

GIS-gestützte Trassenfindung eines Abschnitts einer HGÜ-Trasse in Mecklenburg Vorpommern

M. Sc. Maria Haferstroh und Dr.-Ing. Görres Grenzdörffer

Universität Rostock
Professur für Geodäsie und Geoinformatik

1. Einführung

- Netzentwicklungsplan in Deutschland
- Netzstudie in Mecklenburg-Vorpommern
- Was ist HGÜ?

2. Planungsmethodik

3. GIS-Workflow

- Workflow – Modell
- Kostenverteilung
- Cost-Path-Analyse
- Vergleich der untersuchten Trassenvarianten

4. Fehlerbetrachtung

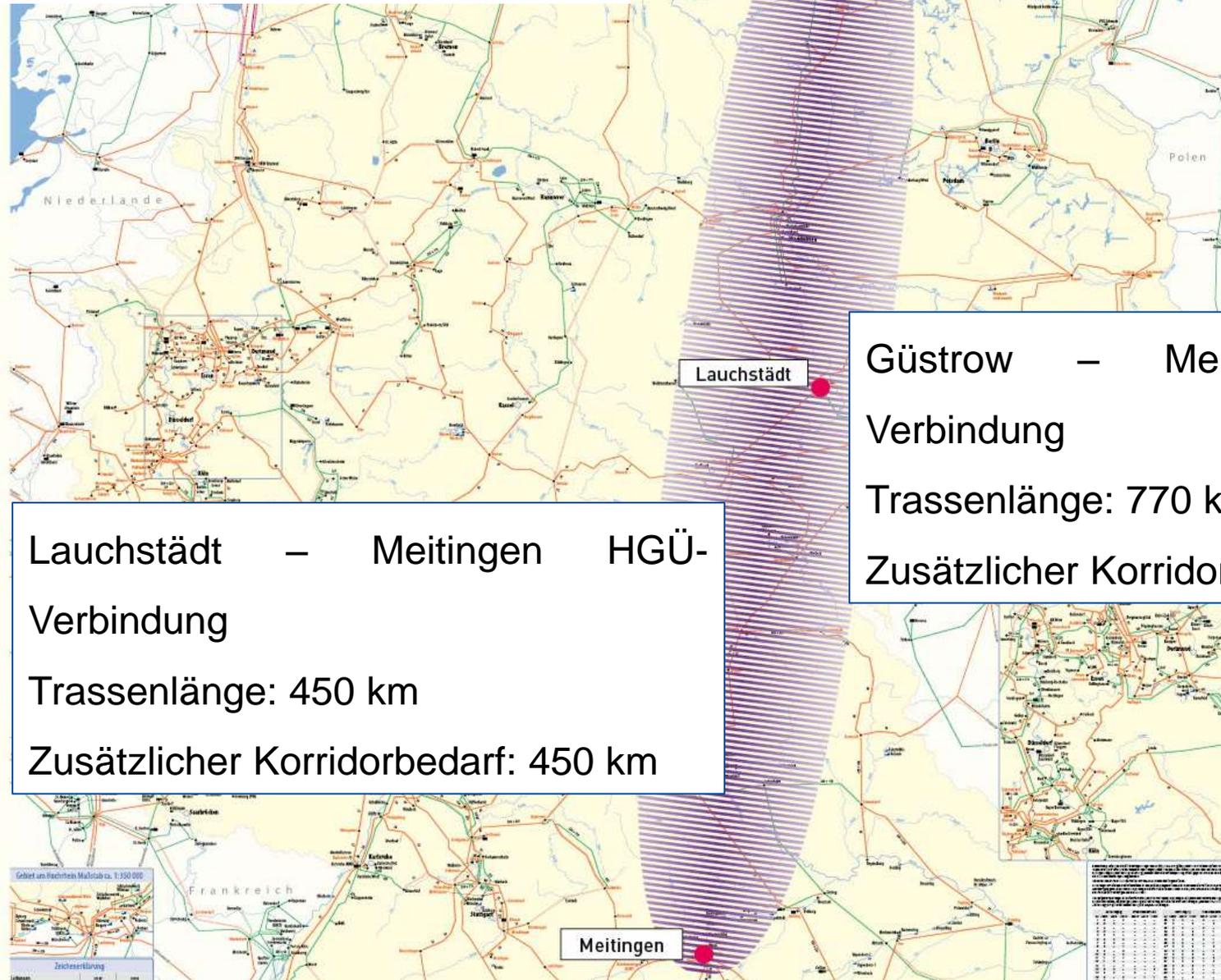
5. Fazit



1. Einführung

- die Leistung der Erneuerbaren Energien schwankt stark und der Stromherstellungsort liegt dezentral
- Netzstudie MV besagt: vorhandene Stromnetze reichen nicht mehr aus
➔ neue Trassen sind die Voraussetzung für den richtigen Schritt in die Zukunft
- im Rahmen des Netzentwicklungsplans der Bundesregierung sind mehrere von Nord nach Süd verlaufende Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsnetze (HGÜ) vorgesehen

Netzentwicklungsplan in Deutschland



Güstrow – Meitingen HGÜ-
Verbindung
Trassenlänge: 770 km
Zusätzlicher Korridorbedarf: 350 km

