



Frühjahrstagung 2009
im SuperC – RWTH Aachen

VDV

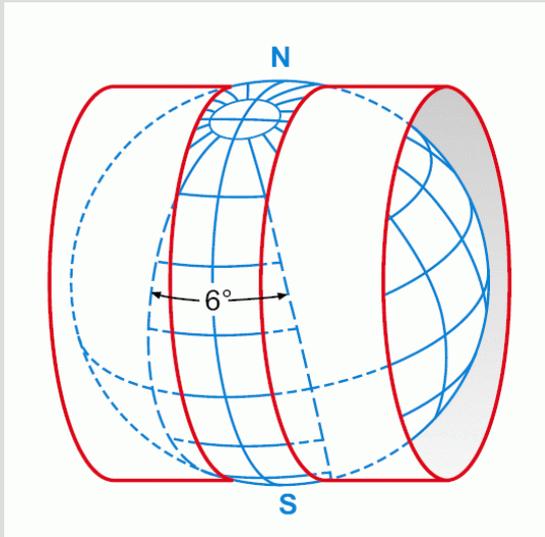
Die Umstellung nach ETRS89 -
praktische Erfahrungen aus der Sicht
eines Systementwicklers

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Benning
Geodätisches Institut der RWTH Aachen

Europäisches Terrestrisches ReferenzSystem 1989

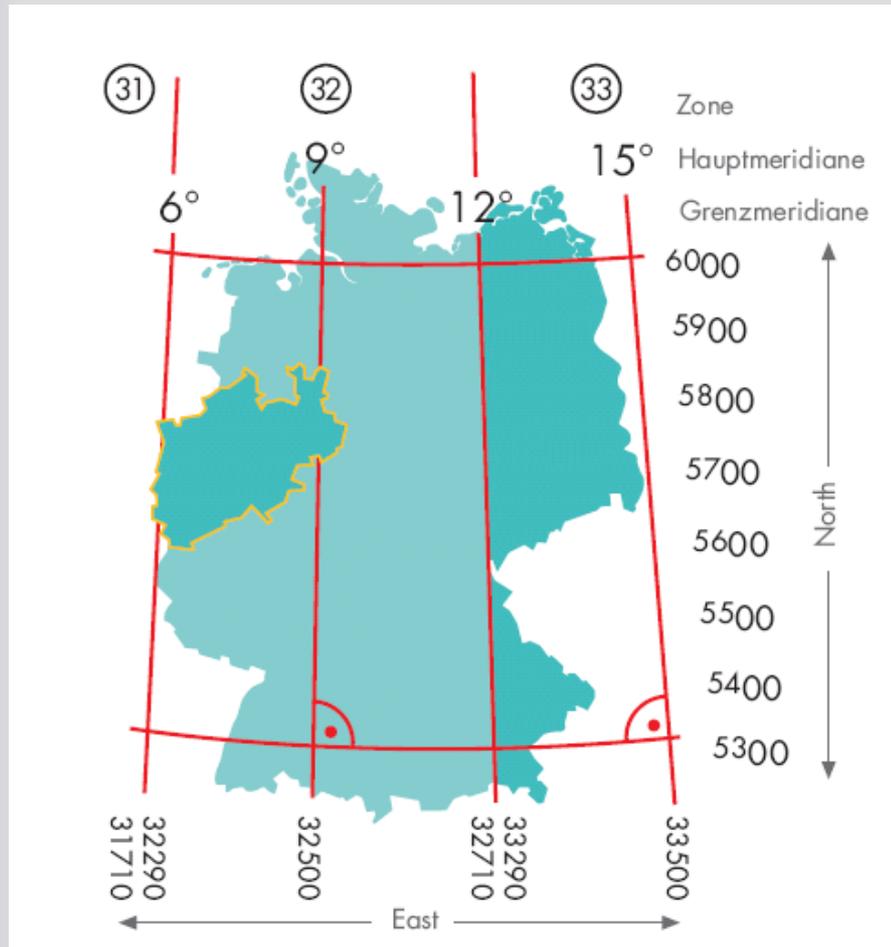
mit der

Universalen Transversalen Mercatorabbildung



- dreidimensionales geodätisches Bezugssystem
- winkeltreue Abbildung auf einen transversalen Schnittzylinder
- kartesisches Koordinatensystem
- einheitliches Bezugssystem für europäische Geodaten

Zoneneinteilung der Universalen Transversalen Mercatorabbildung:



(Quelle: Faltblatt zu ETRS89, Landesvermessung NRW)

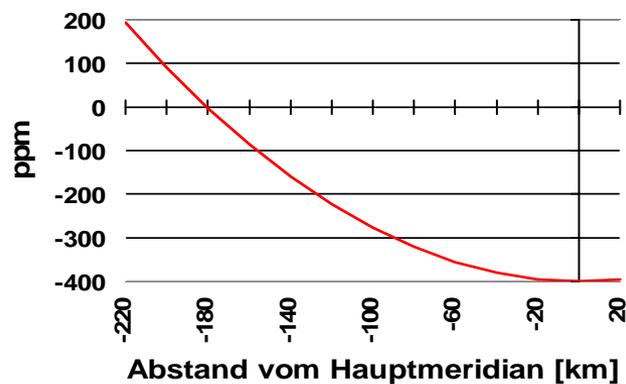
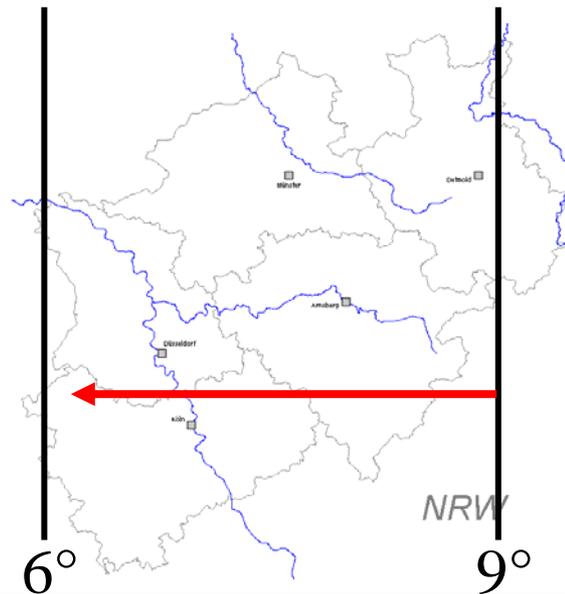
Bezeichnung der Zonen:

