

Routing- und Erreichbarkeitsanalysen zur Notfallversorgung in Mecklenburg-Vorpommern

Dr.-Ing. Christian Seip

Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Professur für Geodäsie und Geoinformatik

- Einführung
- Erreichbarkeitsanalysen
- Auswertung und Vergleich der Erreichbarkeitspolygone
- Fazit
- Ausblick

- Neuregelung Hilfsfrist: 10 Minuten bleiben
- Startet aber erst wenn Disponent geeignetes Rettungsmittel alarmiert hat
 - bis zu 90 Sekunden zusätzlich
- Sicherheitsniveau von 95 Prozent im städtischen Bereich (>20.000 Einwohner) und 90 Prozent im ländlichen Bereich

Abschnitt 1
Allgemeine Regelungen

Abschnitt 3
Ge
au

ENTWURF
eines Rettungsdienstgesetzes Mecklenburg-Vorpommern (RDG)

Der Landtag hat das folgende Gesetz beschlossen:

Inhaltsübersicht:

Abschnitt 1
Allgemeine Regelungen

§ 1 Ziel und Geltungsbereich des Gesetzes
§ 2 Begriffsbestimmungen
§ 3 Rettungsfahrzeuge
§ 4 Besetzung der Rettungsfahrzeuge
§ 5 Fortbildung
§ 6 Hygiene im Rettungsdienst und Umgang mit Infektionskrankheiten

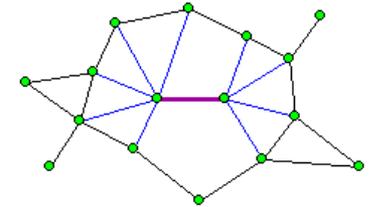
Abschnitt 2
Öffentlicher Rettungsdienst

§ 7 Aufgabe und Trägerschaft
§ 8 Rettungsdienstplan
§ 9 Rettungsdienstbereiche
§ 10 Organisation
§ 11 Finanzierung
§ 12 Benutzungsentgelte
§ 13 Schiedsstellen
§ 14 Landesbeirat für das Rettungswesen
§ 15 Dokumentation, Datenschutz, Auskunftspflicht
§ 16 Qualitätssicherung

1. Überprüfung inwieweit Hilfsfrist eingehalten wird/werden kann
 - Aufgrund der zu überwindenden Distanzen in einem Flächenland wie Mecklenburg-Vorpommern mitunter schwierig einzuhalten
 - Hauptsächlich bodengebundene Rettungsmittel, aber auch luftgestützte
 2. Notfall-/Kompetenzzentren
 - Zentrumsbildung bezogen auf bestimmte komplexe notfallmedizinische Leistungen und Prozeduren zu verzeichnen
 - Notfallpatienten sind eben diesen Zentren durch den Rettungsdienst in sehr strengen und knappen Zeitfenstern (der sog. „golden hour“) zuzuführen
 - Höherer Zeitaufwand aufgrund der höheren Komplexität (Distanzen zwischen Stationierungsort des Rettungsmittels, Notfallort und geeigneter Zielklinik)
 - Luftgestützte Rettungsmittel im Fokus, bodengebundene aber auch nötig
- Erreichbarkeitsanalysen

- Erreichbarkeitsanalyse:

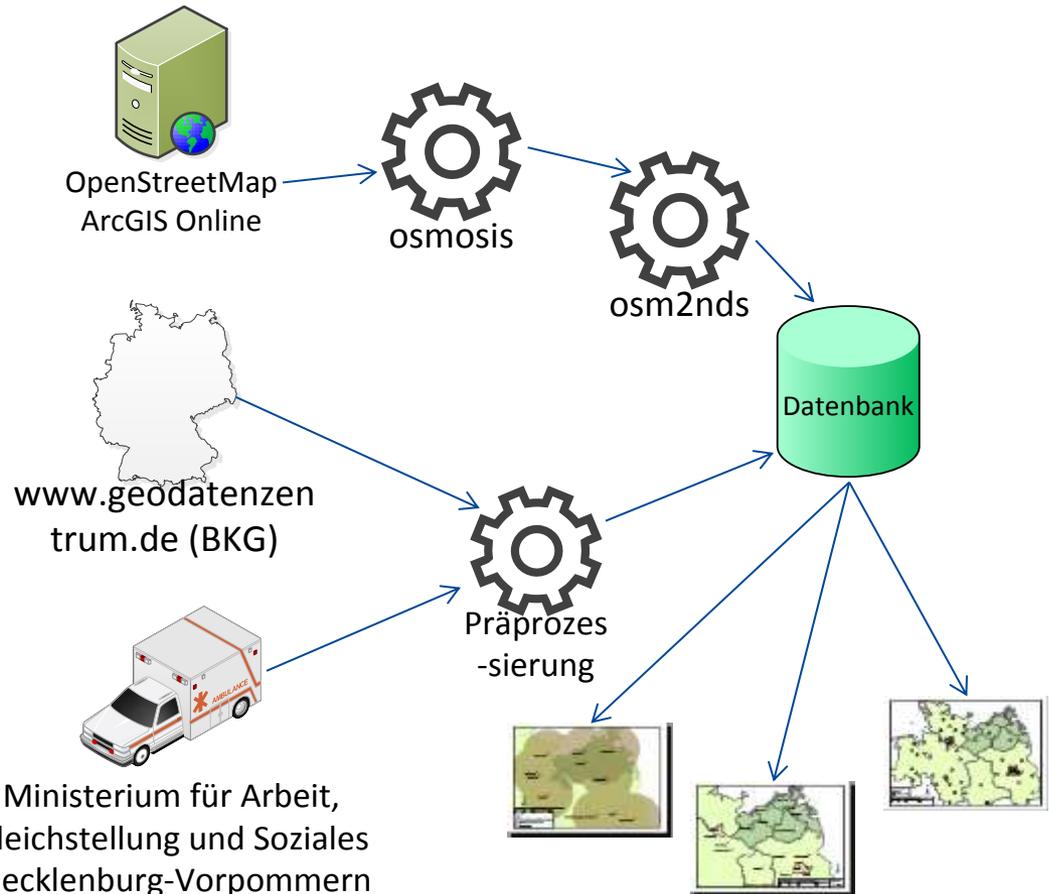
- Für jeden Standort/Punkt
- Anhand vorgegebener Geschwindigkeiten
- An jedem Knotenpunkt wird jede mögliche Abzweigung berechnet, bis die Zeitvorgabe erreicht ist
- Ergebnis: Polygon, das zeigt wie weit ein Fahrzeug in jede Richtung innerhalb der spezifizierten Fahrzeit kommt