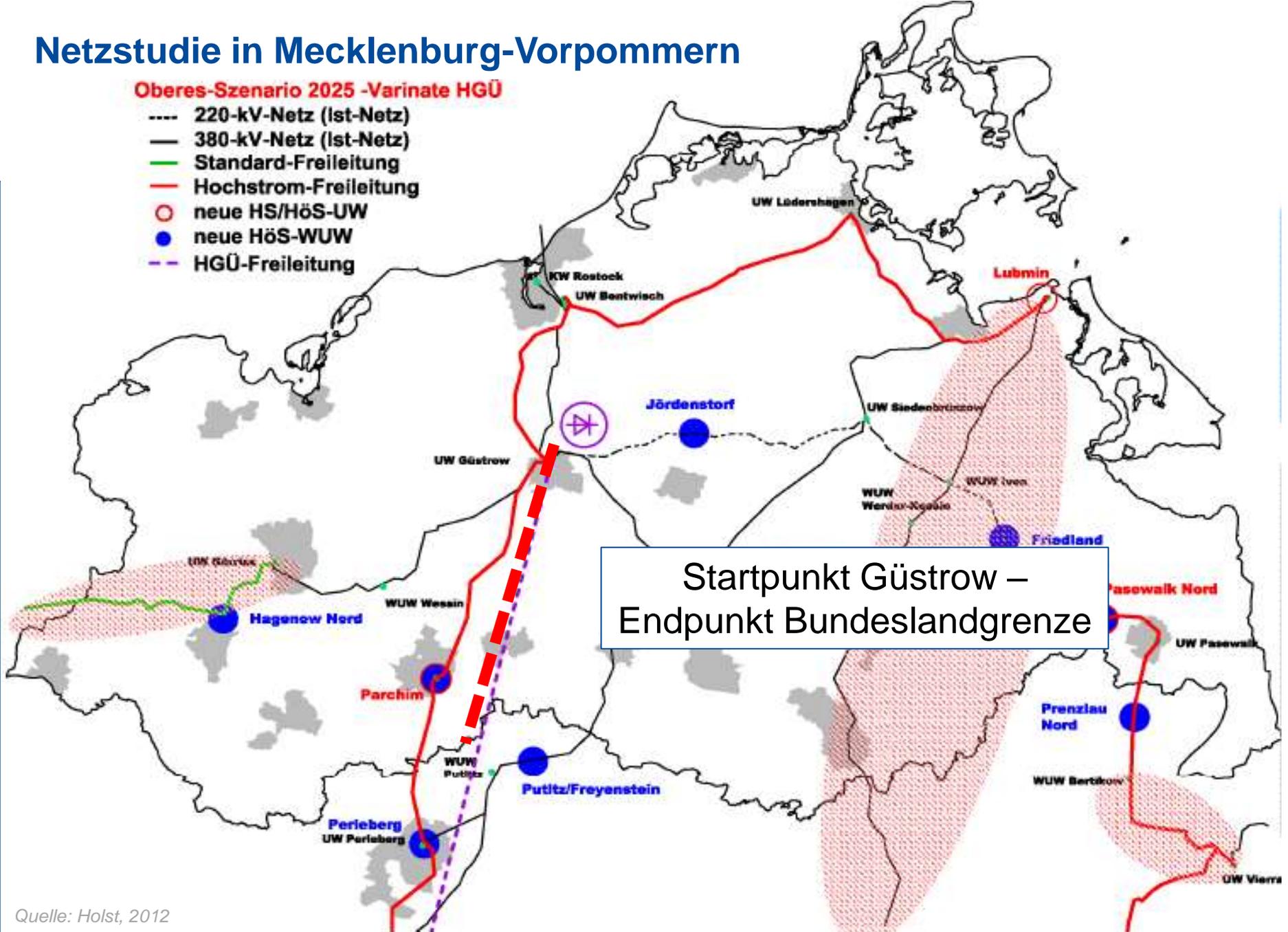
Lauchstädt – Meitingen HGÜ-
Verbindung
Trassenlänge: 450 km
Zusätzlicher Korridorbedarf: 450 km

Quelle:
Bundesnetzagentur, 2012

Netzstudie in Mecklenburg-Vorpommern

Oberes-Szenario 2025 -Varinate HGÜ

- 220-kV-Netz (Ist-Netz)
- 380-kV-Netz (Ist-Netz)
- Standard-Freileitung
- Hochstrom-Freileitung
- neue HS/HöS-UW
- neue HöS-WUW
- - - - HGÜ-Freileitung



Startpunkt Güstrow –
Endpunkt Bundeslandgrenze

Quelle: Holst, 2012

HGÜ = Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung

Es ist ein Verfahren, welches elektrische Energie mit Gleichstrom hoher Spannung von über 100 kV überträgt.