- von Datumsgrenze östlich mit aufsteigenden Ziffern (1 - 60)
- von Süden nach Norden mit Buchstaben (C - X)
- NRW praktisch in **einem** Zonenfeld: ETRS89_UTM32

Vergleich der Koordinatenreferenzsysteme

	Gauß-Krüger-Koordinatensystem	ETRS89-Koordinatensystem
Projektionsgrundlage	Berührzylinder 	Schnittzylinder
längentreuer Meridian	Mittelmeridian	2 Meridiane im Abstand von 180 km vom Mittelmeridian
Streifenbreite	3°	6°
Bezugsellipsoid	Bessel bzw. Krassowski	GRS80
Bezeichnung der Achsen	Rechts- und Hochwert	Ost- und Nordwert
Zuschlag im Rechtswert	500.000 m	500.000 m
Einheit	[m]	[m]
Angabe der Zone	im Rechtswert enthalten	als Zusatzangabe
ALKIS-Bezeichnung	DE_DHDN_3GK<sn>_<lg> (z.B. DE_DHDN_3GK2_NW177)	ETRS89_UTM<zn> (z.B. ETRS89_UTM32)

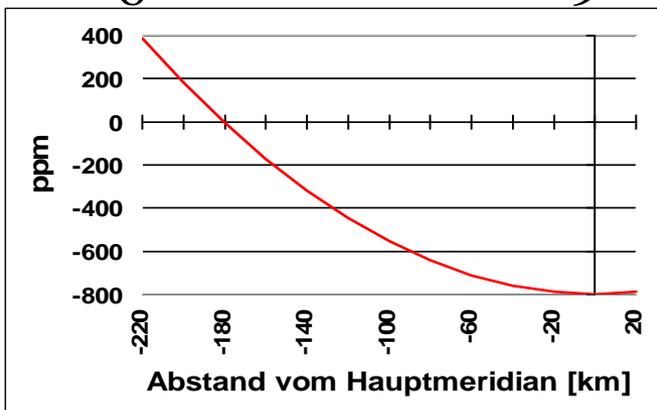
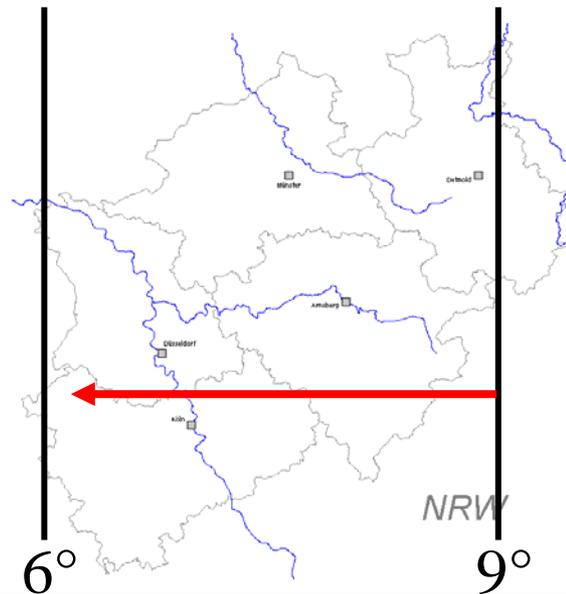
Streckenverzerrungen UTM



Bsp. : 100 m gemessene Strecke,
mittlere Geländehöhe h über
dem GRS80-Ellipsoid

Abstand vom Hauptmeridian [km]	Streckenkorrektur $h = 0$ m [cm]	Streckenkorrektur $h = 200$ m [cm]
0	-4,0	-4,3
100	-2,8	-3,1
180	0,0	-0,3
200	+0,9	+0,6

