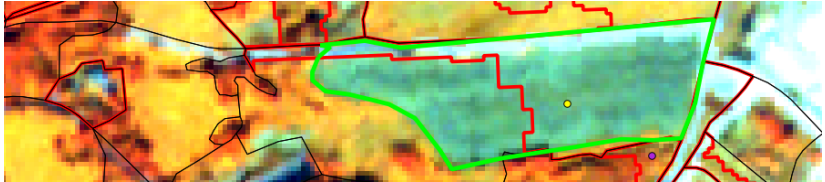


# Geometrische Validierung von Landnutzungsobjekten

Markus Möller & Cornelia Gläßer



Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Institut für Geowissenschaften und Geographie  
Fachgebiet Geofernerkundung und Kartographie  
Von-Seckendorff-Platz 4, 06120 Halle (Saale)



# Gliederung

- 1 Genauigkeit thematischer Kartenwerke
  - Thematische Genauigkeit
  - Positionsgenauigkeit
- 2 Lagegenauigkeit
  - “The problem of matching objects”
  - Flächenübereinstimmung
  - Positionsübereinstimmung
  - Gesamtlagegenauigkeit
- 3 Beispiel
  - Untersuchungsgebiet
  - Ergebnisse
- 4 Zusammenfassung



# Gliederung

- 1 Genauigkeit thematischer Kartenwerke
  - Thematische Genauigkeit
  - Positionsgenauigkeit
- 2 Lagegenauigkeit
  - “The problem of matching objects”
  - Flächenübereinstimmung
  - Positionsübereinstimmung
  - Gesamtlagegenauigkeit
- 3 Beispiel
  - Untersuchungsgebiet
  - Ergebnisse
- 4 Zusammenfassung



## Elemente

- Genauigkeit quantitativer Attribute
- Richtigkeit nichtquantitativer Attribute
- Richtigkeit der Klassifikation

Vergleich der den Objekten oder ihren Attributen zugewiesenen Klassen mit einer allgemein anerkannten Aussage oder mit einem Referenzdatenbestand



ISO 19138 (2006).

*Geographic information: Data Quality Measures.*

Technical report, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.



PAS 1071 (2007).

*Qualitätsmodell für die Beschreibung von Geodaten.*

Technical report, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.



## Elemente

- Genauigkeit quantitativer Attribute
- Richtigkeit nichtquantitativer Attribute
- **Richtigkeit der Klassifikation**  
Vergleich der den Objekten oder ihren Attributen zugewiesenen Klassen mit einer allgemein anerkannten Aussage oder mit einem Referenzdatenbestand



ISO 19138 (2006).

*Geographic information: Data Quality Measures.*  
Technical report, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.



PAS 1071 (2007).

*Qualitätsmodell für die Beschreibung von Geodaten.*  
Technical report, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

## Konfusionsmatrix

		Actual Class				
		A	B	C	D	$\Sigma$
Predicted Class	A	$n_{AA}$	$n_{AB}$	$n_{AC}$	$n_{AD}$	$n_{A+}$
	B	$n_{BA}$	$n_{BB}$	$n_{BC}$	$n_{BD}$	$n_{B+}$
	C	$n_{CA}$	$n_{CB}$	$n_{CC}$	$n_{CD}$	$n_{C+}$
	D	$n_{DA}$	$n_{DB}$	$n_{DC}$	$n_{DD}$	$n_{D+}$
$\Sigma$		$n_{+A}$	$n_{+B}$	$n_{+C}$	$n_{+D}$	$n$

Die grau hervorgehobenen Elemente der Hauptdiagonalen repräsentieren die Fälle, wo Referenz und Klassifikationsergebnis inhaltlich übereinstimmen. Die übrigen Fälle außerhalb der Diagonalen enthalten dagegen die Fälle, wo Referenz und Klassifikationsergebnis keine Übereinstimmung aufweisen.



Foody, G.M. (2002).

Status of land cover classification accuracy assessment.

*Remote Sensing of Environment*, 80, 185 – 201.



