

Routenplanung für barrierefreien Tourismus

AUTOR

G. Frasch

Zusammenfassung

Im Rahmen des InnoRegio-Projektes „Barrierefreier Tourismus für Alle“ wurde eine Methode der Routenplanung entwickelt, die in der Berechnung die Sicherheit des Rollstuhlfahrers, die Art des Straßenbelages und sein Zustand sowie die Längs- und Querneigung berücksichtigt. Es sind Koeffizienten entwickelt worden, die diese Faktoren in die Berechnungen aufnehmen. Die somit ermittelte Route fordert von dem Rollstuhlfahrer minimalen Energie- bzw. Kraftverbrauch.

Abstract

Optimal Routing for Barrier-free Tourism
Within the InnoRegio Project “Barrier-free Tourism for All” a method of optimal routing has been developed for the safety of wheel chair users considering several road factors, such as tarmac, longitudinal and transversal gradients. Special purpose coefficients have been derived to accept these influences parameters. The computed optimal routing allows wheel chair users to move with minimal energy and fuel consumption.

1 InnoRegio-Projekt

Im Rahmen des InnoRegio-Modell-Vorhabens wurde in Thüringen das Projekt „Modellregion für einen barrierefreien Tourismus für Alle“ gestartet.

Dieses Projekt wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Die Modellregion umfasst ein ca. 400 km² großes Areal mit den Städten Ohrdruf, Tambach-Dietharz und Oberhof, sowie den Gemeinden Wölfis, Crawinkel, Gräfenhain, Luisenthal, Georgenthal, Herrenhof und Hohenkirchen.

Für diese Talsperrenregion am Rennsteig haben sich die regionalen Netzwerkpartner als Zielstellung die Erschließung bisher ungenutzter touristischer Entwicklungspotentiale auserkoren. In der Gesamtbevölkerung gibt es einen großen Anteil von Personen mit Mobilitätseinschränkungen. Dazu zählen z.B. ältere Menschen, körper- und wahrnehmungsbehinderte Menschen, Personen mit Kinderwagen oder auch mit schwerem Gepäck. Hier lässt sich das erschließbare Wachstumspotential erahnen, falls durch entsprechende Aktivitäten im Sektor „Barrierefreier Tourismus für Alle“ eine signifikante Erweiterung des Klientels gelänge. Bedeutsam ist dies auch besonders angesichts der Höhenunterschiede in der Region von über 500 m. Wobei das Gesamtkonzept zur touristischen Entwicklung der Region mehr als nur die reine infrastrukturelle Erschließung umfasst. Die Aktivitäten werden durch weitere Maßnahmen des allgemeinen Tourismusmarketings in Trägerschaft des Verbandes Naturpark Thüringer Wald e.V. ergänzt.

Die für die Entwicklung und Gestaltung einer barrierefreien Modellregion für den integrativen Tourismus ausgewählte Region ist das Ergebnis eines komplexen Argumentationspaketes.

Geographische Lage:

Die Region bietet alles an Natur, was den Thüringer Wald so interessant macht: Berge, Felsen, Wälder, Wiesen, Bäche, Wild, Wandermöglichkeiten Sommer wie Winter.

Sie hat eine Ost-West Ausdehnung

von etwa 21 km und eine Nord-Süd Ausdehnung von ca. 18,5 km (siehe Fig. 1). Das Gebiet steigt von Norden nach Süden von etwa 350 m ü. NN in der nördlichen Ebene auf etwa 900 m ü NN in den Kammlagen des Thüringer Waldes an.

Klimatische Bedingungen:

Für alle Menschen mit Herz-Kreislauf-Beschwerden, für Asthmatiker, für an Bronchitis leidende und natürlich auch für ältere Menschen ist das Mittelgebirgsklima besonders angenehm.

Die Region verfügt als einzige in Thüringen über vier Talsperren, welche in allen Fällen barrierefrei zu bewandern sind.

Die Firma Jäger & Partner GmbH, Erfurt, ist Projektträger des Projektes „Geodatenbank“. Unsere Aufgabe war es, die Voraussetzungen für eine Erfassung und Aufbereitung der vorhandenen touristischen Infrastruktur in den Ortslagen der Modellregion hinsichtlich des Begriffes der „Barrierefreiheit“ zu schaffen, auf der Basis von exemplarisch erhobenen räumlichen Daten ein Geographisches Informationssystem für einen barrierefreien Tourismus zu konzipieren und beispielhaft umzusetzen. Das Informationssystem soll Lage- und Sachinformationen zu Beherbergung, Gastronomie, touristischen Sehenswürdigkeiten und zur Qualität des Wege- und Verkehrsnetzes inklusive einer benutzer-spezifisierten Routenplanung bieten.