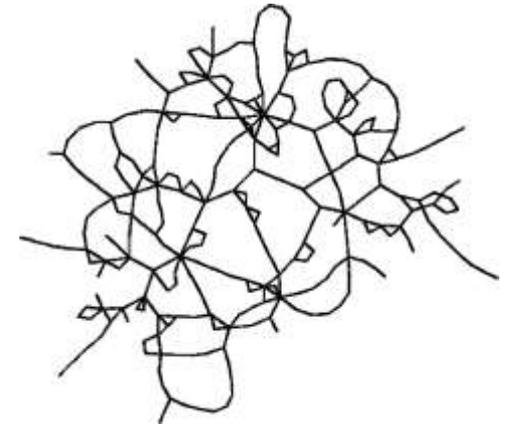
- Erreichungsgrade:

- Bestimmen (u.a.), welcher Prozentsatz der Fläche bzw. Bevölkerung jeweils in einer bestimmten Zeitspanne erreicht werden kann
- Bei Bevölkerung Berechnung entweder
 - auf Grundlage der Bevölkerungsdichte der Gemeinden
 - oder
 - noch präziser auf Grundlage der Siedlungsstruktur, die die räumliche Verteilung der Bevölkerung anhand von Polygonen, die Wohnsiedlungen repräsentieren, aufzeigt

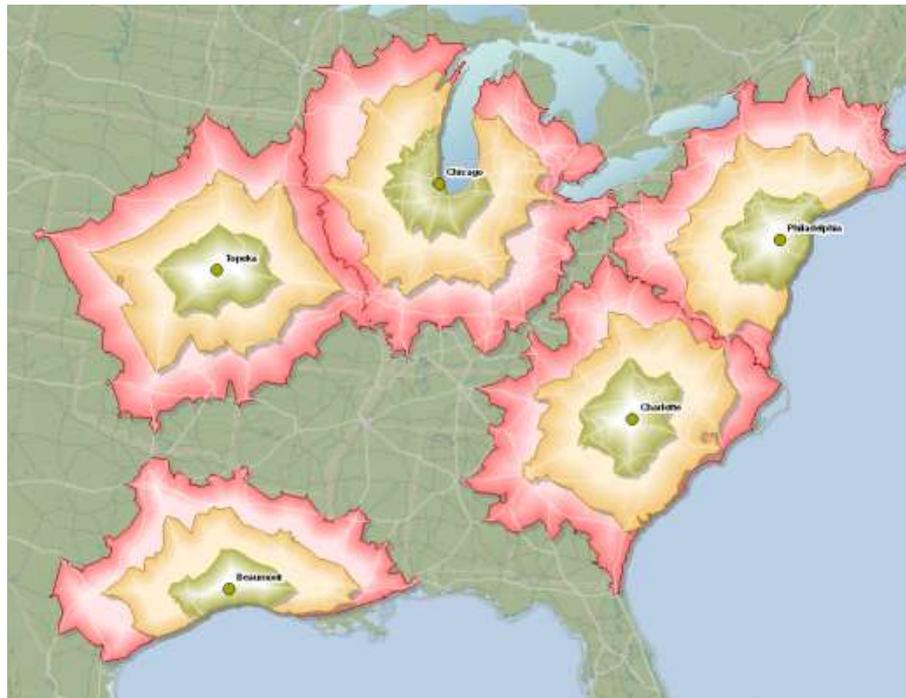
- BKG:
 - Bundesländer und kleingliedrige Verwaltungseinheiten
- Klinikum Südstadt Rostock
Ministerium für Arbeit, Gleichstellung und Soziales
Mecklenburg-Vorpommern:
 - Daten zum Rettungswesen MV
- OpenStreetMap
ArcGIS Online:
 - Straßen- bzw. Routingdaten



- Notwendigkeit der Präprozessierung:
 - 1) OSM-eigenes Format
 - 2) OSM-Datensätze enthalten weit mehr Informationen, als nötig für Aufgabe
 - 3) OSM-Daten bilden keinen Graphen
- Graph heißt in ArcMap *Network Dataset*
- Werkzeug *OSM2NetworkDataset* löst Aufgaben 1) und 3)
 - Einfaches Skript, das eine *Parameters.xml* nutzt, die die Parameter, die für die Konvertierung maßgeblich sind (durchschnittliche Geschwindigkeiten auf bestimmten Straßentypen, Verlängerung oder Verkürzung der Fahrtzeit aufgrund unterschiedlicher Straßenbeläge usw.) enthält
 - Kann nur Datensätze bis ca. 300 MiB verarbeiten
- *Osmosis* löst Aufgabe 2) und behebt das Problem von *OSM2NetworkDataset*
 - Kommandozeilenwerkzeug, mit dem alle anderen Informationen, die nicht das Straßennetz betreffen (Gebäude, Briefkästen usw.), entfernt werden
 - Nicht befahrbare Wege (Radwege, Stufen usw.) werden auch entfernt
- Ergebnis: ArcMap *Network Dataset*



- Einzugsgebiet-Analyse-Layer anlegen
 - enthält alle Eingaben, Parameter und Ergebnisse der Einzugsgebiet-Analyse
- Klasse „Einrichtungen“ mit Standortdaten der Rettungsstationen befüllen



- OSM-Daten können über Webdienste auch direkt für Erreichbarkeitsanalysen genutzt werden:
 - *OpenRouteService* (ORS) der Universität Heidelberg
 - *Open Source Routing Machine* (OSRM) des Karlsruher Instituts für Technologie
 - Beide bieten auch ein Application Programming Interface (API), jedoch ermöglicht nur ORS auch die Durchführung von Erreichbarkeitsanalysen
- ORS ist eine Webplattform, die Location Based Services (LS) auf Basis von OSM-Daten (OpenLS) anbietet
- Einer dieser OpenLS ist der *Accessibility Analysis Service* (AAS)
- Nutzung im Browser einfach: man klickt einen Punkt auf der Karte an, gibt die Zeitdauer ein und erhält als Ergebnis ein Polygon auf der Karte
- Jedoch kein Export des Polygons und nur ein einziger Punkt

- Implementierung eines Werkzeuges:
 - Eingabe: Punkte (Koordinaten) oder Adressen und eine Zeitangabe
 - Anfrage an API des AAS
 - Ausgabe: Ergebnispolygone in GeoJSON