# Thematische Genauigkeitsmaße

No.	Name	Formula	References
1.	User's accuracy	$ua_i = p_{ii} / p_{i+}$	Story and Congalton (1986)
2.	Producer's accuracy	$pa_i = p_{ii} / p_{+i}$	Story and Congalton (1986)
3.	Average of user's and producer's accuracy	$aup_i = (ua_i + pa_i) / 2$	
4.	Individual classification success index	$ICSI_i = ua_i + pa_i - 1$	
5.	Hellden's mean accuracy	$mah_i = 2 / (1/ua_i + 1/pa_i) = 2p_{ii} / (p_{i+} + p_{+i})$	Koukoulas and Blackburn (2001), Türk (2002)
6.	Short's mapping accuracy	$mas_i = p_{ii} / (p_{i+} + p_{+i} - p_{ii})$	Hellden (1980), Rosenfield and Fitzpatrick-Lins (1986)
7.	Conditional kappa (user's)	$cku_i = (ua_i - p_{+i}) / (1 - p_{+i}) = (p_{ii} - p_{i+}p_{+i}) / (p_{i+} - p_{i+}p_{+i})$	Short (1982), Rosenfield and Fitzpatrick-Lins (1986)
8.	Conditional kappa (producer's)	$ckp_i = (pa_i - p_{+i}) / (1 - p_{+i}) = (p_{ii} - p_{i+}p_{+i}) / (p_{+i} - p_{i+}p_{+i})$	Rosenfield and Fitzpatrick-Lins (1986)
9.	Modified conditional kappa (user's)	$mcku_i = (ua_i - 1/m) / (1 - 1/m)$	Rosenfield and Fitzpatrick-Lins (1986)
10.	Modified conditional kappa (producer's)	$mckp_i = (pa_i - 1/m) / (1 - 1/m)$	Stehman (1997)
11.	Category-level normalized accuracy	$cnma_i$ (Normalizing error matrix by forcing the marginal total of individual category to 1)	Stehman (1997)
12.	Ground truth index	$GT_i = (p_{ii} - R_i) / (1 - R_i)$ where $R_i$ is lucky guesses (chance agreement), which can be calculated using Türk's (1979) algorithm.	Congalton (1991)
13.	Relative change of entropy given a category on map	$ecnu_i = (H(A) - H(A b_i)) / H(A)$ where, $H(A) = - \sum_{j=1}^m p_{+j} \log(p_{+j}), H(A b_i) = - \sum_{j=1}^m \frac{p_{ij}}{p_{i+}} \log\left(\frac{p_{ij}}{p_{i+}}\right)$	Türk (1979), Rosenfield and Fitzpatrick-Lins (1986)
14.	Relative change of entropy given a category on ground truthing	$ecnp_j = (H(B) - H(B a_j)) / H(B)$ where, $H(B) = - \sum_{i=1}^m p_{i+} \log(p_{i+}), H(B a_j) = - \sum_{i=1}^m \frac{p_{ij}}{p_{+j}} \log\left(\frac{p_{ij}}{p_{+j}}\right)$	Finn (1993)



Liu, C., Frazier, P. & Kumar, L. (2007).

Comparative assessment of the measures of thematic classification accuracy.

*Remote Sensing of Environment*, 107, 606 – 616.



## Elemente

- Relative Genauigkeit
- Rasterdatengenauigkeit
- Absolute Genauigkeit

Maß der Übereinstimmung des festgestellten Koordinatenwertes mit dem wahren oder als wahr angenommenen Koordinatenwert



ISO 19138 (2006).

*Geographic information: Data Quality Measures.*

Technical report, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.



PAS 1071 (2007).

*Qualitätsmodell für die Beschreibung von Geodaten.*

Technical report, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.



## Elemente

- Relative Genauigkeit
- Rasterdatengenauigkeit

- **Absolute Genauigkeit**

Maß der Übereinstimmung des festgestellten Koordinatenwertes mit dem wahren oder als wahr angenommenen Koordinatenwert



ISO 19138 (2006).

*Geographic information: Data Quality Measures.*

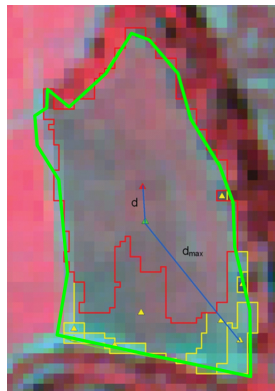
Technical report, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.



