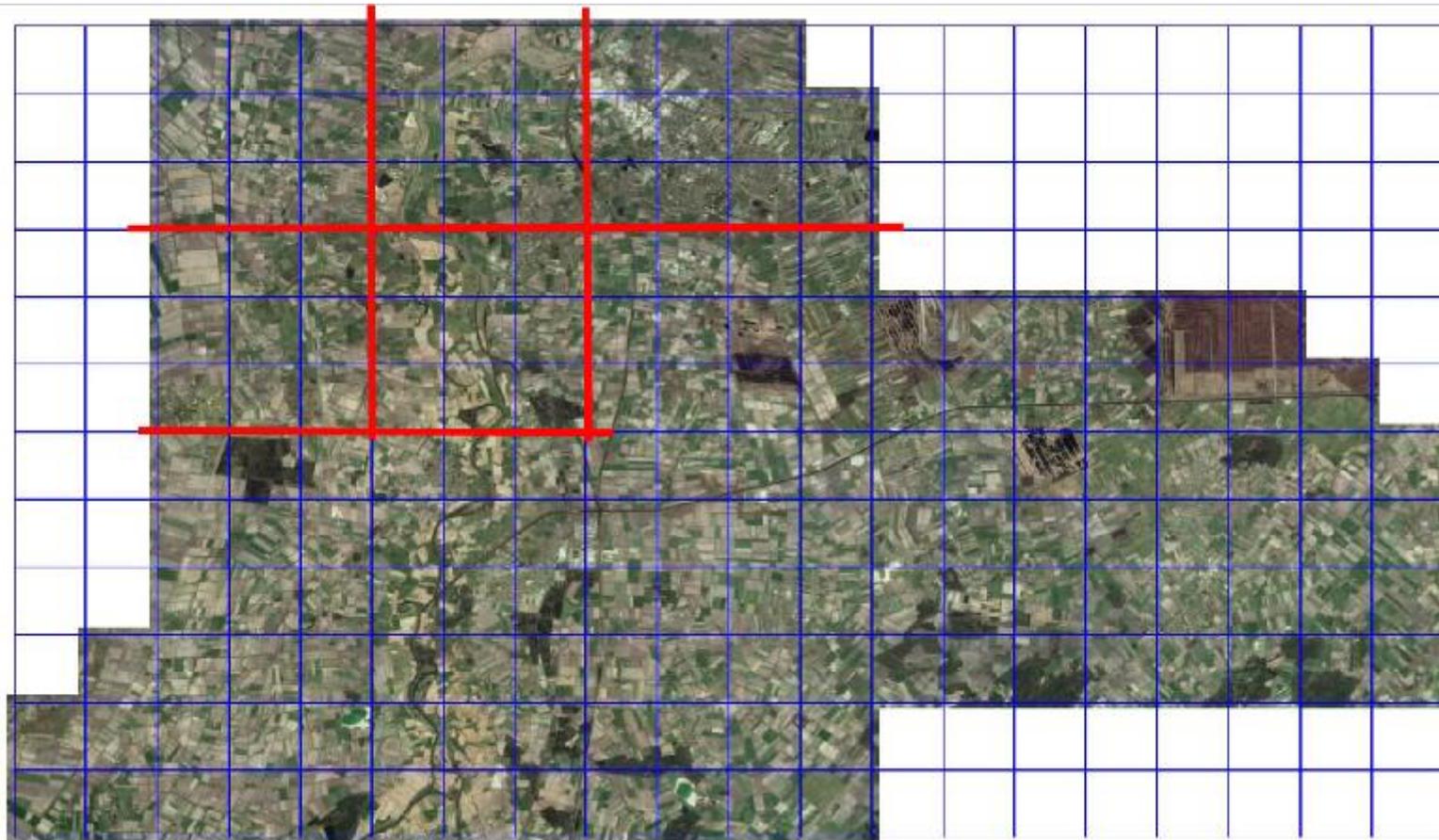
Seamlines (berechnete Schnittlinien die nacheditiert wurden)  
Farbangleichung der Einzelbilder





# Überlappende (400m) Mosaike (rot) und Kacheln (blau) aus Orthophotoverband

Kachelgröße (blau) : 2 x 2 km<sup>2</sup> / Auflösung : GSD = 20 cm 10000 x 10000 pixel<sup>2</sup>