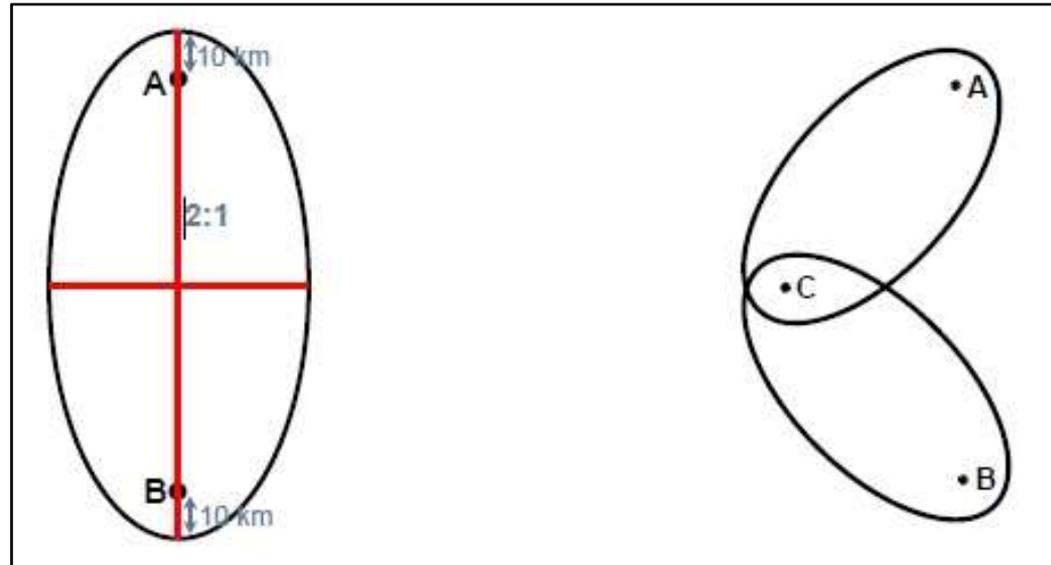
- ➔ Entscheidender Vorteil: Mehr Kapazität und höhere Spannung als bei Wechselstromübertragung
- ➔ Je höher die Spannung, desto geringer die Stromstärke und umso geringer der Kabelverschleiß
- ➔ Hervorragend für lange Strecken über mehrere 100km geeignet

Quelle: Siemens, 2012

2. Planungsmethodik

Untersuchungsraum:

- Ellipse
- Anfangs- und Endpunkt
- Stützpunkte
- Hauptachse und Nebenachse
- Verlängerungen



Flächenkategorien:

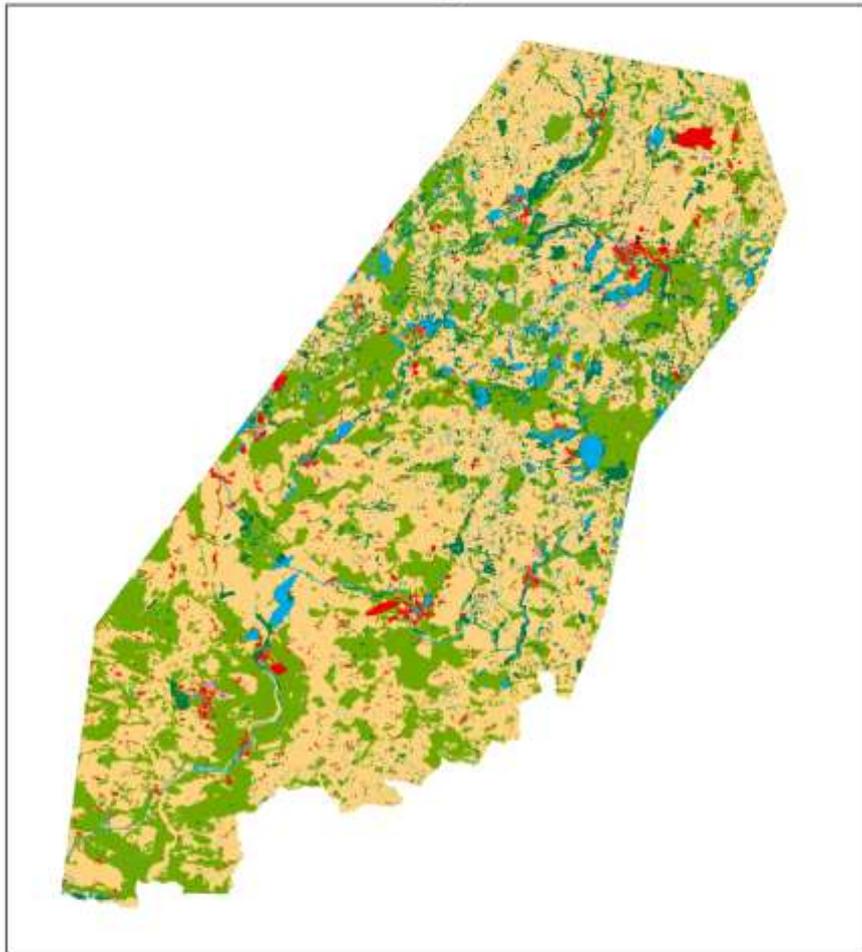
- **Hoch**, d.h. Bereiche, in denen keine HGÜ-Leitung gebaut werden kann
- **Mittel**, d.h. Flächen, in denen ein erheblicher planerischer Aufwand betrieben werden muss
- **Weißflächen**, d.h. Flächen mit geringer Empfindlichkeit, in denen eine Leitung vorzugsweise realisiert werden kann
- **Bereiche mit eingeschränkter Flächenverfügbarkeit**, d.h. Flächen die aus verschiedenen Gründen nicht überquert werden können