PAS 1071 (2007).

*Qualitätsmodell für die Beschreibung von Geodaten.*

Technical report, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.



Wang, Z., Jensen, J.R. & Im, J. (2010).

An automatic region-based image segmentation algorithm for remote sensing applications.

*Environmental Modelling & Software*, 25, 1149 – 1165.



## Elemente

- Relative Genauigkeit
- Rasterdatengenauigkeit
- **Absolute Genauigkeit**  
Maß der Übereinstimmung des festgestellten Koordinatenwertes mit dem wahren oder als wahr angenommenen Koordinatenwert



ISO 19138 (2006).

*Geographic information: Data Quality Measures.*

Technical report, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.



PAS 1071 (2007).

*Qualitätsmodell für die Beschreibung von Geodaten.*

Technical report, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

## Lagegenauigkeit

Absolute Positionsgenauigkeit von zweidimensionalen flächenhaften Objekten

- Flächenübereinstimmung
- Positionsübereinstimmung

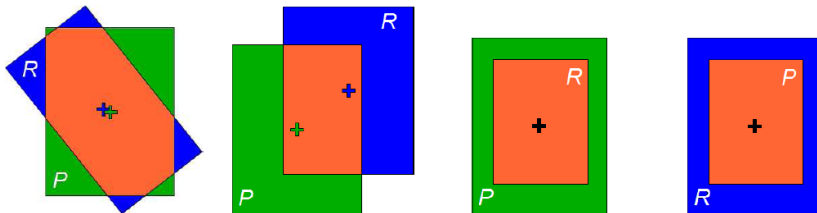


# Gliederung

- 1 Genauigkeit thematischer Kartenwerke
  - Thematische Genauigkeit
  - Positionsgenauigkeit
- 2 Lagegenauigkeit
  - “The problem of matching objects”
  - Flächenübereinstimmung
  - Positionsübereinstimmung
  - Gesamtlagegenauigkeit
- 3 Beispiel
  - Untersuchungsgebiet
  - Ergebnisse
- 4 Zusammenfassung



## "The problem of matching objects"



Übereinstimmungsgrad (orange) von geometrischen Prüf- (grün) und Referenzobjekten (blau)

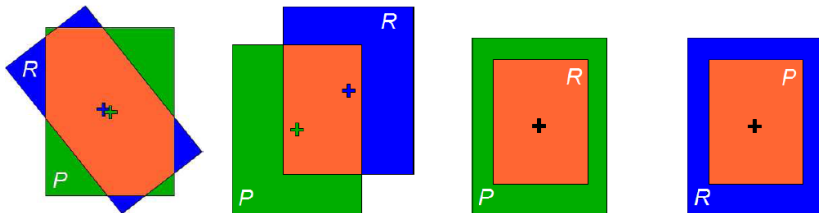


Zhan, Q., Molenaar, M., Tempfli & K., Shi, W. (2005).

Quality assessment for geo-spatial objects derived from remotely sensed data.

*International Journal Remote Sensing*, 26, 2953–2974.





Übereinstimmungsgrad (orange) von geometrischen Prüf- (grün) und Referenzobjekten (blau)

## Prinzipien

- Integrative Betrachtung von Positions- und Flächendifferenzen
- Hierarchischer und zweiseitiger Vergleich von Prüf- und Referenzobjekten

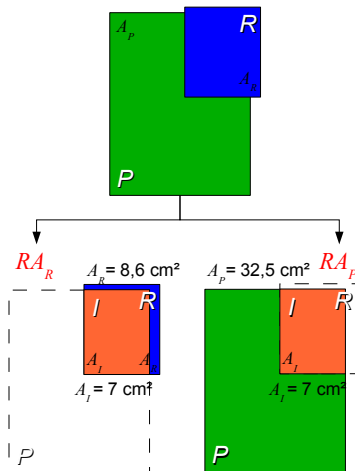


Zhan, Q., Molenaar, M., Tempfli & K., Shi, W. (2005).

Quality assessment for geo-spatial objects derived from remotely sensed data.

*International Journal Remote Sensing*, 26, 2953–2974.