Koordinaten

oder

Adressen

Minuten



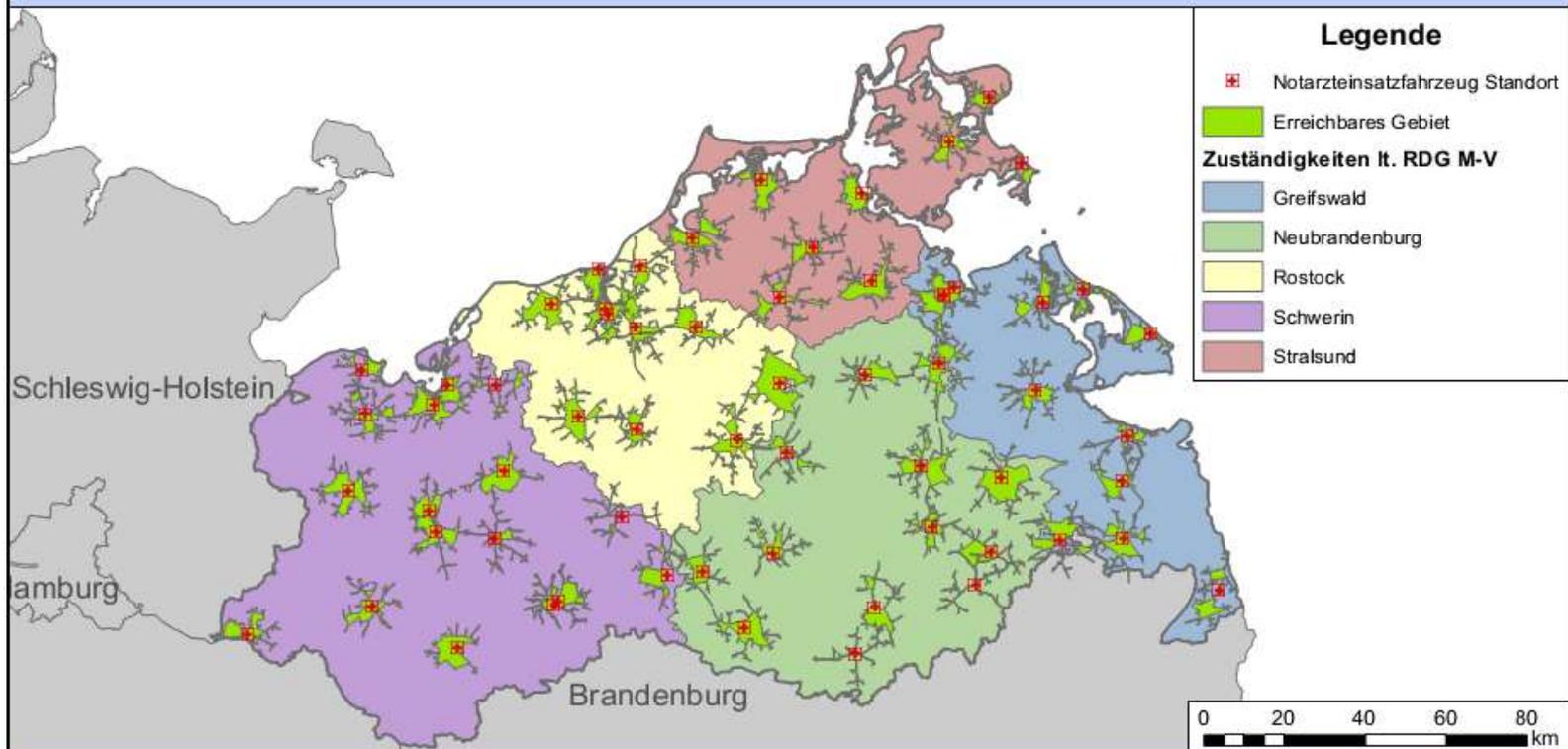
1. Import Datensatz mit den Rettungswagen- und Notarzteinsatzfahrzeugstandorten in *ArcGIS Online*
2. Erreichbarkeitsanalyse erzeugt in *ArcGIS Online* *Fahrzeitgebiete*
3. Neue Layer (die Erreichbarkeitspolygone also) lassen sich durch Verbindung von ArcMap Desktop mit *ArcGIS Online* einfach in ArcMap einbinden und zusätzlich auch in diverse Formate exportieren und so auch außerhalb von *ArcGIS Online* nutzen



- Erreichbare Fläche
 - Verschneidung der Erreichbarkeitspolygone mit den Gemeindegrenzen
 - Berechnung der Flächengröße davon
 - Flächengröße ins Verhältnis mit der Gesamtfläche Mecklenburg-Vorpommerns
- Erreichbare Bevölkerung
 - Einfach: Multiplikation der Flächengröße mit der Bevölkerungsdichte
 - Über die Siedlungsstruktur:
 - Für jedes Polygon der Siedlungsstruktur wird der Flächenanteil berechnet, der von einem Erreichbarkeitspolygon überdeckt wird
 - Dieser Anteil wird durch die Gesamtfläche geteilt und dann mit der Einwohnerzahl des Siedlungsstrukturpolygons multipliziert