Quelle: Bundesnetzagentur, 2012



3. GIS – Workflow

Bearbeitungsfläche

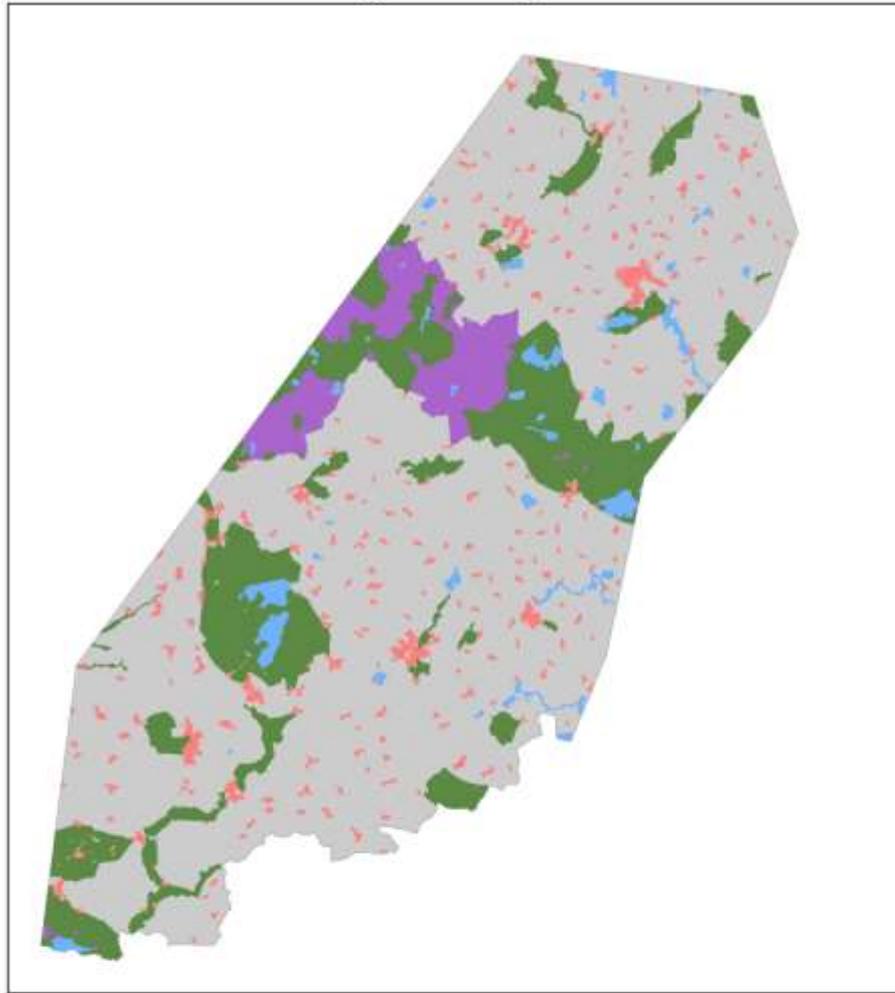


- | | | |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Digitales Gelände Modell | Gewässer | Schutzgebiete |
| Siedlungsbereiche | Feuchtflächen | Umspannwerk |
| Landwirtschaftliche Fläche | Wälder & naturnahe Flächen | Fläche z.Zt. unbestimmbar |

Untersuchungsraum



- | | | |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Digitales Gelände Modell | Gewässer | Schutzgebiete |
| Siedlungsbereiche | Feuchtflächen | Umspannwerk |
| Landwirtschaftliche Fläche | Wälder & naturnahe Flächen | Fläche z.Zt. unbestimmbar |