## Relative Area

$$RA_R = \frac{A_I}{A_R}$$

$$RA_P = \frac{A_I}{A_P}$$

$$RA = \frac{RA_R + RA_P}{2}$$

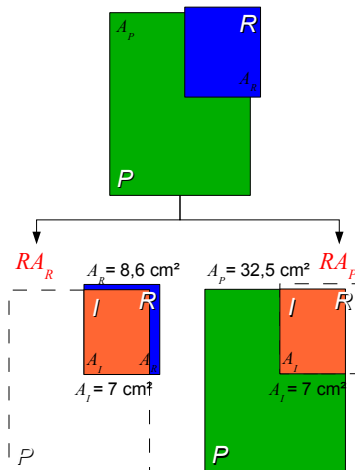


Möller, M., Lymburner, L. & Volk, M. (2007).

The comparison index: A tool for assessing the accuracy of image segmentation.

*International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 9, 311 – 321.





## Relative Area

$$RA_R = \frac{A_I}{A_R} = \frac{7 \text{ cm}^2}{8,6 \text{ cm}^2} = 0,82$$

$$RA_P = \frac{A_I}{A_P} = \frac{7 \text{ cm}^2}{32,5 \text{ cm}^2} = 0,12$$

$$RA = \frac{RA_R + RA_P}{2} = 0,52$$

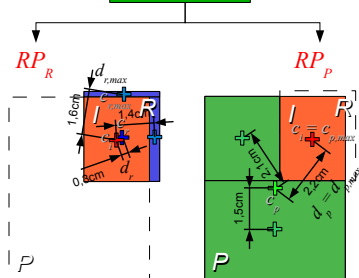
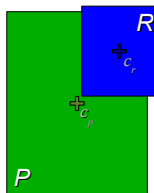


Möller, M., Lyburner, L. & Volk, M. (2007).

The comparison index: A tool for assessing the accuracy of image segmentation.

*International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 9, 311 – 321.





## Relative Position

$$d_r = \text{dist}(c_i, c_r)$$

$$d_p = \text{dist}(c_i, c_p)$$

$$d_{r,max} = \text{dist}(c_i, c_{r,max})$$

$$d_{p,max} = \text{dist}(c_i, c_{p,max})$$

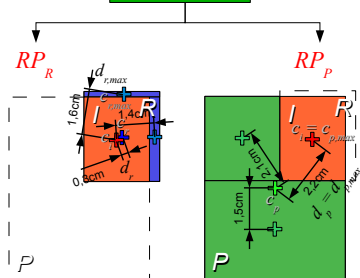
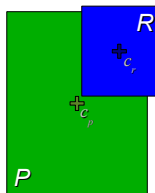


Möller, M., Lyburner, L. & Volk, M. (2007).

The comparison index: A tool for assessing the accuracy of image segmentation.

*International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 9, 311 – 321.





## Relative Position

$$d_r = \text{dist}(c_i, c_r) = 0,3 \text{ cm}$$

$$d_p = \text{dist}(c_i, c_p) = 2,2 \text{ cm}$$

$$d_{r,max} = \text{dist}(c_i, c_{r,max}) = 1,6 \text{ cm}$$

$$d_{p,max} = \text{dist}(c_i, c_{p,max}) = 2,2 \text{ cm}$$



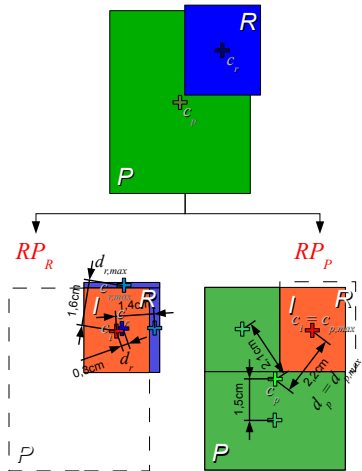
Möller, M., Lyburner, L. & Volk, M. (2007).

The comparison index: A tool for assessing the accuracy of image segmentation.

*International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 9, 311 – 321.