Flächenverzerrungen UTM

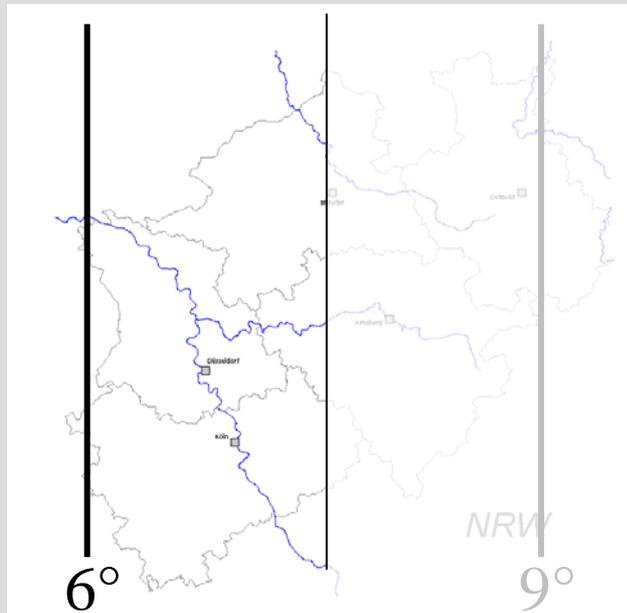


Bsp. : 1000 m² gemessene Fläche,
mittlere Geländehöhe h über
dem GRS80-Ellipsoid

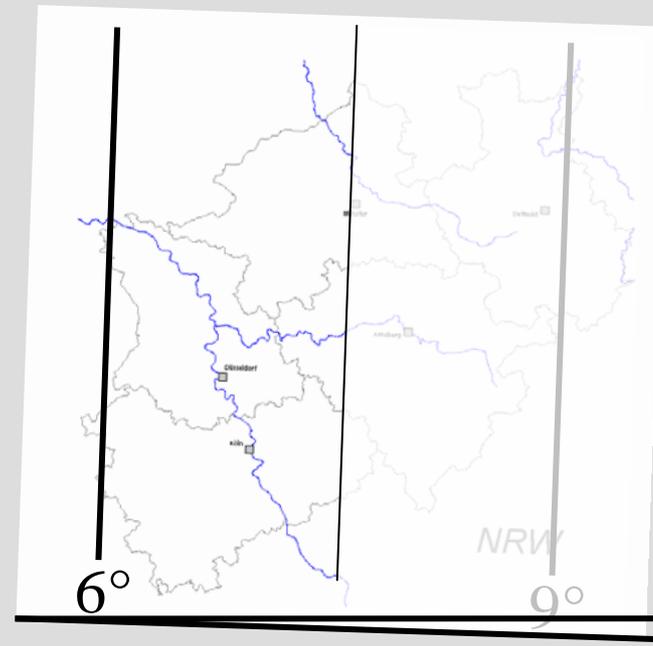
Abstand vom Haupt- meridian [km]	Flächen- korrektur $h = 0$ m [m ²]	Flächen- korrektur $h = 200$ m [m ²]
0	-0,8	-0,9
100	-0,6	-0,6
180	0,0	-0,1
200	+0,2	+0,1

Verdrehung der Systeme

GK, 2.Streifen



UTM, Zone 32



~ 2,61 gon

Verdrehung in NRW: ~ 2,61 gon (nur bei GK2 → UTM32)
da unterschiedliche Hauptmeridiane (GK2: 6°, UTM32: 9°)

→ der Drehwinkel muss bei der ETRS-Transformation bei orientierten
Punktsymbolen und Texten angebracht werden

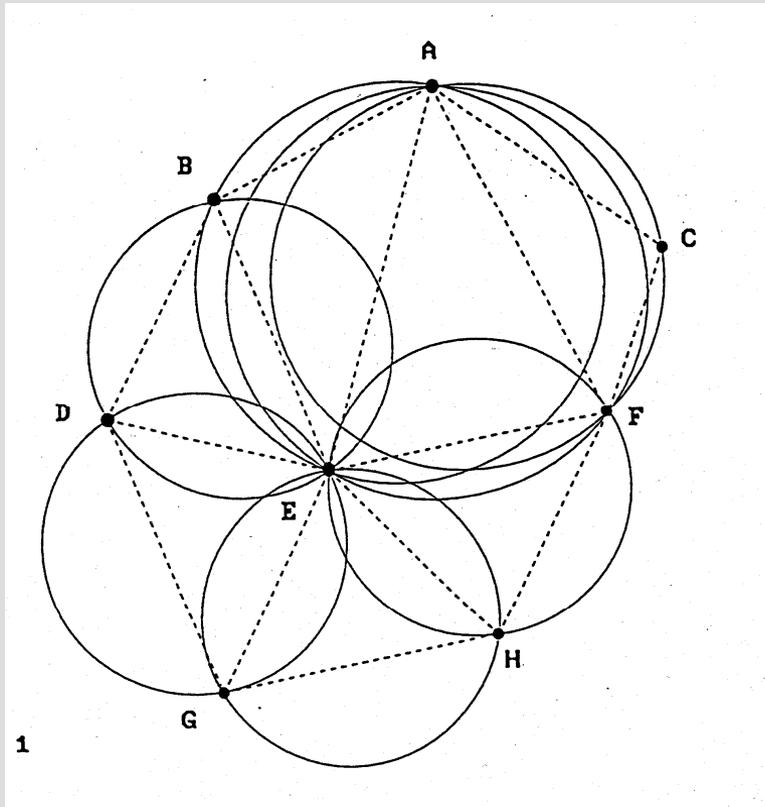
Ziele des Lagebezugswechsels

- Berechnung von ETRS89-Koordinaten für alle Punkte der Punktdatetei
- Wechsel des Bezugssystems für digitale Grundrissdaten
- ETRS89 als „Gebrauchskoordinate“ einführen
- bisherige Gebrauchskoordinaten (PreuLa, Netz 77 usw.) werden zu historischen Koordinaten

Verfahrensschritte

- Untersuchung der Homogenität im Transformationsgebiet
- Abstimmung der Gebietsgrenze mit Nachbarbezirken (identische Stützpunkte auf Gebietsgrenze)
- Auswahl der Stützpunktdatensätze (identische Punkte)
- Auswahl des Interpolationsansatzes

Interpolationsalgorithmen



Maximierung der minimalen Winkel in allen Dreiecken in der Delaunay-Triangulierung

- **streckengewichtet**
- **multiquadratisch**
- **natural neighbourhood (Delaunay-Triangulierung)**

Welche Hindernisse treten auf?

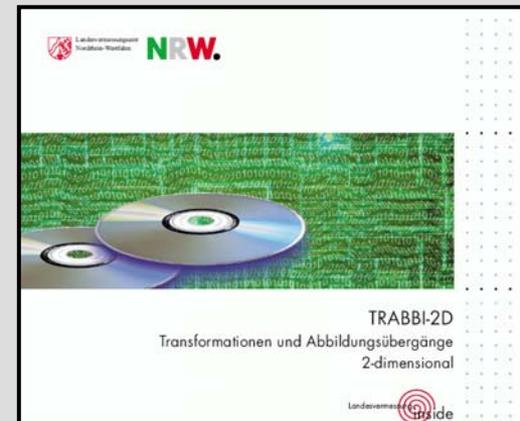
- Fehlender Abgleich zwischen Punkt- und Grundrissdatei
- inhomogene Erfassung der ALK
 - digitalisiert – Neuberechnung
 - heterogene Genauigkeiten in den Kartengrundlagen
 - Erfassung und Speicherung in unterschiedlichen Bezugssystemen
- Transformation zerstört geometrische Bedingungen

Softwareunterstützungen

- Transformationsprogramme

z.B. „TRABBI-2D“ – LVermA

- + Software wird vom Land bereit gestellt
- + schnelle Berechnung
- keine Berücksichtigung von geometr. Bedingungen
- ausschließlich koordinatenbezogen



- Homogenisierungssoftware

z.B. KATHOM

- + Beibehaltung geometrischer Bedingungen
- + automatische Ableitung der Homogenisierungspunkte aus der Grafik (z.B. ALK)
- + ermöglicht visuelle Kontrolle der Ergebnisse im GIS
- Rücktransformation aufwändiger



Transformationslösung mit Trabbi

Status: Ok!