Legende

Schutzgebiete

- Landschaftsschutzgebiet
- Naturpark

Naturschutzgebiet

Ortslage

Bearbeitungsfläche



Bearbeiter: Maria Haferstroh

Datum: 30.09.2013

Maßstab: 1:500.000

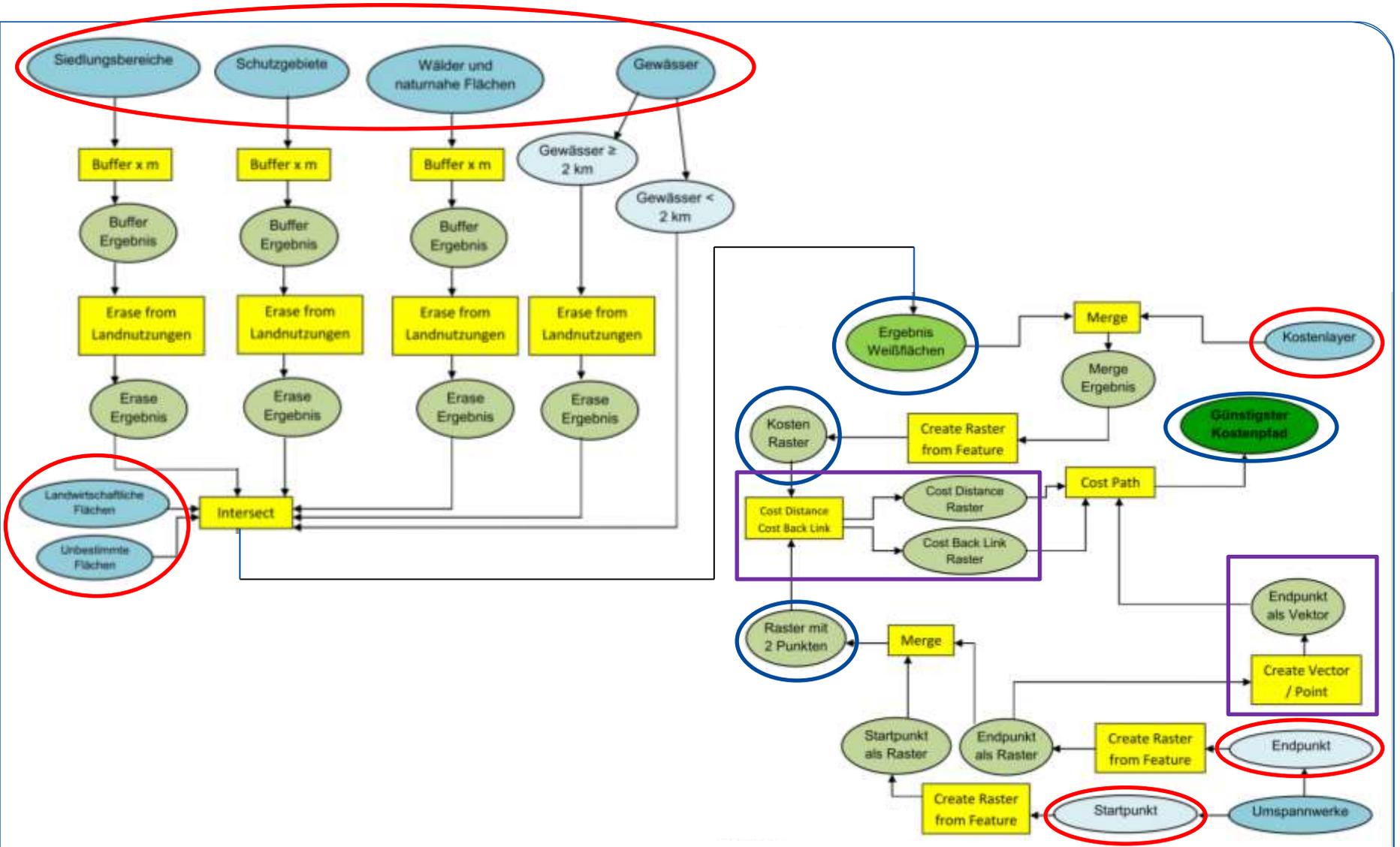
Datengrundlage: ATKIS-Basis-DLM

3. GIS – Workflow

- mehrere Arten von Schutzgebieten vorhanden
- Schutzgebiete trennen Anfangs- und Endpunkt voneinander
- **Genauere Differenzierung!**
- Landschaftsschutzgebiet und Naturpark werden in dem Fall als bebaubar eingestuft
- bereits in einigen Gebieten Siedlungsflächen vorhanden