## Relative Position

$$RP_R = 1 - \frac{d_r}{d_{r,max}}$$

$$RP_P = 1 - \frac{d_p}{d_{p,max}}$$

$$RP = \frac{RP_R + RP_P}{2}$$

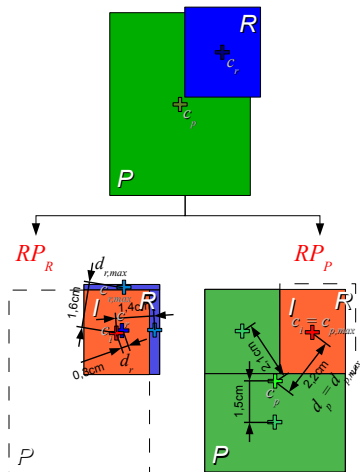


Möller, M., Lymburner, L. & Volk, M. (2007).

The comparison index: A tool for assessing the accuracy of image segmentation.

*International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 9, 311 – 321.





## Relative Position

$$RP_R = 1 - \frac{d_r}{d_{r,max}} = 1 - \frac{0,3 \text{ cm}}{1,6 \text{ cm}} = 0,81$$

$$RP_P = 1 - \frac{d_p}{d_{p,max}} = 1 - \frac{2,2 \text{ cm}}{2,2 \text{ cm}} = 0$$

$$RP = \frac{RP_R + RP_P}{2} = 0,41$$



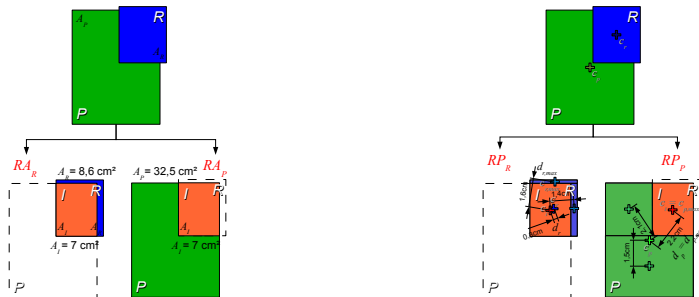
Möller, M., Lymburner, L. & Volk, M. (2007).

The comparison index: A tool for assessing the accuracy of image segmentation.

*International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 9, 311 – 321.



$$GLG = \frac{RA_R + RP_R + RA_P + RP_P}{4}$$



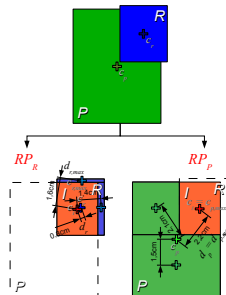
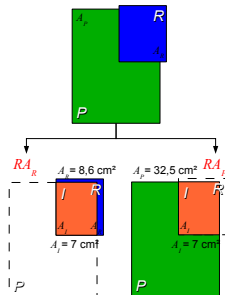
Clinton, N., Holt, A., Scarborough, J., Yan, L. Gong, P. (2010).

Accuracy assessment measures for object-based image segmentation goodness.

*Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 76, 289 - 299.



$$GLG = \frac{RA_R + RP_R + RA_P + RP_P}{4} = \frac{0,52 + 0,41}{2} = \frac{RA + RP}{2} = 0,46$$



Clinton, N., Holt, A., Scarborough, J., Yan, L. Gong, P. (2010).

Accuracy assessment measures for object-based image segmentation goodness.

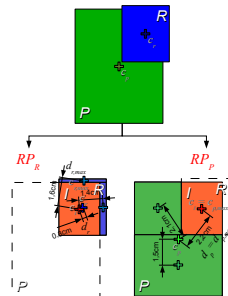
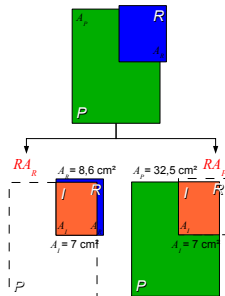
*Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 76, 289 - 299.



$$GLG = \frac{RA_R + RP_R + RA_P + RP_P}{4} = \frac{0,52 + 0,41}{2} = \frac{RA + RP}{2} = 0,46$$

$$RLG = \frac{RA_R + RP_R}{2} = 0,82$$

$$PLG = \frac{RA_P + RP_P}{2} = 0,11$$



Clinton, N., Holt, A., Scarborough, J., Yan, L. Gong, P. (2010).