Datenbestand

 Datenbestand: Gewaesser - Alternative: - Checkpoint: Festplatten-Version

Startkoordinatensystem: ALKIS_INTERN_ETRS89_UTM32

Stützpunktdatei:

Parameter:

Art der Restklassenverteilung: Natural Neighbour

Ellipsoid Startsystem: WGS 84 / GRS 80

Abbildung Startsystem: UTM NORD (ZONENKENNUNG IN DEUTSCHLAND 31, 32, ...)

Ellipsoid Zielsystem: BESSEL

Abbildung Zielsystem: GAUSS-KRUEGER

Stützpunktdatei invertiert: Nein

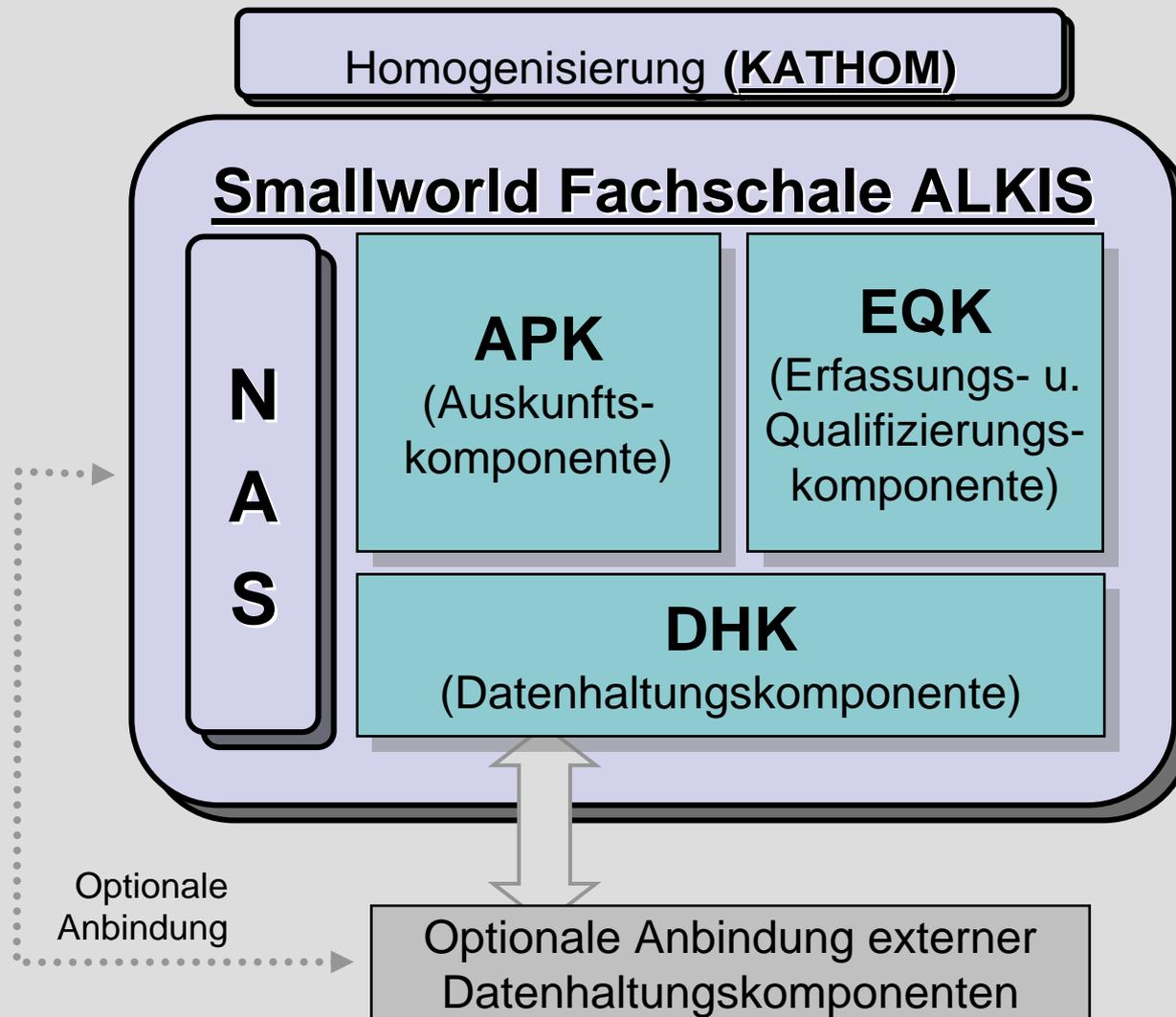
Zielkoordinatensystem

Protokolldatei:

Fehlerdatei: 