Notarzteinsatzfahrzeug Erreichbarkeitsanalyse Mecklenburg-Vorpommern

Erreichbarkeit in 10 Minuten, ermittelt mit ArcGIS Online



0 20 40 60 80 km



Steinbeis-Transferzentrum
für Geoinformatik Rostock

Erreichbare Fläche: 11%

Erreichbare Bevölkerung: 29%

Erreichbare Bevölkerung (via Siedlungsstruktur): 57%

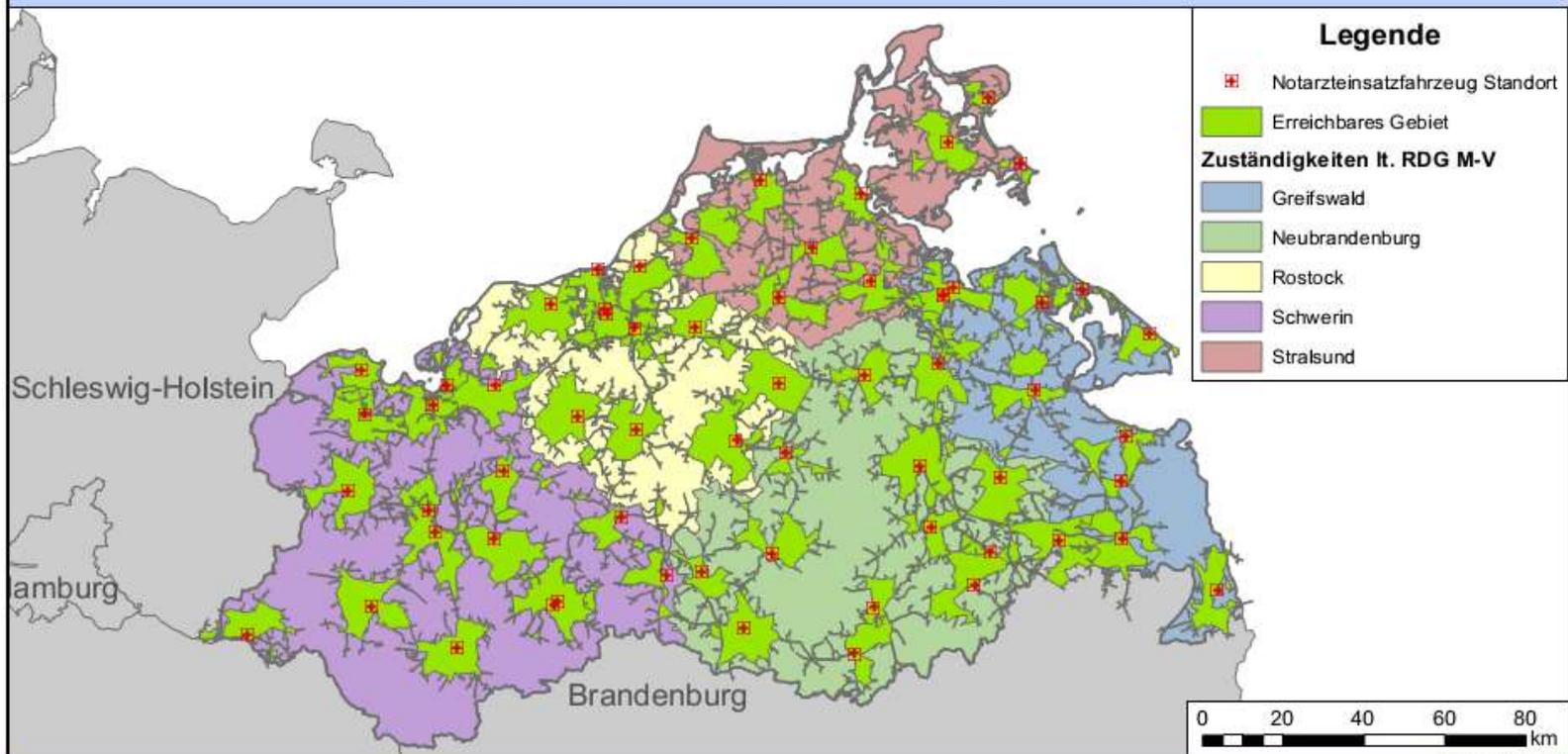
Datengrundlage:
- Ministerium für Arbeit, Gleichstellung und Soziales: Rettungswagenstandorte
- ArcGIS Online: Straßendaten/Routing
- Annette Hey: Siedlungsstruktur

Methode: Erreichbarkeitsanalyse (ArcGIS Online)

Auswertung und Kartengestaltung: Dr.-Ing. Christian Rüh

Notarzteinsatzfahrzeug Erreichbarkeitsanalyse Mecklenburg-Vorpommern

Erreichbarkeit in 15 Minuten, ermittelt mit ArcGIS Online



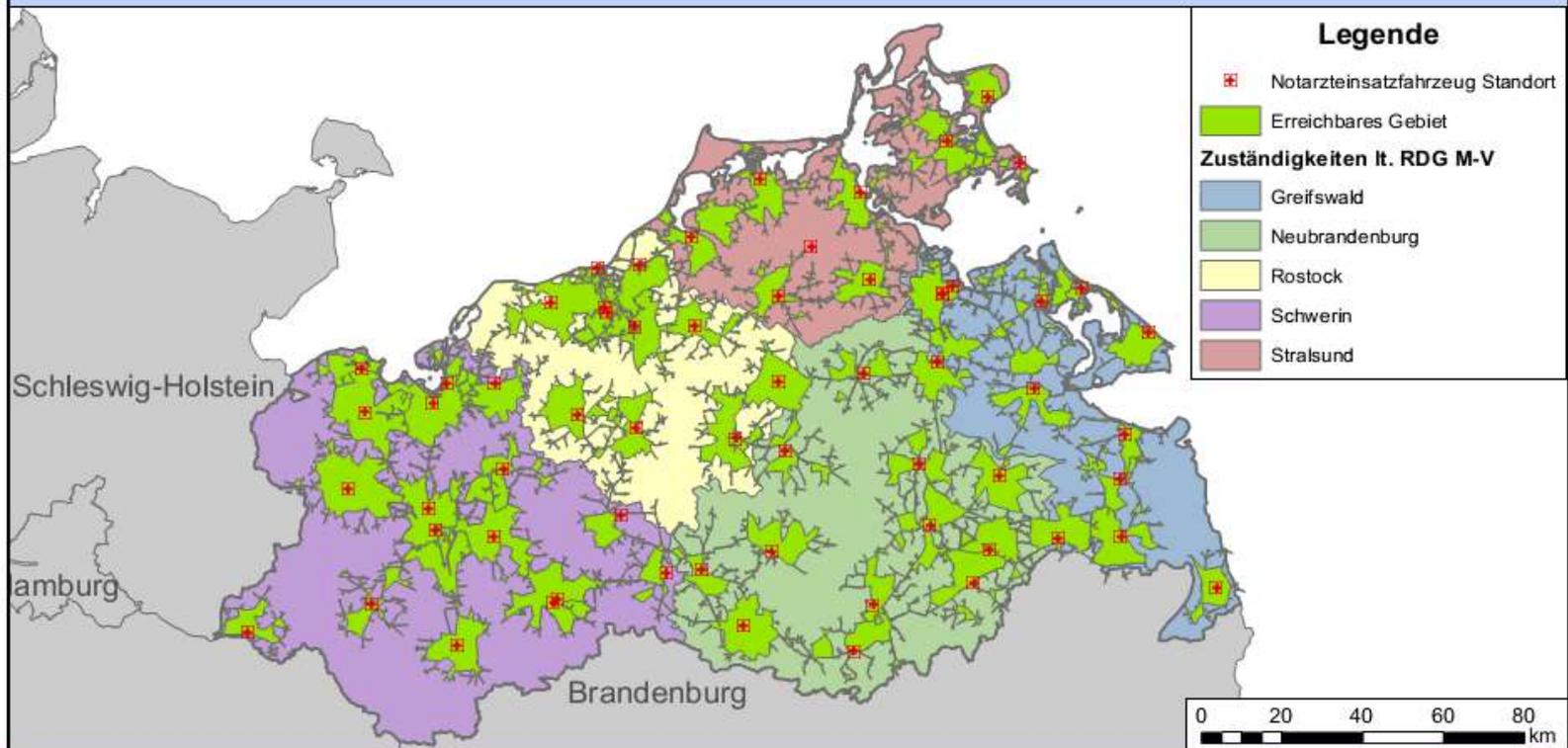
Steinbeis-Transferzentrum
für Geoinformatik Rostock

