

12 Bearbeitung von Routendaten

Dieses Kapitel befasst sich mit der Bearbeitung, Analyse und Darstellung von Routendaten in ArcMap. Es wird zunächst beschrieben, was Routendaten sind und wie man sie in der Praxis verwenden kann. Bevor auf die praktischen Anwendungsmöglichkeiten eingegangen wird, gibt es erst einen kleinen Überblick, welche Möglichkeiten ArcMap bietet.

In den folgenden Seiten wird die Abfrage und Suche von Routendaten bzw. -positionen sowie die Darstellung von Routenmaßabweichungen beschrieben. Ein weiterer Themenblock wird die Beschriftung von Routendaten mit Skalenstrichen sein.

Im letzten Abschnitt folgt die Anwendung der dynamischen Segmentierung von Routen-Feature-Classes. Die dynamische Segmentierung ermöglicht die Anbindung von Ereignisdaten an Routendaten. Es wird beschrieben, wie Routenereignistabellen erstellt werden, wie man diese an Routendaten anbindet und sie bearbeitet.

12.1 Einführung

Um in Linien-Feature-Classes – die z. B. ein Straßennetz abbilden – eine genau Ortsangabe zu machen, ist es in der Realität sehr hilfreich, wenn man dies über die Angabe eines Maßes entlang der Strecke machen kann. Um dies zu ermöglichen, muss der Datensatz darauf vorbereitet werden, denn die einfachen Digitalisierungsergebnisse in einer Feature-Class oder einem Shape können dies nicht leisten. Hier könnte man höchstens ein bestimmtes Feature oder ggf. noch ein bestimmtes Segment identifizieren. Eine genau Ortsabgabe, wie „bei km 17,95“, ist nicht möglich. Dies wird in ArcGIS durch die Bereitstellung der Routendaten erreicht.

12.1.1 Was sind Routendaten?

Routen in ArcGIS sind lineare Features wie Straßen, Flüsse, Pipelines etc., die über eine eindeutige Kennung und ein Maßsystem verfügen.

Die eindeutige Kennung ist z. B. bei einem Autobahnnetz der Name (Autobahn [BAB] A7 oder A1) oder bei einem Gewässernetz die Gewässerkennzahl (z. B. Leine = 488). Diese Kennung muss eine zusammenhängende Route eindeutig identifizieren.

Das Maßsystem (= Messwerte bzw. M-Werte) definiert jede Position entlang der Route mit einem Wert. D. h., die Position jedes Abschnitts oder Punkts entlang der Route wird durch die Angabe der relativen Distanz eindeutig bestimmt (z. B. die Unfallstelle an der A7 bei km 94).



Diese sogenannten M-Werte werden intern zusammen mit der Geometrie der Route im

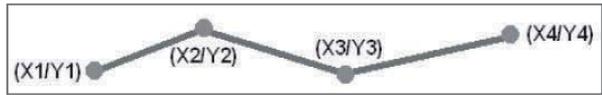
Attributfeld „Shape“ gespeichert – ähnlich wie der Z-Wert, der die Höhe abbildet. Wie alle linearen Features werden die Routendaten mit dem Geometrietyp „Polylinie“ gespeichert.

FID	Shape *	ROUTE1	Shape Leng
0	Polylinie M	20000013	145799,495917
1	Polylinie M	20000258	47440,64306
2	Polylinie M	20000264	181450,112415
3	Polylinie M	20000013	72050,242006

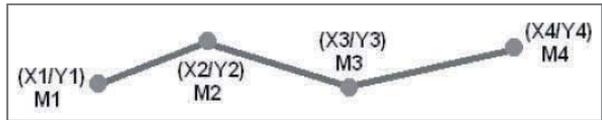
Eine Polylinie ist eine geordnete Ansammlung von Linien, die verbunden oder auch unzusammenhängend sein können. Es gibt einfache lineare Features, welche aus einer Linie bestehen, und komplexe lineare Features, die aus vielen Linien bestehen.