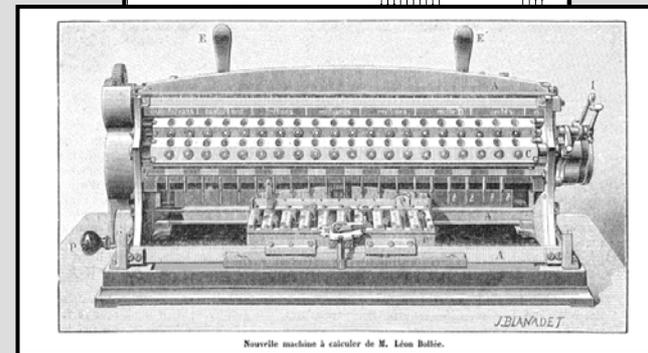
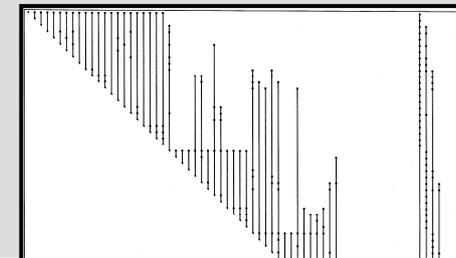
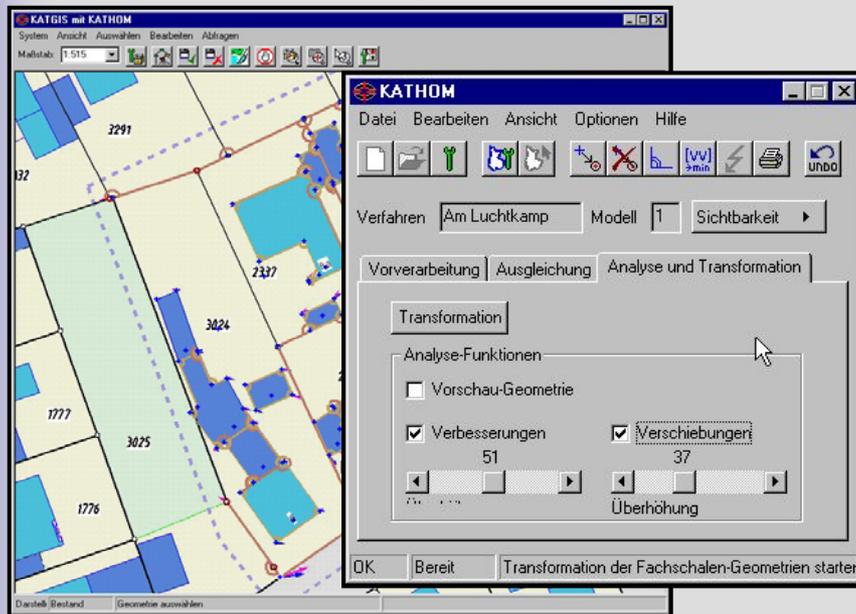
- Smallworld-Modul mit Trabbi
- Einsatz bei der Umstellung von Fachdatenbanken (Kanal, Strom usw.)
- Koordinatenänderung in bestehender Datenbank
- individuelle Passpunktdateien
- Rücktransformation möglich

Smallworld - FS ALKIS mit KATHOM



KATHOM

- Graphische Interaktion
- Benutzeroberfläche
- visuelle Kontrolle und Analyse
- Numerikteil
- Ausgleichung
- Statistik



KATHOM – Verfahrensschritte und Ergebnisse



- Sollpunktdefinition und -zuordnung
- automatisierte Ermittlung der geometrischen Bedingungen
- simultane Ausgleichung
- Sicheres Aufzeigen grober Fehler
- Darstellung der Restklaffen / Verbesserungen
- Darstellung von Verschiebevektoren
- Ergebnisvorschau für die Grundrissdaten
- Übernahme der Homogenisierungsergebnisse in die Fachdaten

Datenbeispiel I

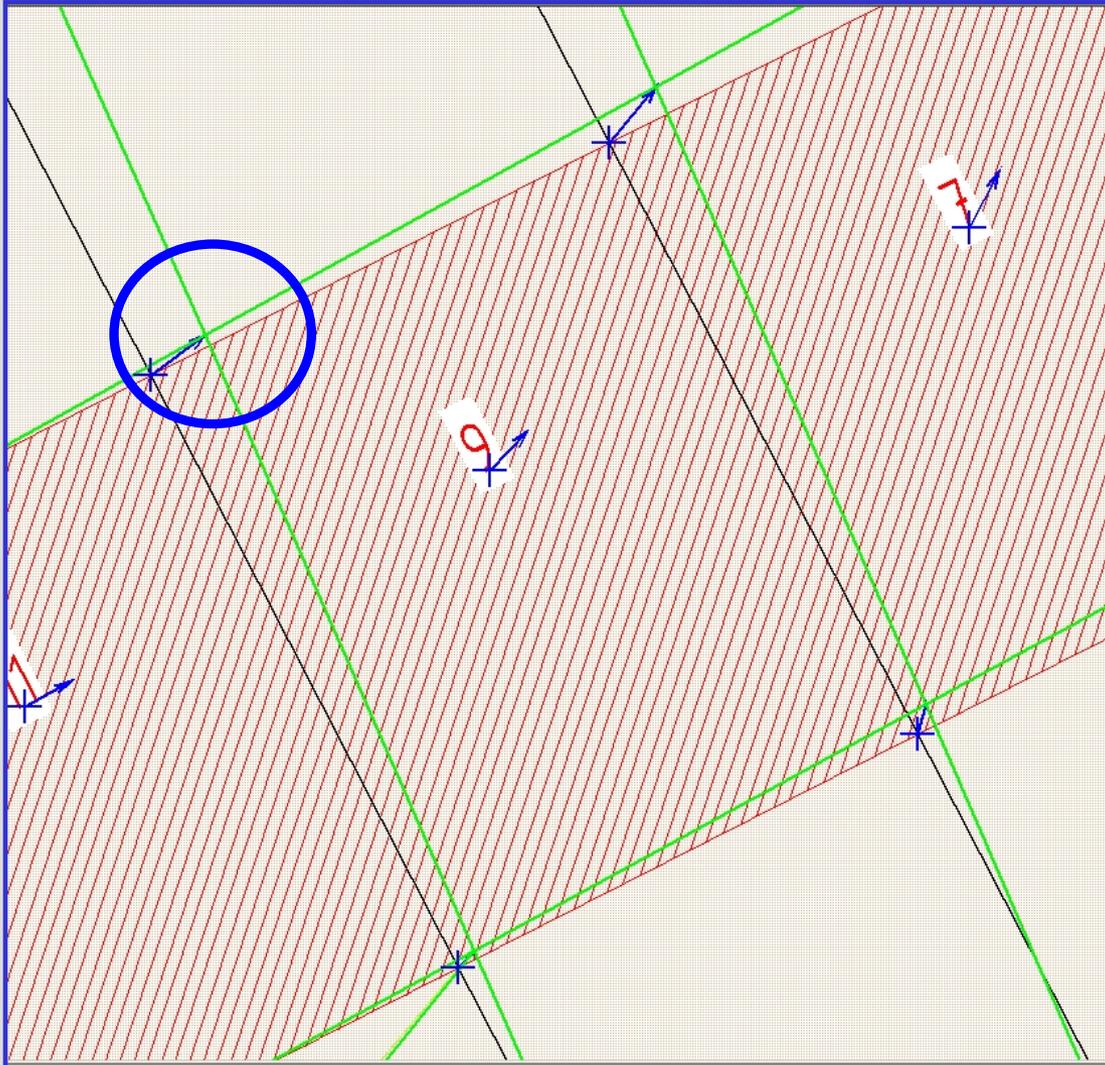
ALK-Verfahren mit drei Stützpunkten



- Testgebiet mit 3 Stützpunkten
- inhomogenes Gebiet
- große Restklaffen simuliert
- Problem:
In der Transformation ohne Bedingungen gehen die Rechten Winkel verloren