Accuracy assessment measures for object-based image segmentation goodness.

*Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 76, 289 - 299.

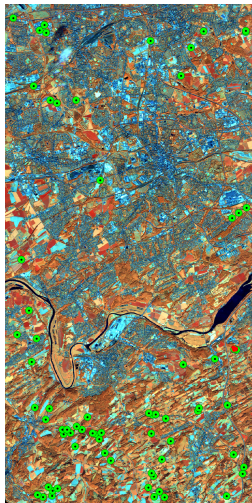


# Gliederung

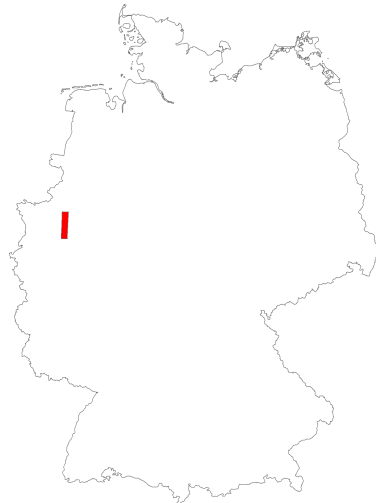
- 1 Genauigkeit thematischer Kartenwerke
  - Thematische Genauigkeit
  - Positionsgenauigkeit
- 2 Lagegenauigkeit
  - “The problem of matching objects”
  - Flächenübereinstimmung
  - Positionsübereinstimmung
  - Gesamtlagegenauigkeit
- 3 **Beispiel**
  - Untersuchungsgebiet
  - Ergebnisse
- 4 Zusammenfassung



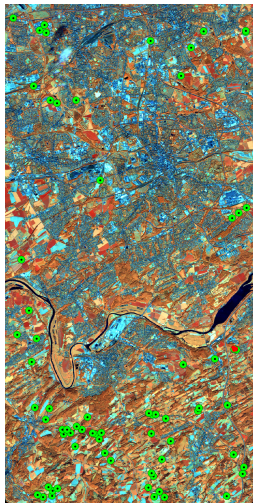
## Herne



## Deutschland



## Herne



## DeCover 2

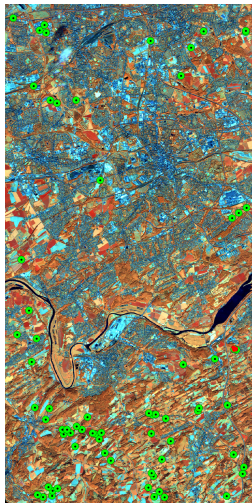
([www.decover.info](http://www.decover.info))

- Aktualisierungskartierung
- Klasse **Ackerland**
- Basisdatensatz: RapidEye vom  
24.05.2009 | 31.08.2008 |  
15.10.2009
- 88 Referenzstichproben
- Thematische Gesamtgenauigkeit  
70%

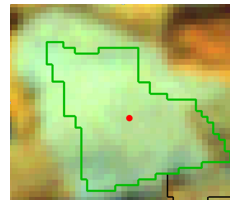




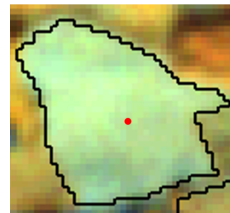
## Herne



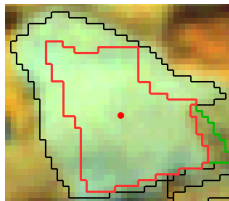
## Klassifikation (Prüfobjekt)



## Referenzobjekt

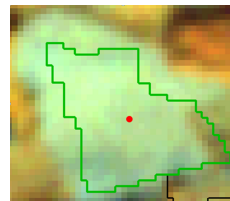


## Verschneidung

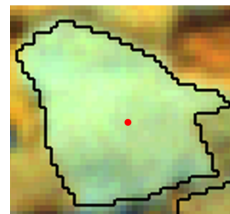


$$\begin{aligned}
 RA_R &= 0,60 & RA_P &= 0,94 \\
 RP_R &= 0,85 & RP_P &= 0,93 \\
 RLG &= 0,73 & PLG &= 0,94 \\
 \mathbf{GLG} &= \mathbf{0,83}
 \end{aligned}$$