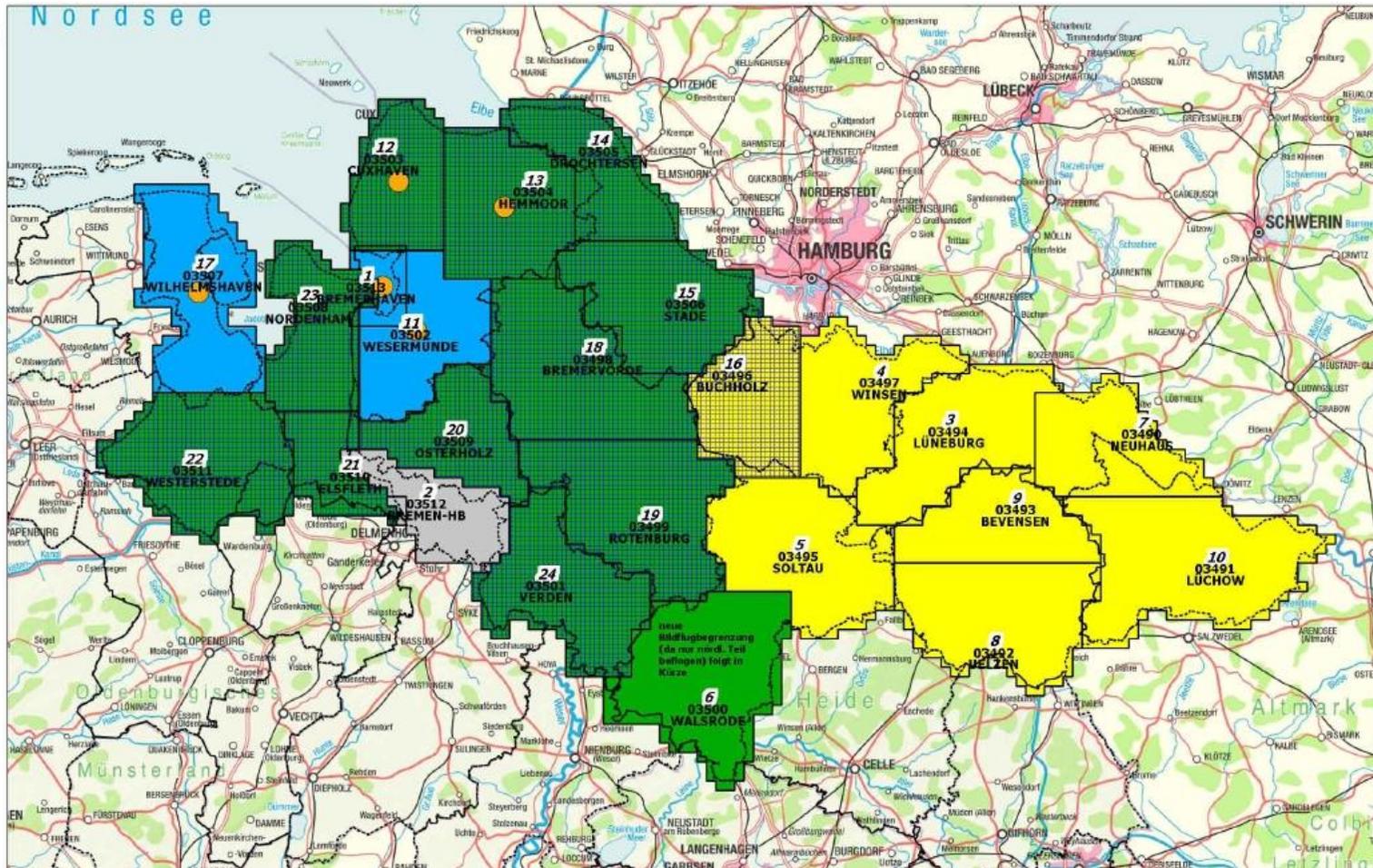


## Zwischenprodukt -> Primär DOP

- Reguläre Prozessierung und Qualitätssicherung der ATKIS DOP erfordert viel Arbeitszeit
- Zeitgewinn durch vollautomatische (aber ungeprüfte!) Erzeugung der Primär DOP als Zwischenprodukt
- Schnellere Verfügbarkeit der Bilddaten für interne Zwecke und Kunden (mittels Web-Dienste)
- Ein aktualisiertes Höhenmodell (DOP-relevante Objekte) muss vorliegen