- Stützpunkt
- + Neupunkt
- Homogenisierungsgebiet

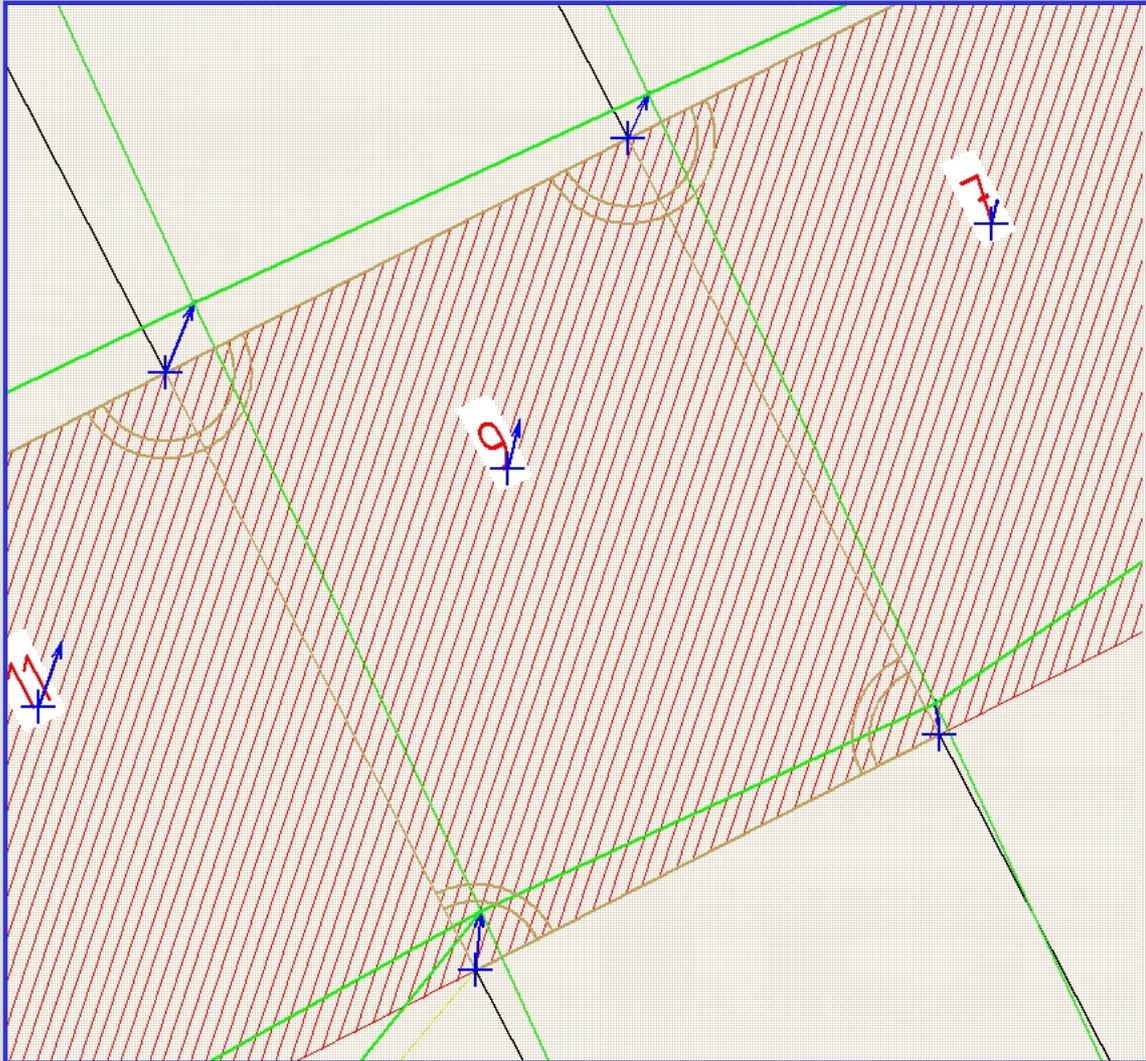
Transformation ohne Bedingungen



- Rechte Winkel gehen verloren

- + Neupunkt
- ➔ Verschiebung
- Vorschaugeometrie

Homogenisierung mit Bedingungen

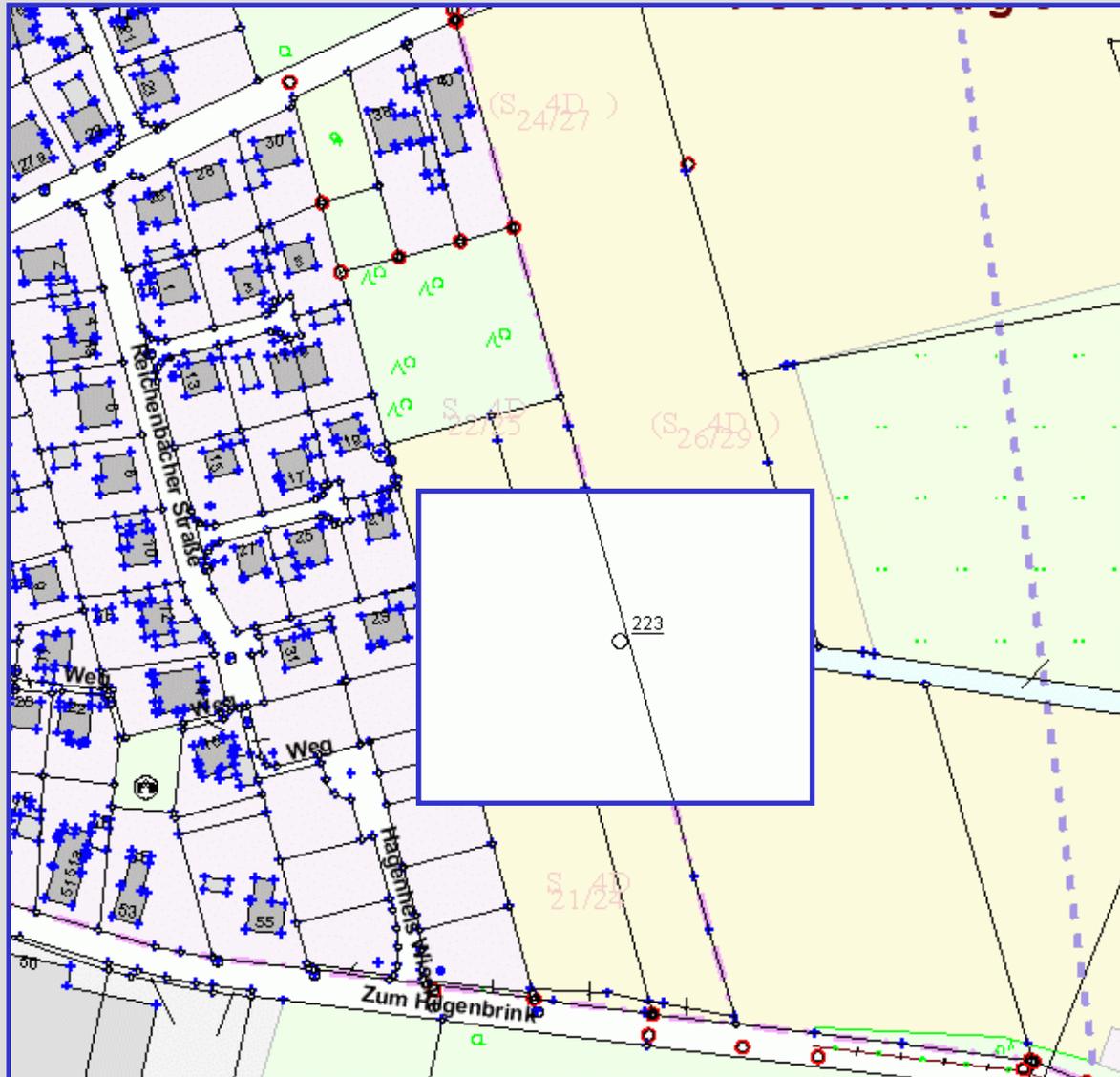


- Rechte Winkel bleiben erhalten