## Klassifikation (Prüfobjekt)



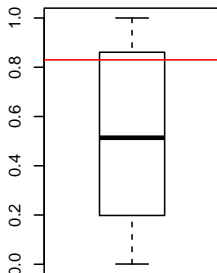
## Referenzobjekt



# Visualisierung

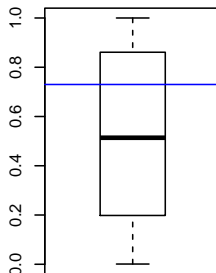
## Globale Bewertung

**GLG**



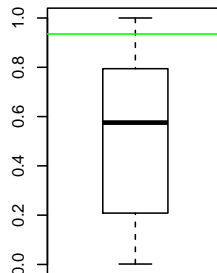
Median= 0.57

**RLG**



Median= 0.51

**PLG**

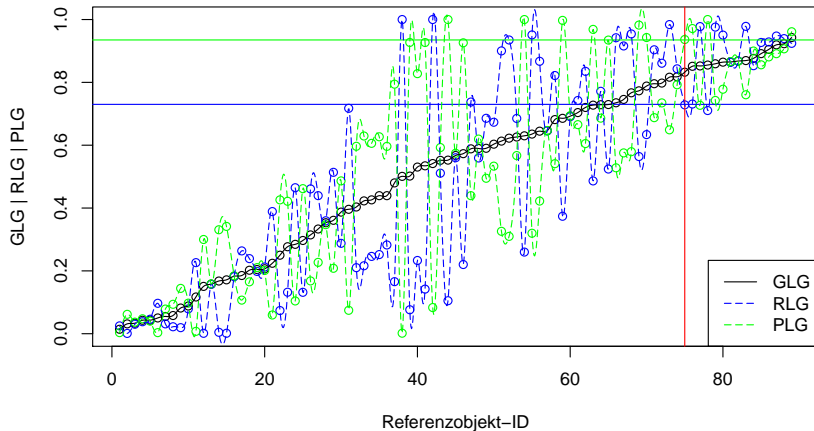


Median= 0.58



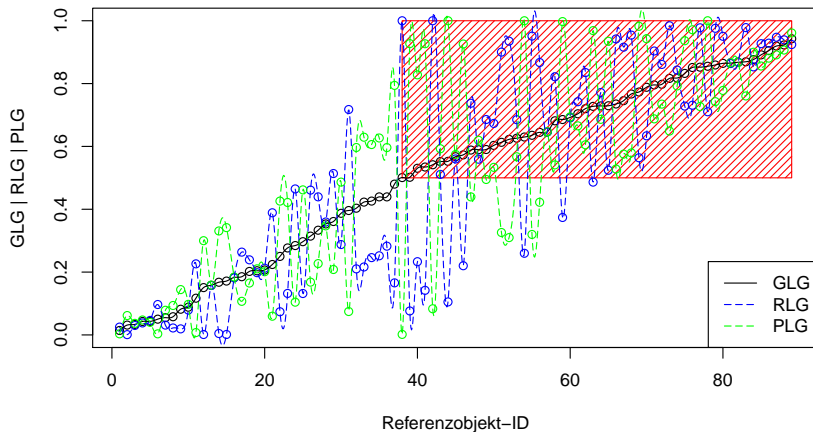
# Visualisierung

## Lokale Bewertung



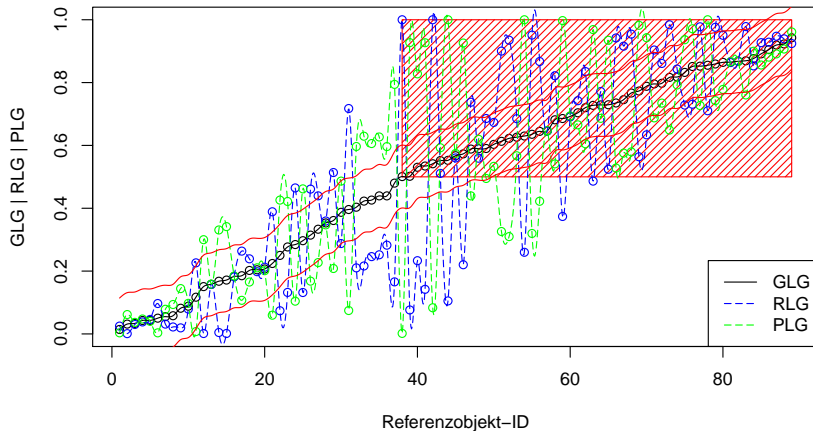
# Visualisierung

Toleranzen:  $GLG_{min} = 0,5$  (52/88)