**Bildflugprogramm 2012**

- Bildflug:
    - geplant
    - abgenommen
    - verschoben
  - Aerotriangulation vorhanden
  - Primär-DOP (P2-P4):
    - geplant
    - vorhanden
    - DOP fertig
  - Landkreisgrenzen
- Stand: 04.09.2012**

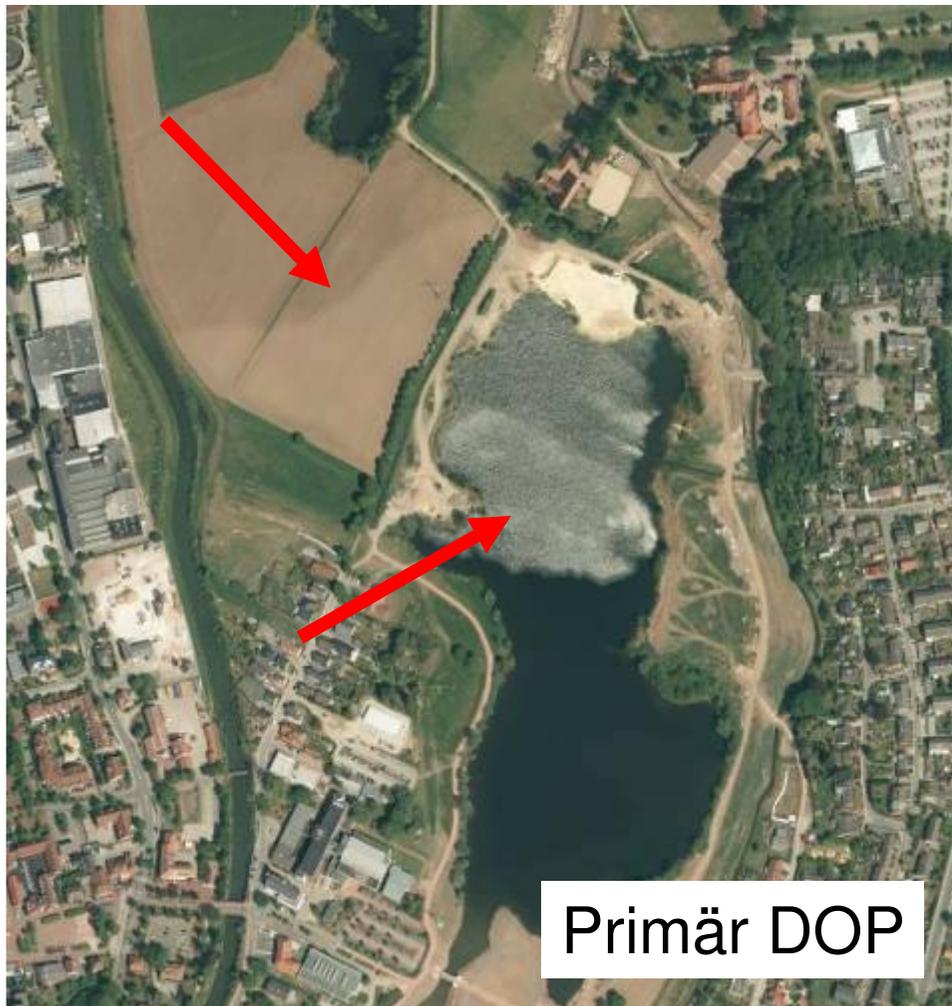


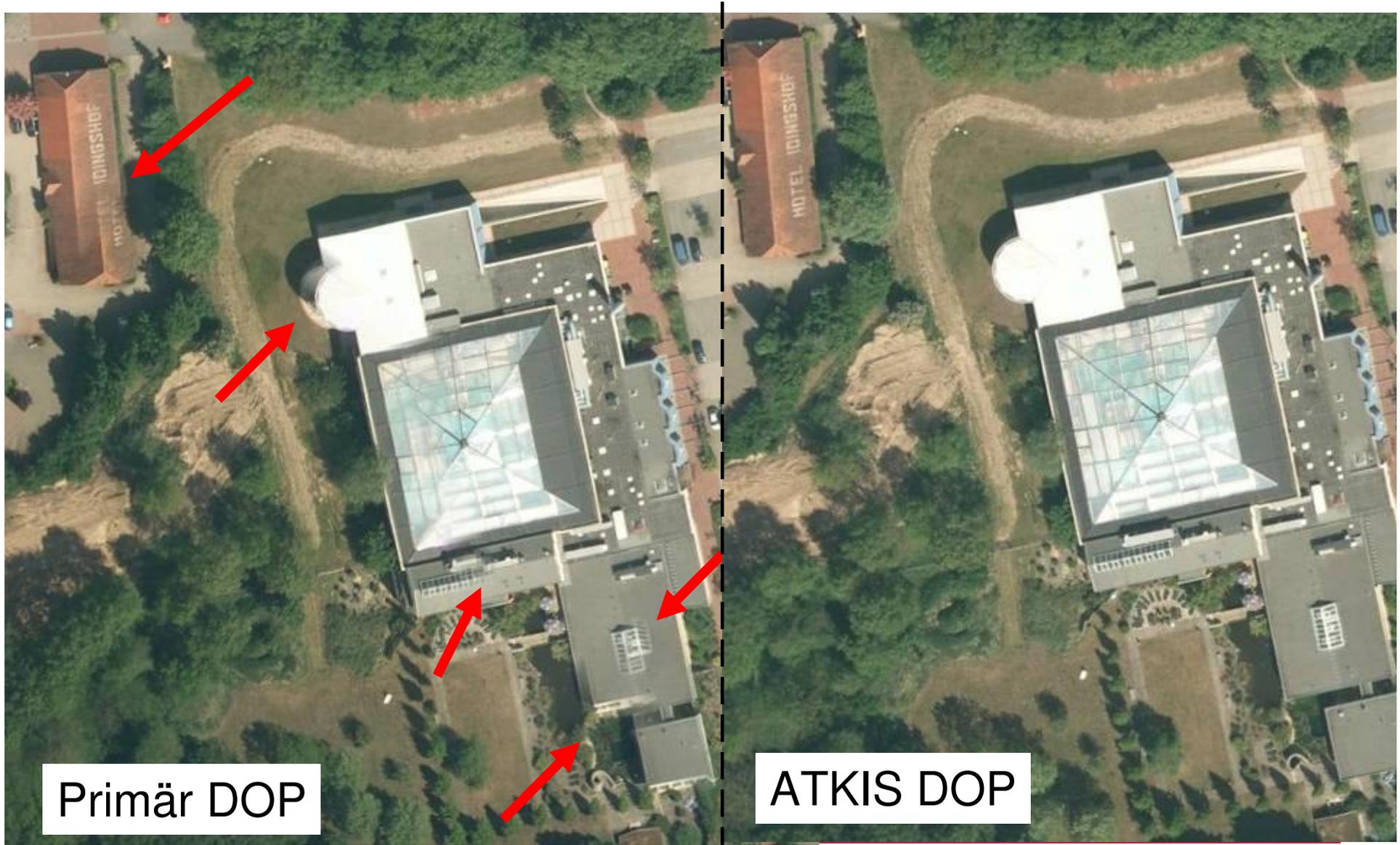
## Mögliche Qualitätseinbußen bei Primär DOP

- Farbunterschiede (z.B. in Gewässern, Ackerflächen)
- Fehlerhafte automatische Seamline (Schnittkanten)-Berechnung durch Gebäude hindurch