Als Software wurden ESRI-Produkte gewählt. Der darin enthaltene Network Analyst bietet eine gute Grundlage für Routenberechnungen. Das Problem ist, dass dabei viele für die barrierefreie Bewegung eines Rollstuhlfahrers wichtige Fragen nicht berücksichtigt werden können. Das sind vor allem die Steigung und Neigung einer Straße, der Straßenbelag und sein Zustand.

2 Problemdefinition

Zunächst sollte das Problem klarer definiert werden. Was ist eigentlich für den Rollstuhlfahrer eine Barriere, z.B. eine unüberwindbare Steigung bzw. Höhe der

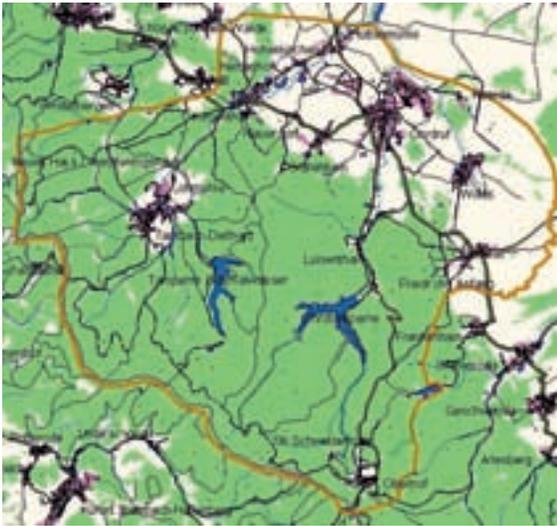


Fig. 1: Die Modellregion

Bordsteinkante? Man sagt, über 7% und 5 cm.

Bei der Datenerhebung hat man jede Steigungsänderung und Bordsteinhöhe in einem separaten Datenfeld aufgenommen. Somit ist jede Strecke diesbezüglich fein gegliedert. Die Strecken haben natürlicherweise unterschiedliche Längen.

Wenn man durch die logische Abfrage Strecken mit einer Steigung über 7% ausschließt, kann der Rollstuhlfahrer in der Modellregion kaum eine geeignete Wanderoute finden, da die Gegend ziemlich große Höhenunterschiede aufweist. Das heißt, wenn eine Strecke von 3 Metern Länge eine Steigung von 8% hat, lehnt der Rechner die gesamte sonst annehmbare Strecke (Steigung unter 7%) von 2000 Metern einfach ab. Ist das korrekt? Kann der Betroffene eine so kurze Strecke nicht überwinden? Die Expertenmeinung hierzu: Er kann.

Andererseits kann die gesamte Strecke von 2000 Metern eine Steigung von 7% haben, was für die logische Abfrage in Ordnung ist - die Route wird akzeptiert. Ist dies jedoch für allen Rollstuhlfahrer zu schaffen? Nicht für jeden. Ein Widerspruch also?

Unser Vorschlag ist, nicht nur die Geo-Datensätze auszuwerten, sondern auch der für den Rollstuhl-

fahrer zu überwindenden Rollwiderstand. Dazu gehören der oben schon erwähnte Zustand der Straße, der Straßenbelag sowie die Längs- und Querneigung. Letztendlich geht es um die Frage: Kann ein gehandicapter Tourist vom Punkt A aus den Punkt B erreichen? Hat er genug Kraft dafür? Somit verlegt sich der Schwerpunkt aus dem Bereich einer rein logischen Abfrage in den Bereich des Kraft- bzw. Energieverbrauches des Rollstuhlfahrers.

3 Problemlösung

Die Bordsteinhöhe kann durch eine einfache Abfrage berücksichtigt werden und Datensätze mit einem Wert > 5cm ausschließen. Weitere Überlegungen und Analysen der erhobenen Daten aber brachten uns zur Überzeugung, dass man diesen Faktor viel einfacher durch die Routenführung bei der Digitalisierung in Kauf nehmen kann. Wir haben die Möglichkeit, an einer beliebigen Stelle die Straße zu überqueren, ausgeschlossen. Das Netzwerk wurde so geplant, dass man den Fußweg nur an den sicheren Stellen verlassen darf. Und das sind die Kreuzungen, an denen die Bordsteinkante in der Regel abgesenkt ist. Zu dieser Entscheidung hat uns auch folgende Überlegung geführt: Wie kann man die Sicherheit der dem Rollstuhlfahrer ermittelten Route erhöhen? Letztendlich sind wir für die Entscheidung, die der Rechner trifft, verantwortlich. Der Ausschluss des Verlassens des Fußweges außer an Kreuzungen ist die erste Möglichkeit gewesen.