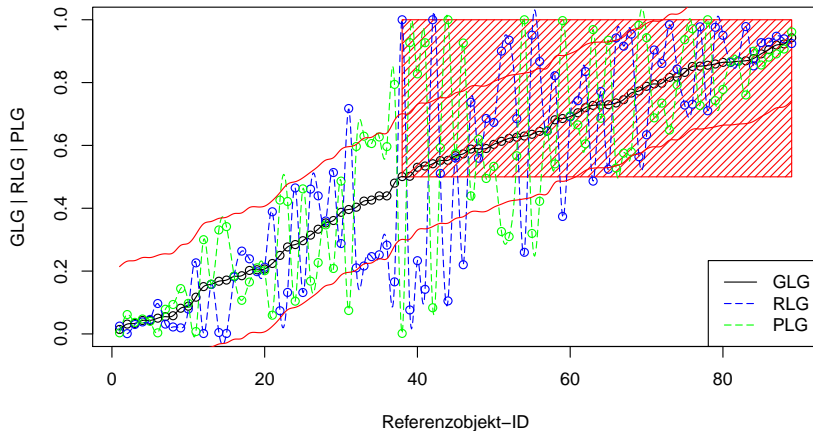
# Visualisierung

Toleranzen:  $GLG_{min} = 0,5$  |  $GLG_V \pm 0,1$  (35/88)



# Visualisierung

Toleranzen:  $GLG_{min} = 0,5$  |  $GLG_V \pm 0,2$  (45/88)



# Gliederung

- 1 Genauigkeit thematischer Kartenwerke
  - Thematische Genauigkeit
  - Positionsgenauigkeit
- 2 Lagegenauigkeit
  - “The problem of matching objects”
  - Flächenübereinstimmung
  - Positionsübereinstimmung
  - Gesamtlagegenauigkeit
- 3 Beispiel
  - Untersuchungsgebiet
  - Ergebnisse
- 4 Zusammenfassung





## ISO- und DIN-Richtlinien

- Im Zusammenhang mit den Bestrebungen zur Harmonisierung von Geodaten ergeben sich erhöhte Anforderungen an die Qualität von thematischen Kartenwerken.
- Während für die Kennzeichnung seit Jahrzehnten allgemein anerkannte Qualitätsstandards der thematischen Qualität bestehen, existieren keine Standardmaße zur Beschreibung der geometrischen Qualität von flächenhaften Landnutzungs- bzw. Landbedeckungsobjekten.



## Lagegenauigkeit

- Absolute Positionsgenauigkeit von zweidimensionalen flächenhaften Objekten
- **Zweiseitiger Vergleich von Prüf- und Referenzobjekten**  
⇒ **Hierarchische Qualitätsmaße**
  - Flächenübereinstimmungsgrad
  - Positionsübereinstimmungsgrad
- Tiefenprüfung der thematischen Validierung

## Ausblick

- Objektausrichtung
- Toleranzmaße



## Lagegenauigkeit

- Absolute Positionsgenauigkeit von zweidimensionalen flächenhaften Objekten
- **Zweiseitiger Vergleich von Prüf- und Referenzobjekten**  
⇒ **Hierarchische Qualitätsmaße**
  - Flächenübereinstimmungsgrad
  - Positionsübereinstimmungsgrad
- Tiefenprüfung der thematischen Validierung

## Ausblick

- Objektausrichtung
- Toleranzmaße



## Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

- Markus Möller  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Fachgruppe Thematische Kartographie und Geofernerkundung  
Von-Seckendorff-Platz 4 | 06120 Halle (Saale)  
mail: [markus.moeller@geo-uni.halle.de](mailto:markus.moeller@geo-uni.halle.de)  
Tel. 0345 552 60 23