Erreichbare Fläche: 33%
Erreichbare Bevölkerung: 51%
Erreichbare Bevölkerung (via Siedlungsstruktur): 77%

Datengrundlage:
- Ministerium für Arbeit, Gleichstellung und Soziales: Rettungswagenstandorte
- ArcGIS Online: Straßendaten/Routing
- Annette Hey: Siedlungsstruktur
Methode: Erreichbarkeitsanalyse (ArcGIS Online)
Auswertung und Kartengestaltung: Dr.-Ing. Christian Rüh

Notarzteinsatzfahrzeug Erreichbarkeitsanalyse Mecklenburg-Vorpommern

Erreichbarkeit in 15 Minuten, ermittelt anhand von OpenStreetMap Daten



Steinbeis-Transferzentrum
für Geoinformatik Rostock

Erreichbare Fläche: 30%

Erreichbare Bevölkerung: 51%

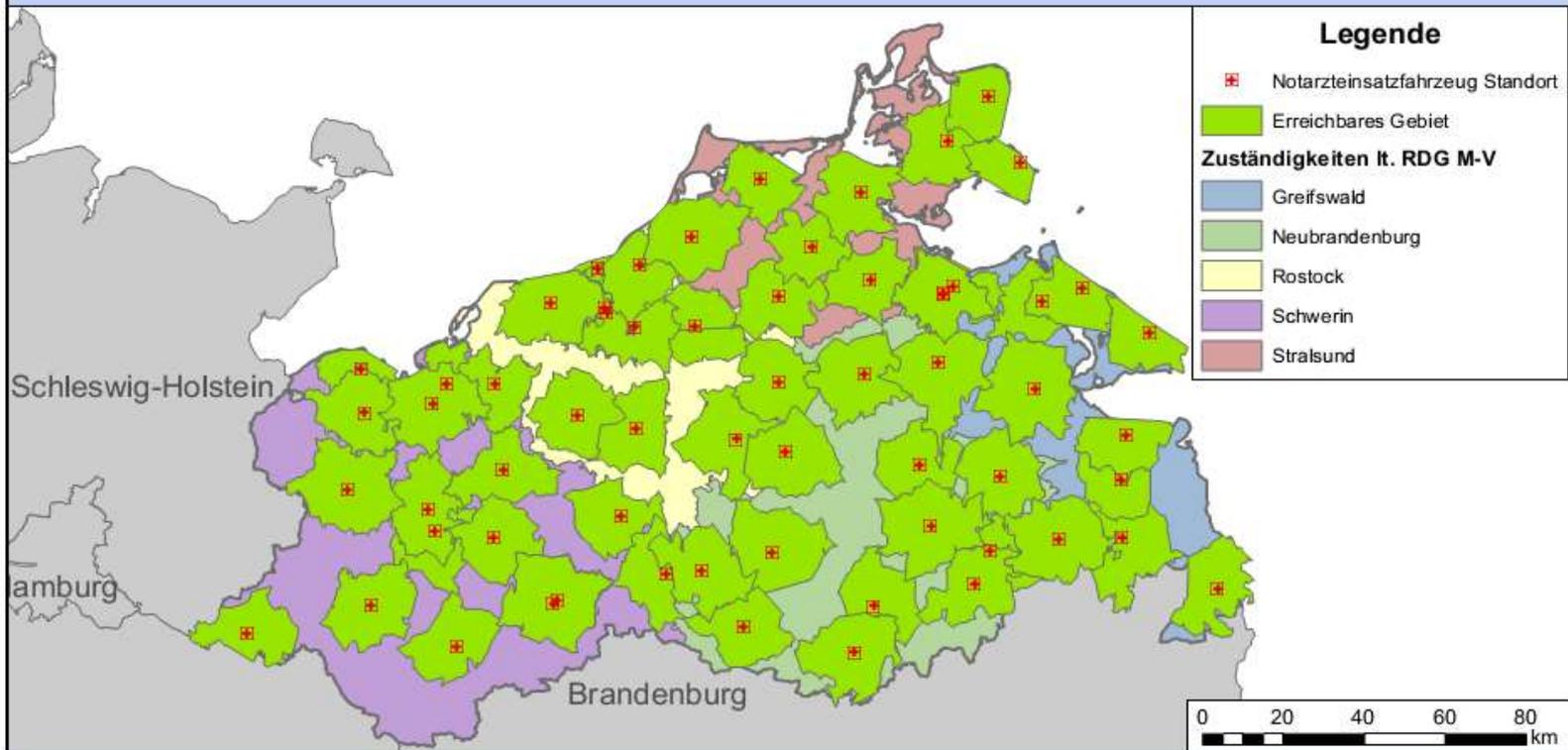
Erreichbare Bevölkerung (via Siedlungsstruktur): 75%

Datengrundlage:
- BKG: Verwaltungsgrenzen
- Ministerium für Arbeit, Gleichstellung und Soziales: Rettungswagenstandorte
- OpenStreetMap: Straßendaten
- Annette Hey: Siedlungsstruktur
Methode: Erreichbarkeitsanalyse (ArcMap)