3. GIS – Workflow

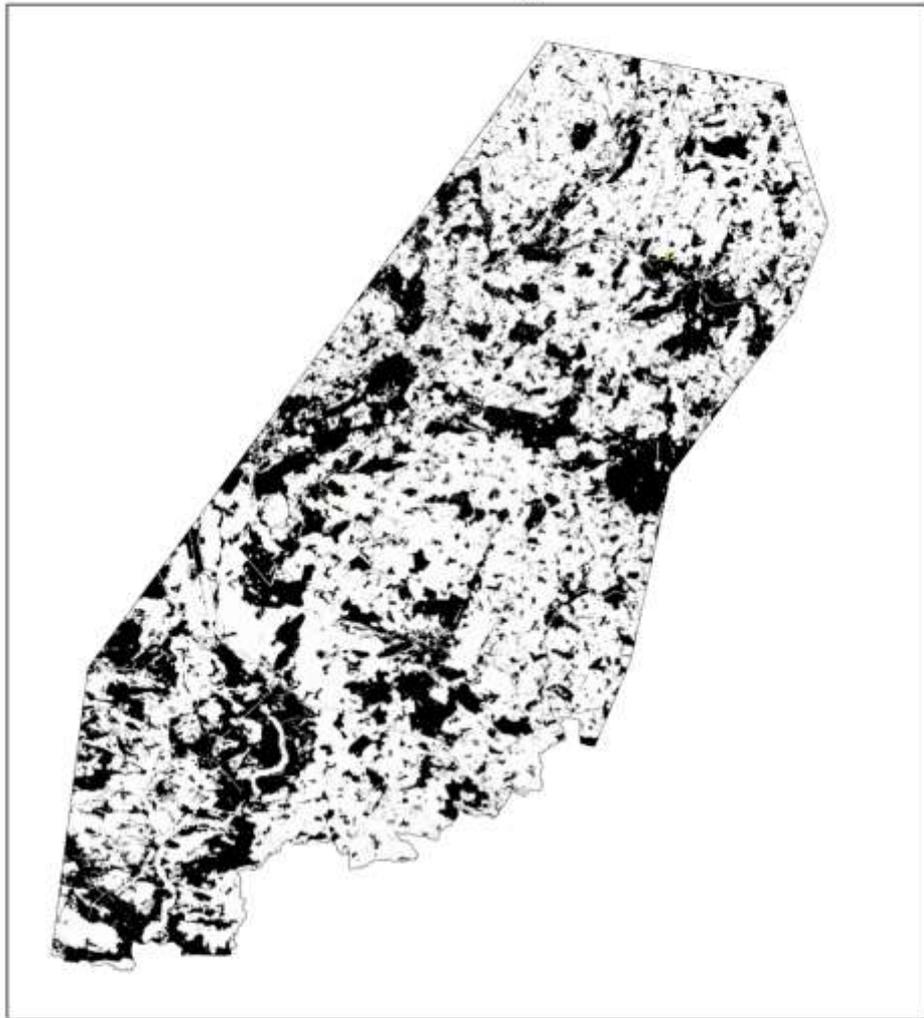
Workflow – Modell



Tab. 1: Kostenverteilung der Flächenkategorien

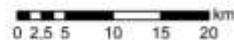
Flächenkategorie	Kosten in €/m ²
Landwirtschaftliche Flächen	0,7
Gewässer < 2km	0,9
Wälder und naturnahe Flächen	1
Schutzgebiete	1000
Unbestimmte Flächen	0,5

Weißflächenkartierung Variante 2



Legende

- Weißflächen
- Umspannwerke
- Flächen hoher Empfindlichkeit

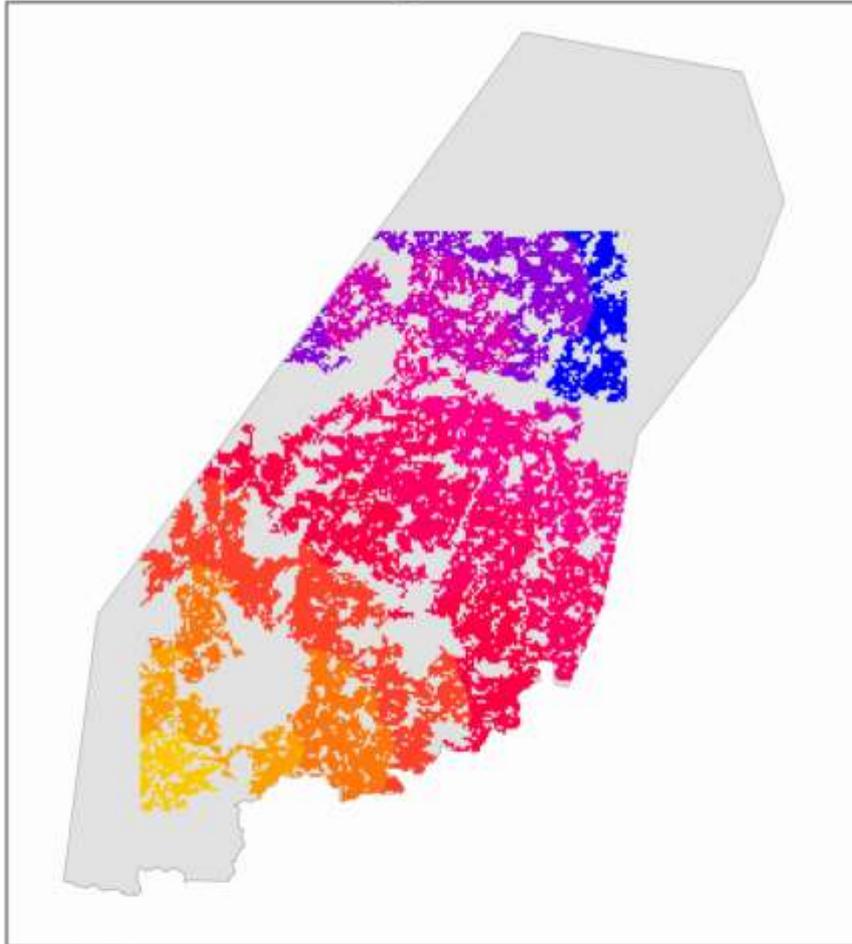


Bearbeiter: Maria Hafnerstroh
 Datum: 30.09.2013
 Maßstab: 1:500.000
 Datengrundlage: ATKIS-Basis-DLM

Tab. 2: Gewählte Kriterien für Variante 2

	Kriterien
Siedlungsbereiche	40 m Puffer ausgeschlossen
Landwirtschaftliche Fläche	verfügbar
Gewässer > 2 km	ausgeschlossen
Feuchflächen	ausgeschlossen
Wälder und naturnahe Flächen	ausgeschlossen
Schutzgebiete	1 m Puffer ausgeschlossen

Kosten-Entfernungs-Raster Variante 2

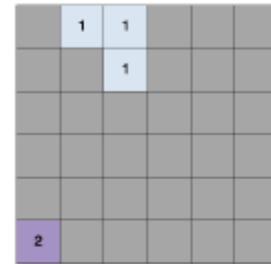


Entfernung in Meter



Bearbeiter: Maria Haferstroh
Datum: 07.10.2013
Maßstab: 1:500.000
Datengrundlage: ATKIS-Basis-DLM