-> siehe folgende Beispiele

## Farbabweichungen (Ackerfläche, See)





Primär DOP

ATKIS DOP



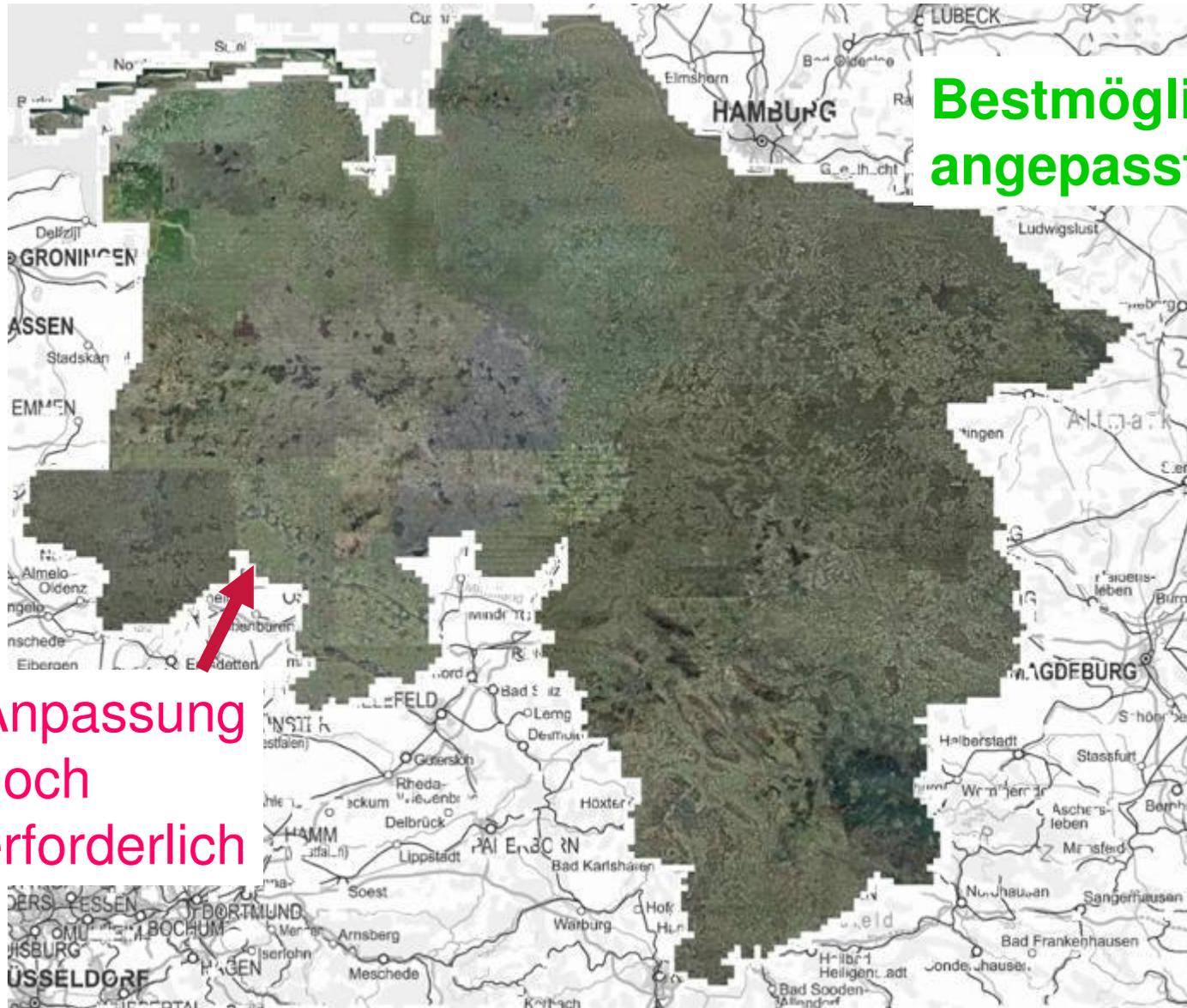
## Fazit

- Primär DOP ist ein Zwischenprodukt ohne Prüfung der Qualität.
- Beschleunigung bei der Bereitstellung der Bilddaten.
- Vollständiges ATKIS DOP wird später regulär erzeugt (nachdem alle anderen regulären ATKIS DOP erzeugt worden sind)
- Primär DOP werden z. Zt. ausschließlich auf dem VKV Map-Server bereitgestellt.

Sind auch im LGLN-Viewer sichtbar.

# Gliederung

- Aerotriangulation
- Auswertung DOP-relevanter Objekte,
- DOP-Produktion
- **Landesweite radiometrische Anpassung**
- Genauigkeitsprüfung DOP / Orientiertes Luftbild



Bestmöglich  
angepasst

Anpassung  
noch  
erforderlich

# Gliederung

- Aerotriangulation
- Auswertung DOP-relevanter Objekte,
- DOP-Produktion
- Landesweite radiometrische Anpassung
- Genauigkeitsprüfung DOP / Orientiertes Luftbild

## **DOP-Prüfung (20cm)** - ganze Fläche Nds.

Vergleichsmessung an den Passpunkten im Orthophoto  
1500 erbenerdige Passpunkte mittl. Abw.  $Y = 0,15$  m  $X = 0,17$  m

Prüfung der **orientierten Luftbilder** durch  
stereoskopische Messung der Passpunkte

Mittl. Abw.  $Y = 0,14$  m  $X = 0,19$  m  $Z = 0,26$  m

Anmerkung: Die Werte beziehen sich nur auf bekannte  
Passpunkte die auch Rechengrundlage waren.

# Planarsysteme im Vorraum

Was ist an welchem Gerät zu sehen