Auswertung und Kartengestaltung: Dr.-Ing. Christian Rüh

Notarzteinsatzfahrzeug Erreichbarkeitsanalyse Mecklenburg-Vorpommern

Erreichbarkeit in 15 Minuten, ermittelt mit dem OpenRouteService



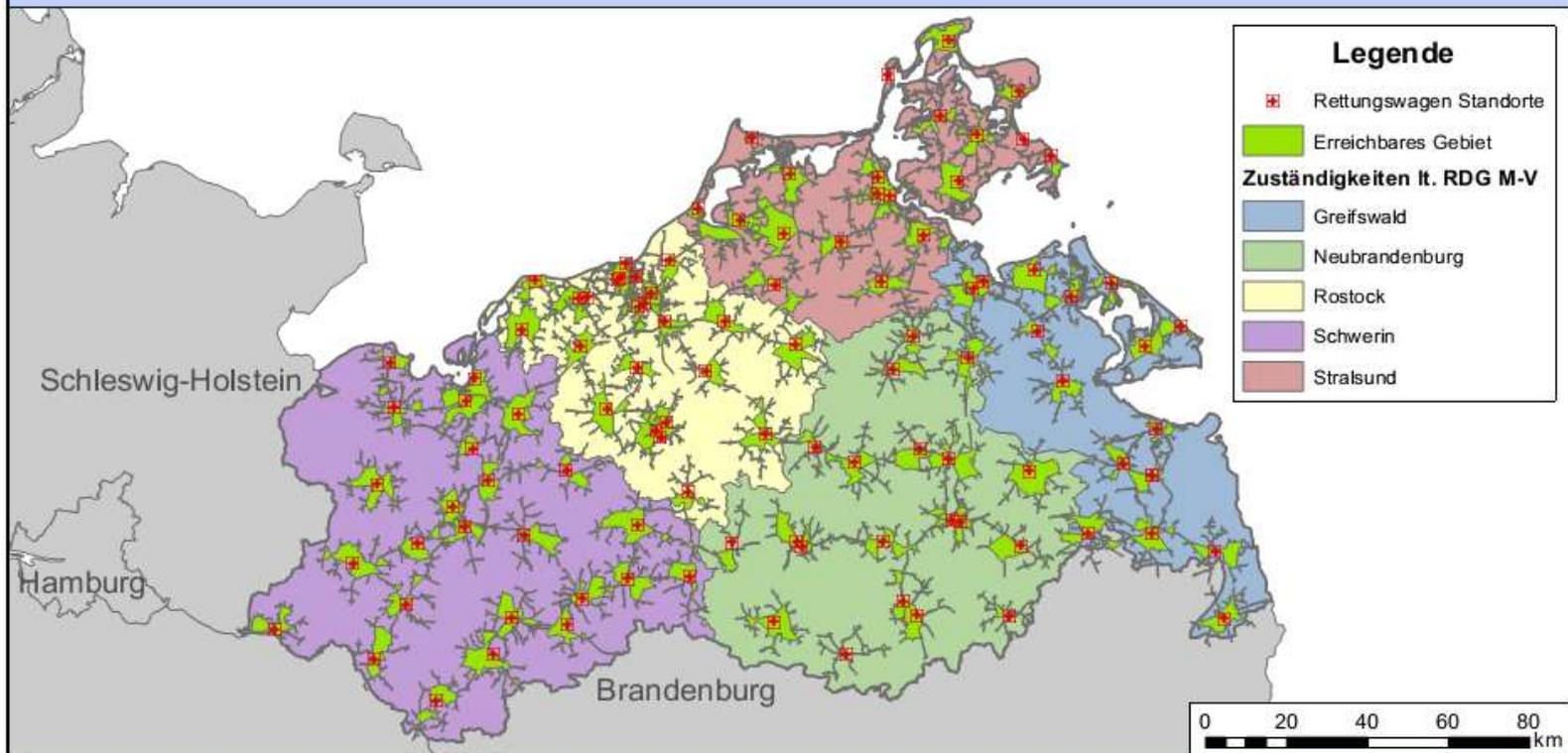
Steinbeis-Transferzentrum
für Geoinformatik Rostock

Erreichbare Fläche: 67%
Erreichbare Bevölkerung: 84%
Erreichbare Bevölkerung (via Siedlungsstruktur): 87%

Datengrundlage:
- BKG: Verwaltungsgrenzen
- Ministerium für Arbeit, Gleichstellung und Soziales: Rettungswagenstandorte
- OpenStreetMap: Straßendaten
- Annette Hey: Siedlungsstruktur
Methode: Erreichbarkeitsanalyse (OpenRouteService)
Auswertung und Kartengestaltung: Dr.-Ing. Christian Rüh

Rettungswagen Erreichbarkeitsanalyse Mecklenburg-Vorpommern

Erreichbarkeit in 10 Minuten, ermittelt mit ArcGIS Online



Legende

- Rettungswagen Standorte
- Erreichbares Gebiet

Zuständigkeiten lt. RDG M-V

- Greifswald
- Neubrandenburg
- Rostock
- Schwerin
- Stralsund

Steinbeis-Transferzentrum
für Geoinformatik Rostock

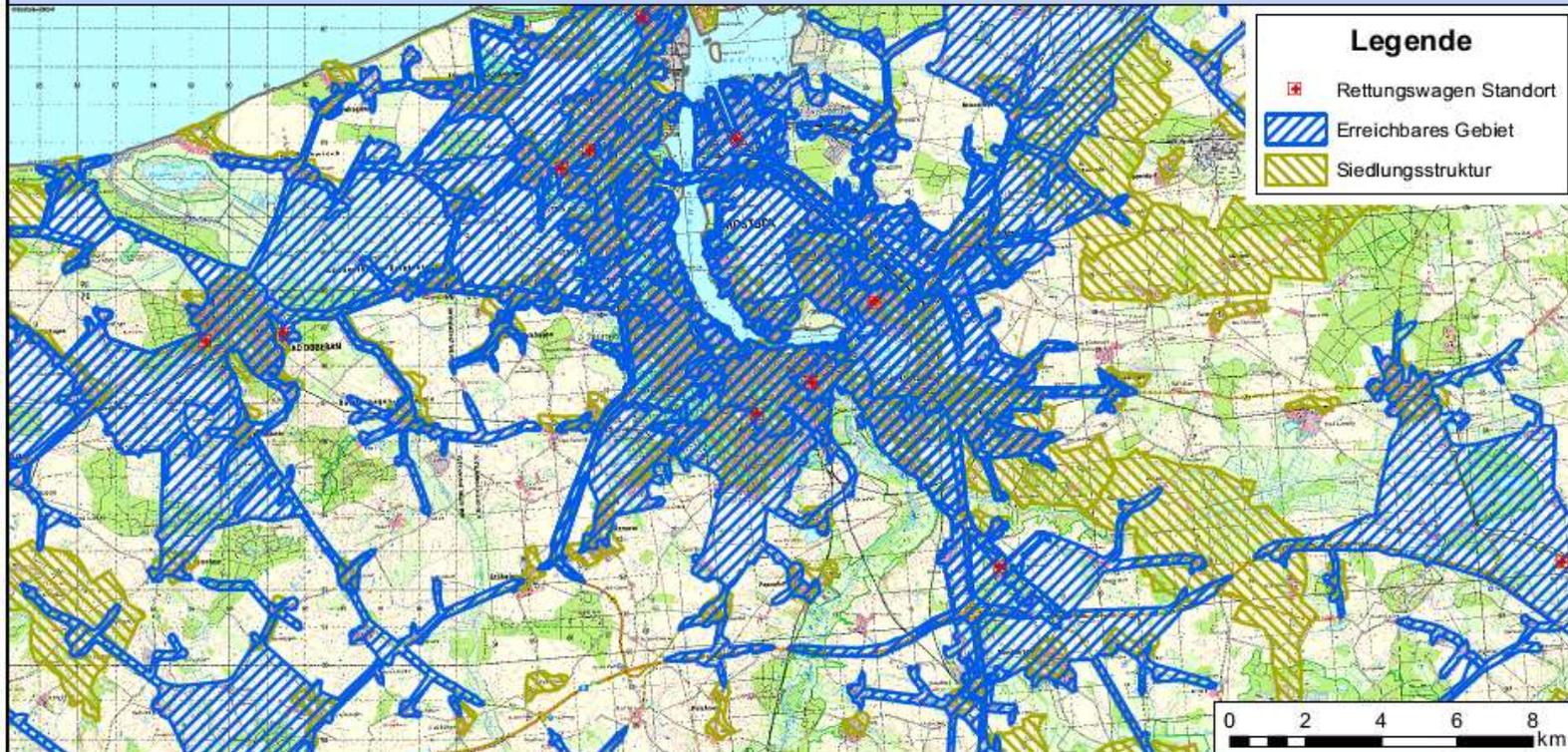
Erreichbare Fläche: 18%
Erreichbare Bevölkerung: 36%
Erreichbare Bevölkerung (via Siedlungsstruktur): 70%