Die zweite Möglichkeit, die Sicherheit der Route zu erhöhen, ist die Einführung des Sicherheitsfaktors. Nicht jede Straße hat einen Fußweg. In diesem Fall muss der Rollstuhlfahrer zwangsläufig die Straße nehmen. Abhängig davon, was für eine Straße das ist, wird ein Koeffizient vorgeschlagen, der die Gewichtung der Entscheidung bei der Routenplanung beeinflusst. Der Wert ändert sich von 1 für einen sicheren Fußweg bis 100 für eine Straße mit einer Geschwindigkeit über 50km/h.

Ohne den Sicherheitsfaktor berechnet das Programm Network Analyst die „echten“ Varianten von Strecken, die den Punkt A mit dem Punkt B optimal verbinden. Für das Programm ist die kürzeste Strecke optimal. Wenn wir in die Routenberechnung zusätzliche Informationen in Form von Koeffizienten einbringen, wird die „echte“ Strecke mit einem Faktor multipliziert. Dadurch ändert sich entsprechend das Ergebnis, die Strecke wird quasi „länger“. In wie weit sie verlängert wird, hängt davon ab, wie stark die Fahrtbedingungen von den normalen abweichen. So konkurrieren z.B. die „schlechten“ Fahrtbedingungen mit den „sehr schlechten“. Für die letzten ergibt sich eine „längere“ Strecke. Bei Benutzung der Koeffizienten arbeitet der Rechner mit den virtuellen Strecken. Die Multiplikation der Längen der Routenabschnitte mit entsprechenden Faktoren ändert das Gesamtergebnis, und der Rechner sucht uns die Variante aus, bei der dieses Ergebnis minimal ist. Anders gesagt, nimmt der Rechner kürzere „virtuelle“ Routen, die sicherer sind und einen geringeren Rollwiderstand bieten.

In der Tab. 1 sind die vorgeschlagene Koeffizienten für den Sicherheitsfaktor dargestellt. Konkrete Beispiele der ▶

Sicherheitsgrad	Sehr geschützt	geschützt	neutral	unsicher	sehr unsicher
	1	2	3	4	5
	Gehweg (überwiegend mit einem Bordstein in einer Höhe von über 3 cm versehen;	Seitlicher Gehsteig ohne bauliche Abgrenzung; Bordsteinhöhe unter 3 cm	Spielstraße, aus der Art der baulichen Ausführung ergibt sich eine gleichberechtigte Nutzung durch alle Verkehrsteilnehmer; es existiert kein separater Fußweg	Innerörtliche ohne Gehweg, Anliegerstraße, jede Straße ohne Gehweg	Straße ohne Gehweg mit Geschwindigkeit über 50 km/h
Faktor	1	1,1	1,5	5	100

Tab. 1: Wertefeldfaktor Sicherheit.

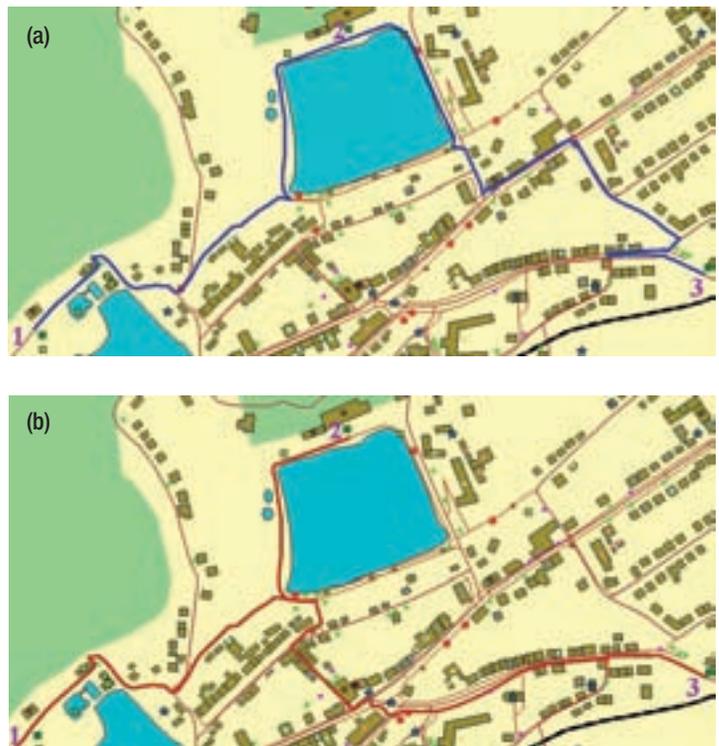
Auswirkung des Sicherheitsfaktors auf die Routenberechnung sind in der Fig. 2 zu finden.