Einfache Linien-Feature-Classes speichern die Geometrie der Liniensegmente dagegen nur in einer Ansammlung von X- und Y-Koordinaten, welche die räumliche Lage der Stützpunkte beschreiben.



Routen-Feature-Classes speichern mit der Geometrie „Polylinie“ ein Maßsystem. Eine gemessene Polylinie, also eine Route, speichert dadurch die Messwerte M, welche die Länge der Segmente zwischen den Stützpunkten (Vertex) beschreiben.



In der Regel werden diese Messwerte verwendet, um ansteigende Entfernungen entlang einer Linie anzugeben. Es ist aber ebenso möglich, willkürlich ansteigende, konstante oder willkürlich absteigende Messwerte zu speichern. Nicht bekannte Messwerte werden als „NaN“ = „Not a number“ aufgeführt. Üblicherweise werden mit den M-Werten die Längen der Liniensegmente bzw. die Längen zwischen den einzelnen Stützpunkten der Linie gespeichert.

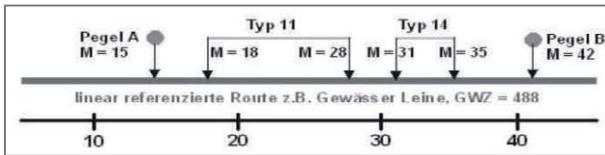
Eine Sammlung von Routen mit demselben Maßsystem kann in einer Feature-Class gespeichert werden. Das sind z. B. alle Gewässer im Einzugsgebiet der Leine im km-System. In einer Geodatabase können viele Routen-Feature-Classes in einem Feature-Dataset gespeichert werden.

Routen können im Coverage-Format, als Shapefile oder in einer Geodatabase gespeichert werden.

12.1.2 Lineare Referenzierung und Routenereignisse

Es gibt viele Themenbereiche, die lineare Features verwenden, um die realen Verhältnisse abzubilden. Man denke zum Beispiel an die Erfassung von Straßen- oder Schienennetzen, Pipelines, Abwasserleitungs- oder Gewässersystemen. Die zweidimensionale Darstellung mithilfe von X- und Y-Koordinaten ist die übliche Vorgehensweise. Es handelt sich um eine statische Darstellung der Liniensysteme.

In der Regel weisen diese Systeme aber dynamische Eigenschaften auf. Ein Gewässer wird unterschiedlichen Gewässertypen zugeordnet. Die Gewässergüteklasse ändert sich je nach Bewertung im Verlauf mal von Klasse I in Klasse II oder III. Die Standorte bestimmter



Abflusspegel beziehen sich auf verschiedene Abschnitte eines Gewässers.

Oder auch Straßenbeläge können in einem Abschnitt aus Beton sein, im nächsten Abschnitt dann asphaltiert usw., was starke Auswirkung auf den Lärmpegel eines jeden Straßenabschnitts hat. Diese verschiedenen Ausprägungen eines Liniensystems werden mit einer Vielzahl von Attributen an die linearen Features gebunden. Viele Eigenschaften der Abschnitte sind zudem auch über ihre Länge veränderbar. Das klassische Vektormodell der Datenspeicherung gibt vor, dass bei jeder Änderung eines Attributwerts das lineare Feature geteilt (geometrisch) werden muss.

Bei einer großen Menge von Attributen führt das unweigerlich zu einer starken Segmentierung der Daten. Der Datensatz wird immer aufwendiger in der Pflege und benötigt immer mehr Speicherplatz, auch wenn gerade dies kein zugkräftiges Argument mehr ist.

Problematisch ist auch der Bezug von Punktkoordinaten auf ein bestehendes Liniensystem. Sind die Punkte z. B. in einem anderen Maßstab erfasst als die Liniendaten, liegen diese nie genau auf der Linie. Je nach Genauigkeit der Datensätze können Differenzen von 100 m oder mehr vorliegen. Der eindeutige Bezug auf eine Linie ist nicht gegeben.