Datengrundlage:
- Ministerium für Arbeit, Gleichstellung und Soziales: Rettungswagenstandorte
- ArcGIS Online: Straßendaten/Routing
- Annette Hey: Siedlungsstruktur

Methode: Erreichbarkeitsanalyse (ArcGIS Online)
Auswertung und Kartengestaltung: Dr.-Ing. Christian Rüh

Rettungswagenabdeckung Rostock

Erreichbarkeit in 10 Minuten, ermittelt anhand von OpenStreetMap Daten



Legende

- Rettungswagen Standort
- ▨ Erreichbares Gebiet
- ▨ Siedlungsstruktur



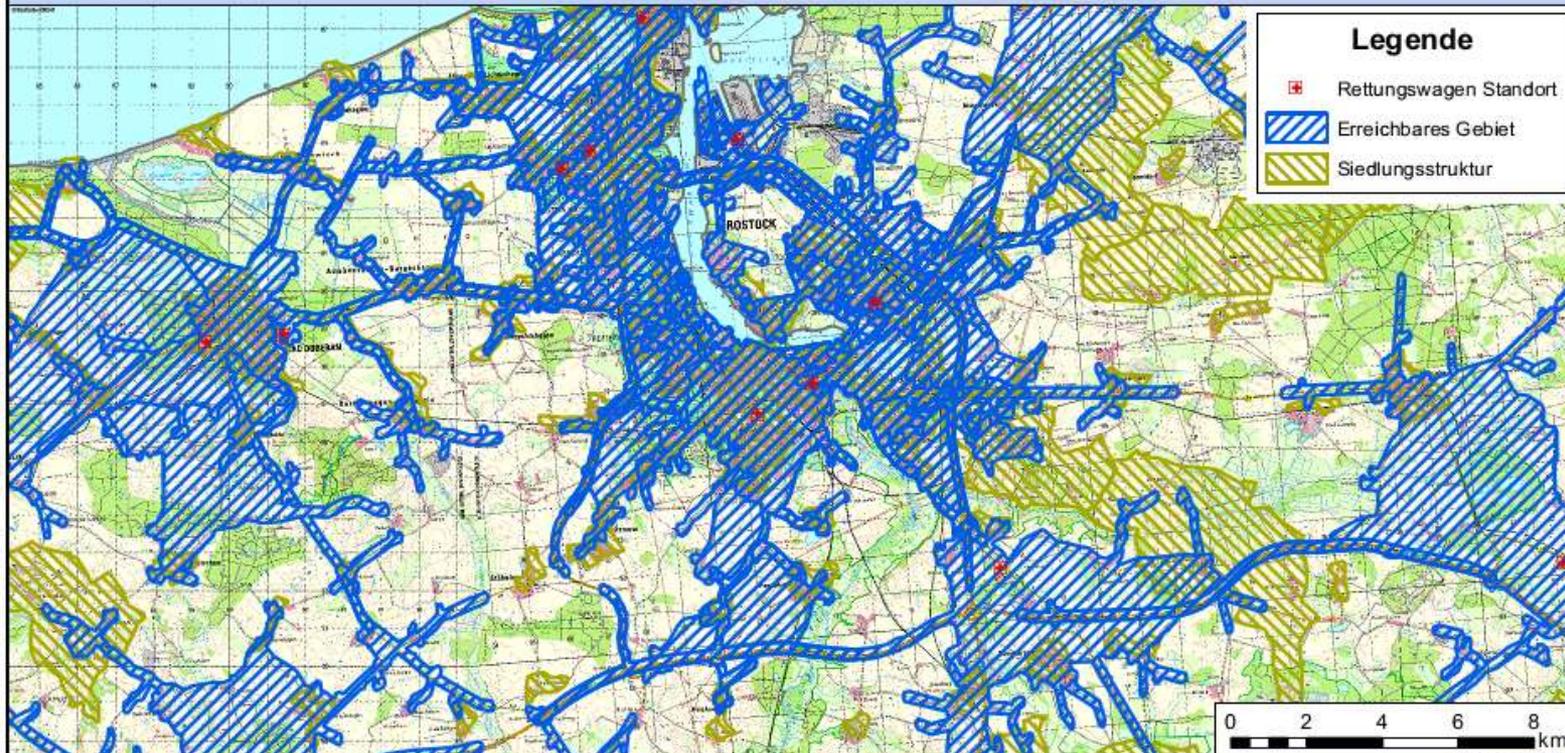
Steinbeis-Transferzentrum
für Geoinformatik Rostock

Datengrundlage:
- BKG: Verwaltungsgrenzen
- Ministerium für Arbeit, Gleichstellung und Soziales: Rettungswagenstandorte
- OpenStreetMap: Straßendaten
- Annette Hey: Siedlungsstruktur
Methode: Erreichbarkeitsanalyse (ArcMap)