In Fig. 2,a wurde die Route von dem Campingplatz (P.1) zur Pizzeria (P. 2) und weiter zum Blumengeschäft (P.3) ohne den Sicherheitsfaktor berechnet. Mit diesem Faktor (vgl. Fig. 2,b) ist der Weg von der Schönauer Straße und der Bahnhofstraße (B88) mit den Sicherheitskoeffizienten jeweils 5 und 100 in ruhigere Nebenstraßen verlegt worden.

Je nach dem wie stark unser Bestreben ist, eine Benutzung der in Erwägung gezogenen Netzabschnitte nach Möglichkeit zu vermeiden, wurde der jeweilige Wertefeldfaktor festgelegt.

Vorschriftsmäßig ausgebaute Gehwege bieten das höchste Sicherheitsniveau für den Nutzer, sie sollen demnach bevorzugt den fußläufigen Verkehr aufnehmen und erhalten den Faktor 1 (Tab. 1). Der Wertezuschlag für deren Nutzung beläuft sich somit gegen Null. Dagegen soll die Nutzung der Fahrbahnen von Bundes- und Landesstraßen durch Rollstuhlfahrer und Gehhilfenbenutzer auf das unbedingt erforderliche Maß beschränkt werden, deshalb wurde das entsprechende Wertefeld mit dem sehr hohen Wertefeldfaktor 100 belegt. Bei der Routenberechnung bewirkt dies eine

Fig. 2: Routenplanung für Punkte 1-2-3 ohne Sicherheitsfaktoren (a) und mit (b).



Meidung dieser Strassen sofern möglich.

Eine Routenlegung längs der Straßenmitte von Bundes- und Landesstraßen bleibt damit zwar prinzipiell möglich, wird jedoch aus Kostengründen regelmäßig verworfen.

Ein weiteres Entscheidungskriteri-

um für die Routenwahl ist der zu überwindende

Rollwiderstand längs der in Erwägung gezogenen Trasse. Hier schlagen sowohl die vorhandene Oberflächenbeschaffenheit in Abhängigkeit von der getätigten Materialwahl als auch der ak-

Beschaffenheit	Attribut lt. Tab.	Zustand					
		1	2	3	4	5	6
		sehr gut	Gut	befriedigend	ausreichend	mangelhaft	ungenügend
Sonstiges	unbefestigt	2,75	5,0	20	40	80	1000
	Erde	2,5	2,6	4,00	6,00	40	1000
	Schotter	2,2	2,3	2,40	3,00	40	1000
	Rasengittersteine	2,2	2,3	2,40	2,60	-	-
Pflaster	Kopfsteinpflaster	2,0	2,1	2,20	2,40	-	-
	Natursteinpflaster	1,5	1,6	1,75	2,00	-	-
	Betonpflaster	1,5	1,6	1,75	2,00	-	-
Platten	Platten	1,1	1,2	1,30	1,60	-	-
	Betonplatten	1,1	1,2	1,30	1,60	-	-
Bahnen	Metallplatten	1,10	1,20	1,30	1,50	-	-
	Beton	1,02	1,06	1,10	1,20	-	-
	Asphalt	1,0	1,01	1,02	1,10	-	-

Tab. 2: Wertefeldfaktor Oberflächenbefestigung / Zustand.

Zustand:		
6 unbefestigt – unpassierbar - ungenügend	4 ausreichend	2 gut
5 unbefestigt – passierbar - mangelhaft	3 befriedigend	1 sehr gut

Längsgefälle	0 bis 2 %	3 bis 4 %	5 bis 6 %	7 bis 8 %	über 8 %
über 15 %	20	30	60	99	1000
10 bis 15 %	3,00	4,00	5,00	20,0	100
7 bis 10 %	2,00	2,5	4,00	15,0	100
5 bis 7 %	1,50	1,75	2,00	8,0	60
2 bis 5 %	1,10	1,20	1,50	5,0	30
0 bis 2 %	1,00	1,10	1,25	2,0	4,0

Tab. 3: Wertefeldfaktor Längs- / Quergefälle.

tuelle Wegezustand zu Buche. Zur Wichtung dieser Faktoren bei der Routenauswahl haben wir uns in Abhängigkeit von der Datenerhebung die nachfolgend aufgeführte Wertetabelle überlegt (Tab. 2).