Für die Darstellung komplexer Liniensysteme bietet die lineare Referenzierung der Liniendaten eine komfortable Lösung. Hier wird die relative Position entlang von Linien durch ein eindimensionales Maßsystem bestimmt. Eine Anwendung solcher Maßsysteme findet sich in der Angabe von Autobahn- oder Flusskilometern.

Bezogen auf ein bekanntes Linien-Feature wird durch die Angabe der relativen Distanz die Lage jedes Punkts oder Abschnitts entlang dieser Linie eindeutig bestimmt.

Eine Zuordnung mehrerer Attribute, bezogen auf einen Punkt oder Abschnitt einer vorhandenen Linie, ist mit der linearen Referenzierung möglich. Es werden sogenannte Routenerignistabellen gespeichert, welche dann die linear referenzierten Attributwerte enthalten.

Für Punktereignisse, wie Unfallstellen entlang eines Straßensystems, werden die Positionen auf genau eine Route (Routenkennung), in diesem Fall eine Straße, bezogen. Diese Position wird durch den M-Wert (Measure) angegeben. So wird jede Unfallstelle mit ihren Eigenschaften in der Lage eindeutig auf eine Straße bezogen.

Attributfelder										
OID	ROUTE1 *	MEASURE	DAY	ALCHOL	HITRUN	ACCTYPE	RDCON	WEATHER	MEANS	SPI
0	20000013	11.22	3	0	0	16	1	1	5	
1	20000013	11.22	6	0	0	14	1	1	5	
2	20000013	11.22	1	0	0	17	1	1	4	
3	20000013	11.22	7	0	1	12	1	2	2	

Dies gilt sowohl für Punkt- als auch für Liniereignisse. Die Bearbeitung und Pflege der Attributtabelle erfolgt unabhängig von den gespeicherten Liniensystemen. Die Anzahl der anzuhängenden Attribute ist unbegrenzt. Die linearen Features werden nicht mehr gesplittet, sondern es wird nur der Attributsatz gespeichert, der sich z. B. auf den Abschnitt km 13 bis km 15 bezieht. Eine Zerstückelung der Liniendaten ist nicht erforderlich. Dies nennt man dynamische Segmentierung.

12.1.3 Routenbearbeitung mit ArcMap

Das Erstellen von Routendaten und die weiterführende Bearbeitung der M-Werte und der Routenereignis-Layer wird im Buch „Harms: Lineare Referenzierung“ umfassend beschrieben.

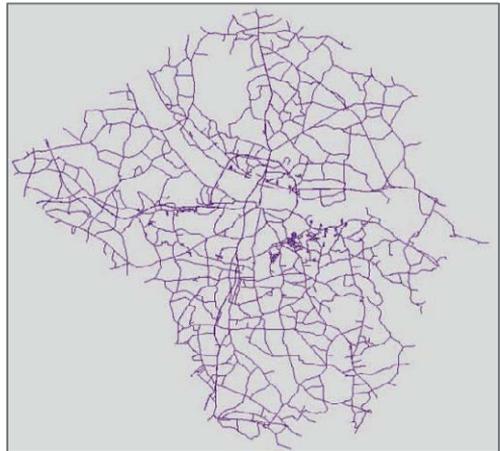
In den folgenden Abschnitten werden vielfältige Möglichkeiten vorgestellt, Routendaten darzustellen und auch zu analysieren.

Als Leser erlernt man Routendaten abzufragen und Routenpositionen zu suchen. Routen-Linien-Features können mit Skalenstrichen beschriftet und gestaltet werden. Außerdem hat man die Möglichkeit, Routendaten dynamisch zu segmentieren, indem man Routenereignistabellen erstellt. Diese ermöglichen es, eine Vielzahl von Attributen zu Punkt- oder Liniereignissen an die vorhandenen Routendaten anzuhängen, um sie in einer Karte darzustellen.