Auswertung und Kartengestaltung: Dr.-Ing. Christian Rüh

Rettungswagenabdeckung Rostock

Erreichbarkeit in 10 Minuten, ermittelt mit ArcGIS Online



Legende

-  Rettungswagen Standort
-  Erreichbares Gebiet
-  Siedlungsstruktur



Steinbeis-Transferzentrum
für Geoinformatik Rostock

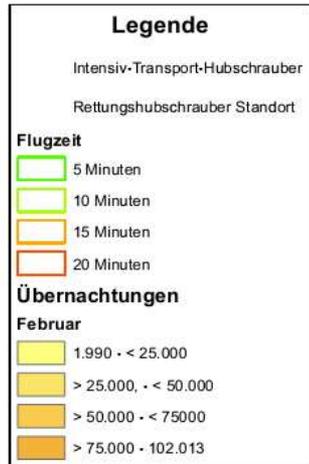
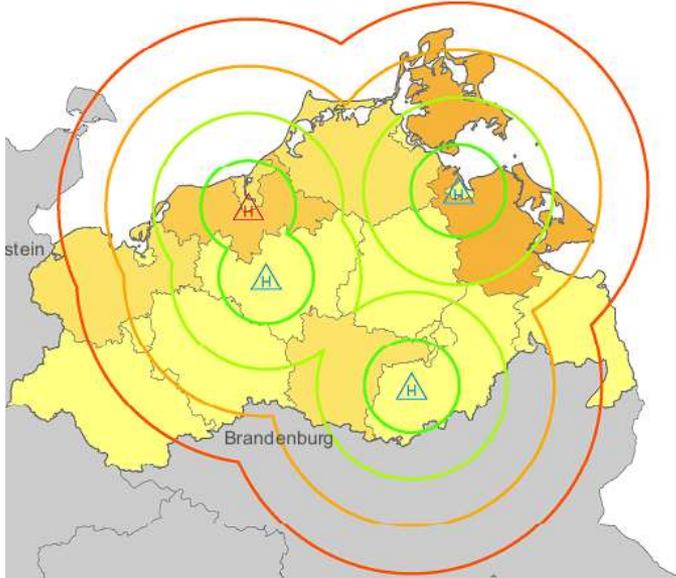
Datengrundlage:
 - BKG: Verwaltungsgrenzen
 - ArcGIS Online: Straßendaten/Routing
 - Anette Hey: Siedlungsstruktur
 Methode: Erreichbarkeitsanalyse (ArcGIS Online)

Auswertung und Kartengestaltung: Dr.-Ing. Christian Rüh

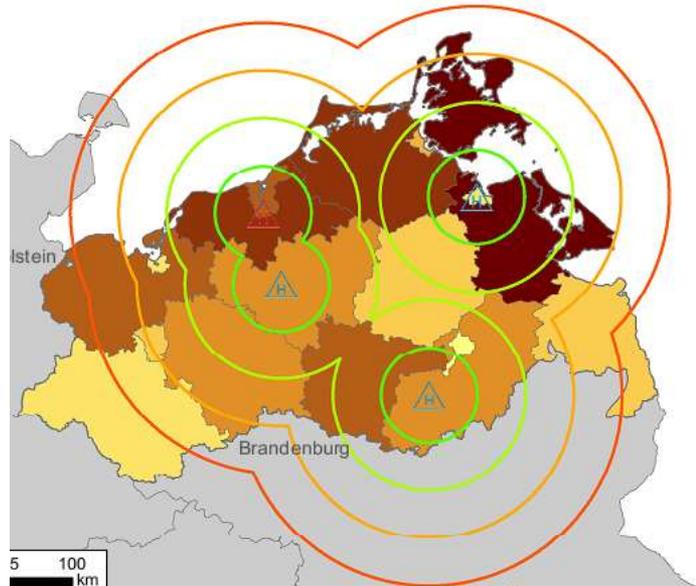
- Vorgehensweise:
 - Vergleich der Mittelwerte der drei Ergebnisse (Flächenabdeckung und die beiden Bevölkerungsabdeckungen)
 - Berechnung Korrelationskoeffizient, um jeweils zwei zu vergleichen
- OSM (ArcMap) im Vergleich zu ArcGIS Online:
 - Mittelwerte unterscheiden sich minimal um 0,2 und maximal 4,56 Prozentpunkte
 - Korrelationskoeffizient sehr hoch, nähert sich 1 an
- OSM (ArcMap) und ArcGIS Online im Vergleich zu ORS:
 - Abweichung Mittelwerte bis zu 31,42 Prozentpunkte
 - Beispiel: mit einem RTW in 10 Minuten erreichbare Fläche:
OSM (ArcMap): 16,25%
ArcGIS Online: 18,44%
ORS: 49,45%
 - Korrelationskoeffizienten bewegen sich um 0,9

- Erreichbarkeitsanalyse wurde auf Fragestellung im Gesundheitswesen angewandt
- Prototypische Implementierung zur Nutzung des OpenRouteServices (ORS) beziehungsweise dessen Accessibility Analysis Services (AAS)
- Vier Fünftel der Einwohner Mecklenburg-Vorpommerns sind innerhalb von 15 Minuten mit einem Rettungswagen erreichbar
- Innerhalb von 10 Min. können etwa so viele Menschen mit einem Rettungswagen erreicht werden, wie mit einem Notarzteinsatzfahrzeug in 15 Min.
- Selbst „[...] obere Grenze eine maximale Hilfsfrist von 15 Minuten [...]“ kann nicht überall eingehalten werden
- Möglicher Handlungsbedarf zur Standortoptimierung einzelner Rettungsmittel, bzw. zur Stationierung zusätzlicher Rettungsmittel
- OpenStreetMap-Daten (ArcMap) und ArcGIS Online sehr ähnliche Ergebnisse
- OpenRouteService gibt scheinbar viel zu große Polygone aus

- Erreichbarkeitsanalysen konnten für einige Standorte mit OpenStreetMap-Daten in ArcMap und ArcGIS nicht durchgeführt werden
- Prüfung, ob und warum einige Standorte nicht an das Straßennetz angeknüpft werden konnten
- Hinsichtlich der tatsächlich möglichen Versorgung der Bevölkerung wären weitere Analysen interessant, die z.B. den Faktor Tourismus miteinbeziehen
- Mecklenburg-Vorpommern stark touristisch geprägtes Flächen- und Küstenland, dadurch hat Tourismus großen Einfluss auf die Verfügbarkeit von und die angemessene Anzahl an Einsatzfahrzeugen und Einsatzpersonal



Januar



Juli