3. GIS – Workflow Cost-Path-Analyse



Source_Ras



Cost_Ras

=



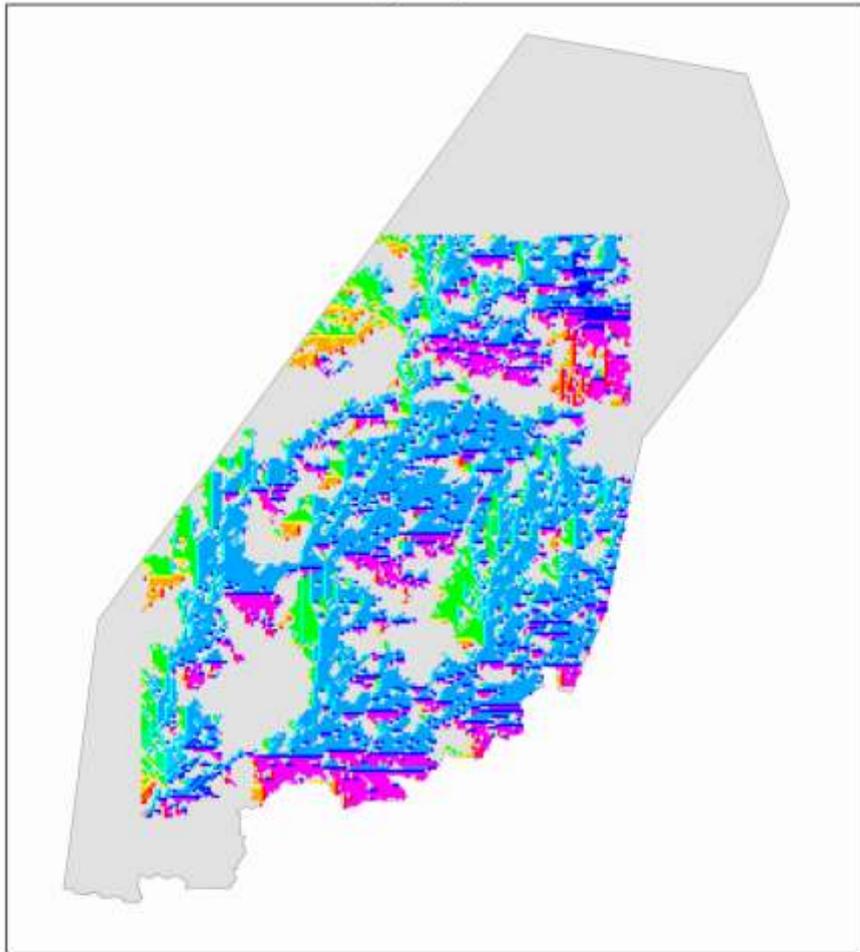
Cost_Dist

■ Value = NoData

➔ erfolgt über den Spatial Analyst, bei der für jede Zelle die kleinste Kostenentfernung akkumuliert wird, um bis zur nächsten Quelle zu gelangen

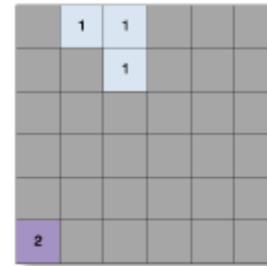
Quelle: Esri, ArcGIS Resources, 2011

Kosten-Rückverknüpfungs-Raster Variante 2



Bearbeiter: Maria Hafnerstroh
 Datum: 07.10.2013
 Maßstab: 1:500.000
 Datengrundlage: ATKIS-Basis-DLM