Alle Beispiele in den folgenden Abschnitten beziehen sich auf vorhandene Routendaten, wie sie in den Tutorialdaten von ArcGIS in folgendem Ordner vorliegen:

...\arcgis\ArcTutor\Linear Referencing.

Die nachfolgenden Erklärungen sollen in Form einer Übung erfolgen, die der Leser direkt nachverfolgen sollte, indem er den Beispielen folgt. Verwendet wird das Shape: „routes_hwy.shp“.



12.2 Routenpositionen identifizieren

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie bestehende Routendaten identifiziert werden können.

Man hat die Möglichkeit, an jeder beliebigen Stelle einer Route den M-Wert abzufragen und ihn zu beschriften. Ebenso wird die Routenkennung, also der eindeutige Name der Route, ausgegeben.

Das Werkzeug „Routenpositionen identifizieren“ ist in der Handhabe mit dem Werkzeug „Identifizieren“ vergleichbar.

Übungsbeispiel

Starten Sie ArcMap und laden Sie das zuvor abgebildete Shape „Routes_hwy.shp“ (besitzt einen M-wert) in einen leeren Datenrahmen.

ArcMap-Kontextmenü: Datenrahmen

Daten hinzufügen...

Legen Sie nun zunächst das Routenkennungsfeld des Shapes fest. Hierzu klicken Sie im Inhaltsverzeichnis von ArcMap mit der rechten Maustaste auf den Layer. Wählen Sie „Eigenschaften“ und hier das Register „Routen“.



Durch Klicken auf das Drop-down-Feld neben der Routenkennung können Sie aus den vorhandenen Attributwerten

ein Feld als Routenkennung bestimmen. Wählen Sie das Feld „ROUTE1“ aus, und klicken Sie dann auf „OK“.

Um nun Routenpositionen identifizieren zu können, fügen Sie zunächst das dazu benötigte Werkzeug in eine Werkzeugleiste von ArcMap ein.

ArcMap-Hauptmenü:

Werkzeuge:

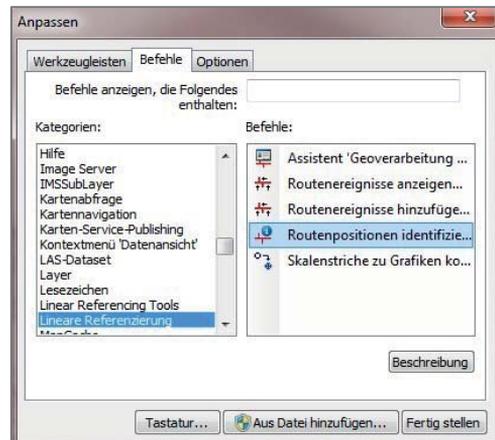
Anpassen...

Wählen Sie hier das Register „Befehle“ und die Kategorie „Lineare Referenzierung“. Im rechten Feld „Befehle“ erscheinen nun einige Werkzeuge.

Klicken Sie auf das Symbol mit der Beschreibung „Routenpositionen identifizieren“, und ziehen Sie es bei gedrückter Maustaste in eine beliebige Werkzeugleiste in ArcMap.

Drücken Sie auf die Schaltfläche „Fertig stellen“, um den Dialog „Anpassen“ zu beenden. Wenn kein Routen-Layer in der Karte enthalten ist, bleibt das Werkzeug inaktiv.

Klicken Sie nun zunächst auf das Werkzeug und dann auf einen beliebigen Punkt einer Linie des Routen-Layers „Routes_hwy.shp“ in der Karte. Es erscheint ein Ergebnisfenster.



Der Eintrag „Messwert: 4,226“ beschreibt den Messwert M an der angeklickten Stelle (mit Messwert ist hier die Entfernung vom Beginn des Linien-Features bis zum angeklickten Punkt gemeint). Die Minimum- und Maximum-Messwerte geben den minimalen M-Wert (hier beginnt die Route mit 0,0) und den maximalen M-Wert an (die Route 40001400 ist