- + Neupunkt
- ⤵ Rechter Winkel
- ➔ Verschiebung
- Vorschaugometrie

Datenbeispiel II

Lagebezugswechsel mit ALKIS-Daten

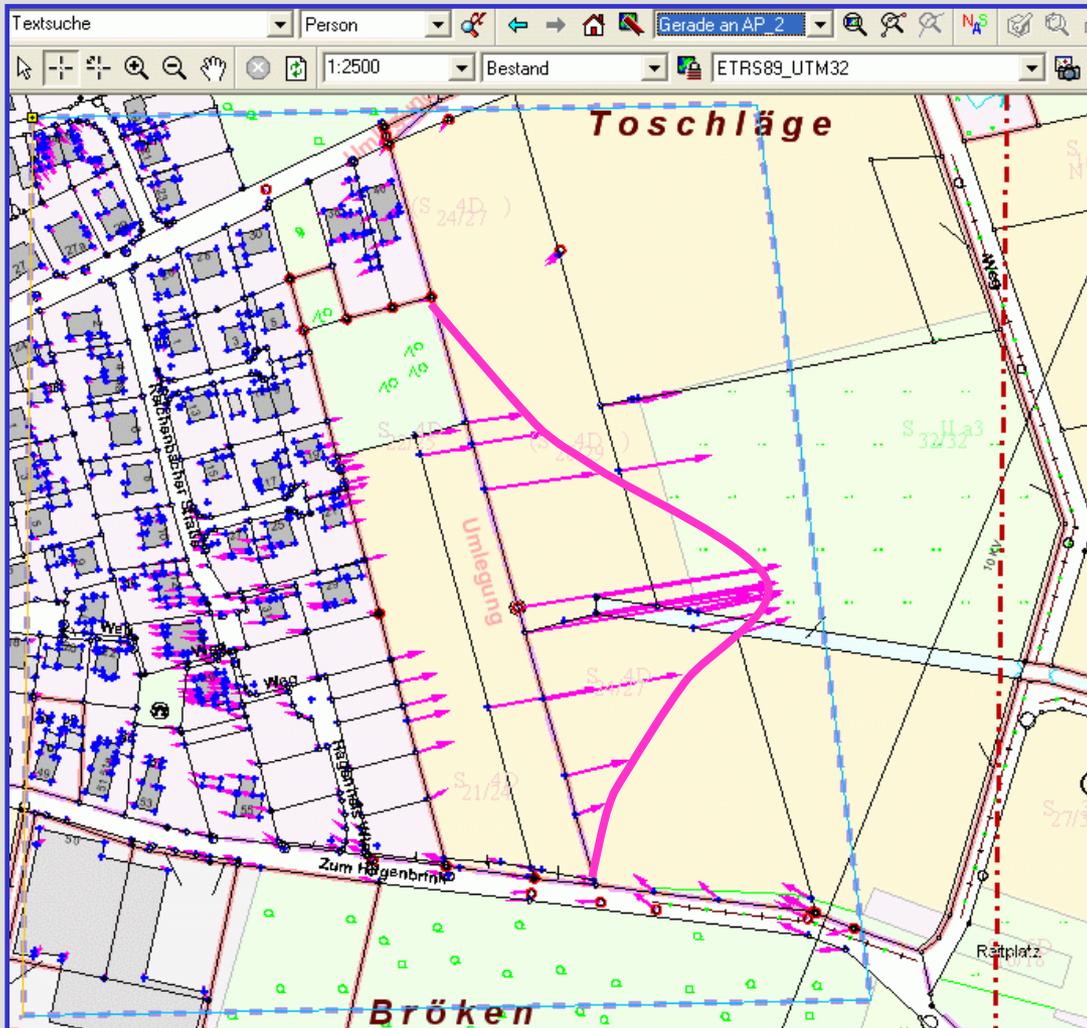


- Teilgebiet mit mehreren Stützpunkten
- 1 Stützpunkt mit großer Restklaffe
- Stützpunkt liegt nahe, nicht auf der Grenze
- ansonsten homogenes Gebiet