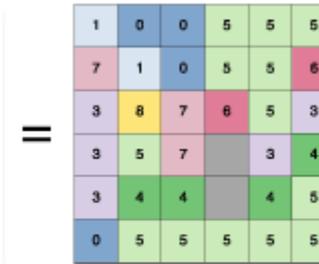
3. GIS – Workflow Cost-Path-Analyse



Source_Ras



Cost_Ras



Cost_BackLink

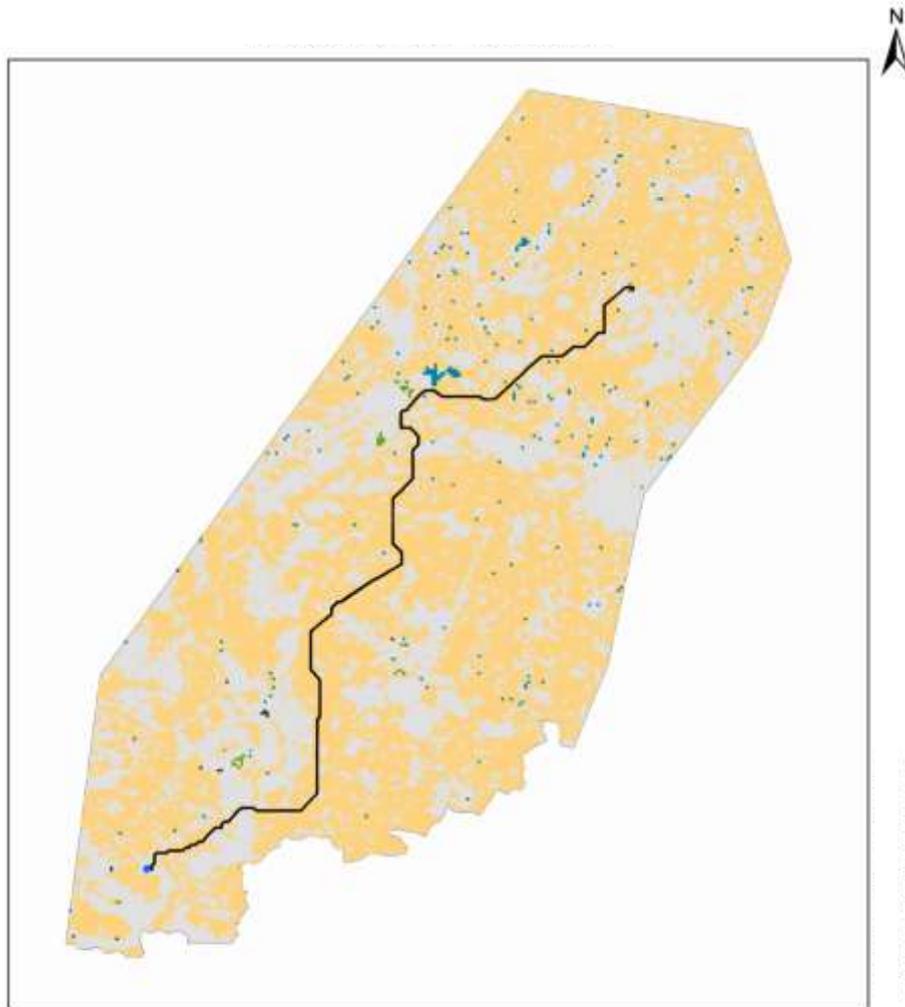
Value = NoData

- ➔ jeder Nachbarzelle wird eine Richtung (Werte 0 bis 8) zugeordnet, die zur Quelle zurückführen
- ➔ dies erfolgt über den kleinsten, akkumulierten Kostenpfad

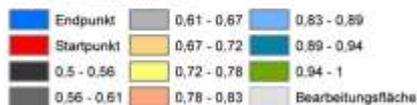
Quelle: Esri, ArcGIS Resources, 2011

3. GIS – Workflow

Cost-Path-Analyse



Kostenraster in €/m²



Verlauf

Stromtrasse



Bearbeiter: Maria Haferstroh
Datum: 07.10.2013
Maßstab: 1:500.000
Datengrundlage: ATKIS-Basis-DLM

- ➔ bestimmt den kostengünstigsten Pfad von einer Quelle zum Ziel
- ➔ dafür werden die zuvor akkumulierten Raster benötigt, sowie der Endpunkt als Punkt-Vektor, damit dieser dann als Ziel fungieren kann
- ➔ **Ergebnis = kostengünstigster Pfad**, welcher nur eine Zelle breit ist und immer auf den Kosteneinheiten beruht, die zuvor definiert wurden

Tab. 3: Übersicht der untersuchten Trassenalternativen

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Siedlungsbereiche	160 m Puffer ausgeschlossen	40 m Puffer ausgeschlossen	1 m Puffer ausgeschlossen	40 m Puffer ausgeschlossen
Landwirtschaftliche Fläche	verfügbar	verfügbar	verfügbar	verfügbar
Gewässer > 2 km	ausgeschlossen	ausgeschlossen	ausgeschlossen	ausgeschlossen
Feuchflächen	ausgeschlossen	ausgeschlossen	ausgeschlossen	ausgeschlossen
Wälder und naturnahe Flächen	50 m Puffer ausgeschlossen	ausgeschlossen	verfügbar	verfügbar
Schutzgebiete	50 m Puffer ausgeschlossen	1 m Puffer ausgeschlossen	verfügbar	1 m Puffer ausgeschlossen
Trassenlänge	kein Pfad	113,33 km	97,78 km	104,44 km
Kosten	-	56.666.893,61 €	48.889.213,26 €	52.222.497,81 €
Bewertung	schlecht	gut	schlecht	gut



4. Fehlerbetrachtung

- Umfang der Ausgangsdaten zu gering
- Vernachlässigung der Hangneigung, aufgrund glazialer Prägung
- Kostenlayer frei gewählt, andere Gewichtung möglich
- Definition restriktionsfreier Räume, kein kompletter Ausschluss für alle Schutzgebiete
- Größe der Puffer frei gewählt
- Definition Startpunkt und Endpunkt, sowie Größe des Bearbeitungsbereichs
- Manuelle oder systematische Fehler bei Erstellung der Raster



5. Fazit

- ohne Netzausbau kein Fortschritt
 - auf lange Strecken bringt HGÜ einen erheblichen Kostenvorteil
 - anhand der Wahl der Ausgangsdaten konnten mehrere Varianten erstellt werden (weitere Alternativen ebenfalls möglich)
 - Variante 2 als optimaler Verlauf, da nur sehr geringe Umweltauswirkungen eintreten würden
 - kein kompletter Planungsprozess: lediglich Vorplanung mit Zügen der Entwurfsplanung
 - weiteres Vorantreiben könnte endgültigen Verlauf ermöglichen
- ➔ ***Fortschritt Netzausbau in Deutschland abhängig von Bevölkerung sowie ihrer Netzbetreiber***
- ➔ ***HGÜ = optimaler Grundstein***



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!