Anders verhält es sich mit Anliegerstraßen, die nicht über Gehwege verfügen. Eine Routenalternative zur Erreichung der Zielobjekte entfällt somit regelmäßig. Dementsprechend wurde der Faktorwert für diese Straße mit moderaten 1,5 festgelegt.

Die Werte wurden den entsprechenden Kombinationen von Oberfläche und Zustand in einem neuen Feld zugeordnet und dann mit der Länge des Streckenabschnittes multipliziert. Wie man sieht, haben wir versucht, unbefestigte und unpassierbare Strecken durch hohe Gewichtung zu sperren. Als optimale Situation nahmen wir Straßenbelag aus Beton in sehr gutem Zustand.

Ein weiteres von uns herangezogenes Entscheidungskriterium für die Routenwahl soll das auf der in Erwägung gezogenen Trasse zu überwindende Gefälle sein. Dazu wurden folgende Werte erarbeitet, die den Gefälleangaben in einem neuen Feld zugeordnet und dann mit der Länge des Streckenabschnittes multipliziert wurden (Tab. 3).

Bei der Ausarbeitung dieser Faktoren sind wir von dem Energie- bzw. Kräfteverbrauch des Rollstuhlfahrers für eine virtuelle Strecke ausgegangen. Wenn man für eine normale Strecke diesen gleich 1 setzt, dann ist er gemäß der Tab. 3 bei einem Längsgefälle z.B. 8% doppelt so hoch (Koeffizient 2), wenn aber auch auf dieser Strecke das Quergefälle 9% beträgt, dann erhöht sich der Energieverbrauch nochmals auf das hundertfache (Koeffizient 100) und ist am Ende 200 Mal höher. Da aber der Rechner mit einer virtuellen Strecke arbeitet, versucht er eine Möglichkeit zu finden, wo diese kleiner (kürzer) ist, was man

auch als Strecke mit geringerem Energieverbrauch gleich bewerten kann. Der Rechner findet einen Umweg, der länger als die „normale“ Strecke ist, dafür aber flacher.

Ein letzter von uns als Bequemlichkeitsfaktor bezeichneter Wert berücksichtigt sowohl Gefälle als auch Oberfläche. Er entsteht durch Addition der Faktoren für Gefälle und Oberfläche und anschließender Multiplikation mit der Streckenlänge.

Für die hier vorgenommene Routenberechnung werden die in ArcView verfügbaren abstrakten Kostenfeldern (Seconds, Minutes, Hours, Feet) aliasmäßig verwendet. Nicht zu vergessen ist, mit welcher Sprache gerade gearbeitet wird! Wenn eine deutsche Version von dem Network Analyst eingesetzt wird, müssen diese Felder deutsch beschriftet sein. Damit können dann auch alle zweckmäßigen Nutzungsprämissen hinsichtlich der Auswahl der Einzelelemente des Netzwerkes berücksichtigt werden.

4 Fazit

Im Rahmen des InnoRegio-Projektes wurde eine Methode der Routenplanung entwickelt, die die Beschaffenheit der Fahrbahn, deren Längs- und Querneigung sowie die Sicherheit des Rollstuhlfahrers berücksichtigt. Dafür wurden Wertefeldfaktoren ausgearbeitet, die den entsprechenden Datensätzen in der Attributtabelle zugeordnet werden müssen. Durch die Multiplikation mit „echten“ Längen der Datensätze entstehen „virtuelle“ Längen, die vom Network Analyst als Berechnungsgrundlage benutzt werden.

Diese Methode bietet dem Nutzer die Möglichkeit, eine Route zu berechnen, die minimalen Kraft- bzw. Energieverbrauch von dem Rollstuhlfahrer fordert.

Da die Sicherheit des Rollstuhlfahrers sehr große Bedeutung hat, wurde ein Sicherheitsfaktor definiert, der in die

Routenberechnung diesen Moment einfließen lässt.

Die von uns vorgeschlagenen Koeffizienten sind als eine von möglichen Lösungen zu betrachten. Im Laufe der Zeit werden sie sicherlich verfeinert und vervollständigt, für andere Regionen möglicherweise geändert. Wir bieten lediglich ein Prinzip an.

AUTOR:

Georg Frasch

Dr. Georg Frasch ist Projektleiter des InnoRegio-Projektes „Geodatenbank“ bei der Fa. Jäger & Partner GmbH.

Adresse: Jäger & Partner GmbH

Domstraße 1a

99084 Erfurt

Tel.: 0361 66 357 14

Fax: 0361 66 357 23

E-Mail: g.frasch@jaeger-erfurt.com