• Problem:
In der Transformation ohne geometrische Bedingungen geht die Geradlinigkeit verloren

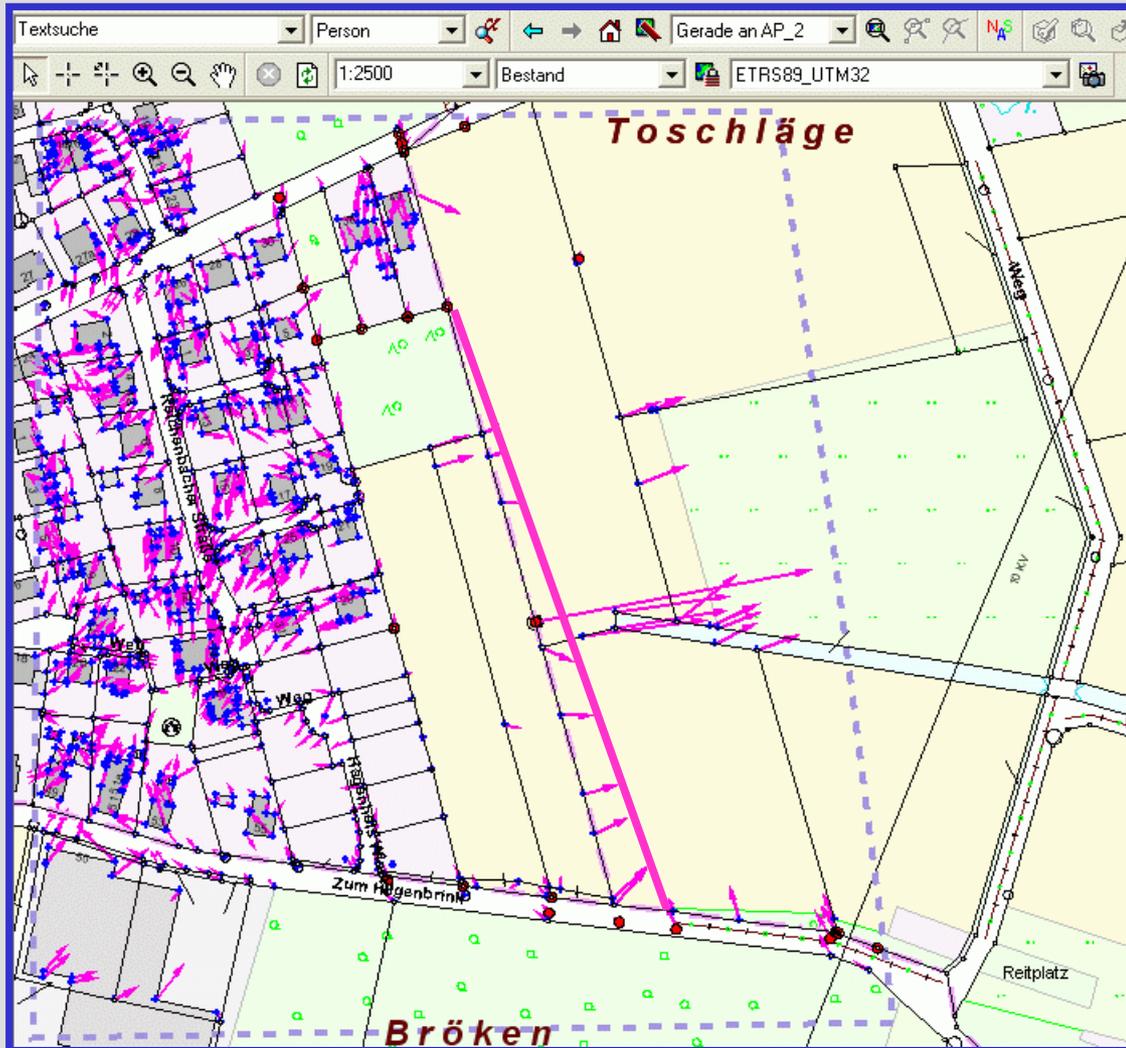
- Stützpunkt
- + Neupunkt
- Homogenisierungsgebiet

Transformation ohne Bedingungen



- Geradlinigkeit geht verloren
- Restklaffen stark überhöht
-  Stützpunkt
-  Neupunkt
-  Restklaffe
-  Verbindung der überhöhten Restklaffen

Homogenisierung mit Bedingungen



- Geradlinigkeit bleibt erhalten
- Restklaffen stark überhöht

- Stützpunkt
- + Neupunkt
- ↗ Restklaffe
- Verbindung der überhöhten Restklaffen

Performante Auswertung in KATHOM

Rechenzeiten bei einem Lagebezugswechsel einer kompletten Kommune in NRW

Anzahl der	Neupunkte	1.500.000
	Sollpunkte	108.000
	Bedingungen	167.000
Rechenzeiten für	Einlesen der Stützpunkte	00:25 h
	KATHOM-Punkte bilden	10:30 h
	Bedingungen generieren	03:55 h
	Ausgleichung	05:50 h

Homogenisierungsergebnisse

- Simultane Auswertung aller Beobachtungen
- widerspruchsfreie Koordinaten
- Wahrung der Nachbarschaftstreue
- Beibehaltung bzw. Einführung geometrischer Bedingungen in Katastergenauigkeit
- Investitionen beim Aufbau der ALK (Erfassung geometrischer Eindeutigkeiten) gehen nicht verloren