

## Was leistet der gläserne Routenplaner?

Noch vor 10 Jahren ermittelte man die beste Strecke von A nach B am PC zu Hause per Routenplaner-Software. Während die Berechnung damals immer einige Zeit dauerte, kann die optimale Route heute in Sekundenbruchteilen über das Internet berechnet werden, obwohl dort zigtausende Anfragen gleichzeitig bearbeitet werden.

Das liegt nicht nur an der enorm gestiegenen Rechenleistung, sondern auch an der Entwicklung neuer Verfahren zur Berechnung optimaler Wege. So werden die Basisdaten etwa um nützliche Informationen für alle späteren Suchanfragen angereichert. Denn wer z.B. von Hamburg zum Oktoberfest nach München fährt, benötigt keine Informationen über Straßen in Frankfurts Innenstadt.

Moderne Routenplanungsverfahren sind also schneller, wenn sie gezielt alle für die Anfrage unwichtigen Straßen ausschließen. Der gläserne Routenplaner ermöglicht es, diesen Verfahren bei der Arbeit zuzuschauen.

## Wer entwickelt den gläsernen Routenplaner?

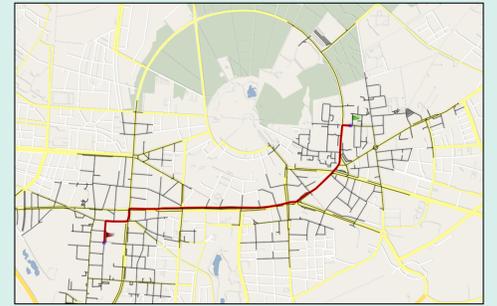
Der Routenplaner wird im Rahmen des Projekts *Entwicklung eines Frameworks zur Demonstration von Routenplanungsalgorithmen* durch ein vierköpfiges Studententeam entwickelt. Die Studenten werden aus Mitteln des Kompetenzbereichs *Information, Kommunikation und Organisation* des KIT finanziell gefördert.

## Route vom Informatik-Gebäude des KIT zum ZKM

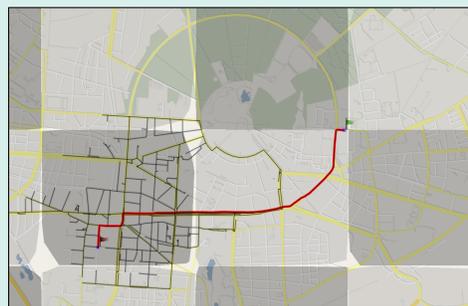
Die vom Algorithmus betrachteten Straßen sind schwarz markiert.



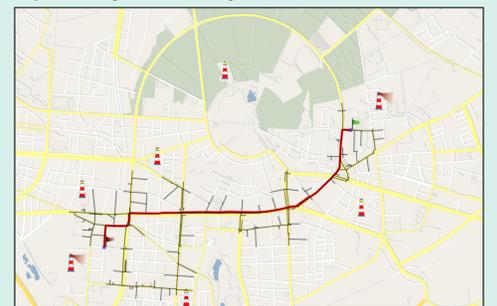
Der Algorithmus von Dijkstra sucht kreisförmig um den Startknoten herum und hat daher einen großen Suchraum.



Der bidirektionale Dijkstra-Algorithmus sucht kreisförmig, sowohl vom Start als auch vom Ziel aus. Der Suchraum halbiert sich dadurch gegenüber dem Dijkstra-Algorithmus ungefähr.



Der Arcflag-Algorithmus verwendet eine gitterartige Einteilung der Straßenkarte und wählt nur Straßen aus, die schnell auf das Zielgebiet zuführen.



Der Landmark-Algorithmus verwendet Orientierungspunkte, um die Nützlichkeit von Straßen im Hinblick auf das Erreichen des Ziels einzuschätzen.

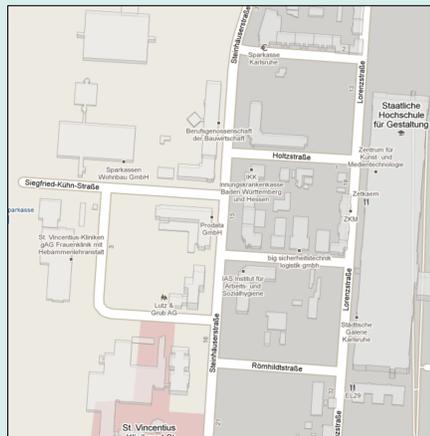
## Modellierung der Echtweltdaten durch Graphen

Echtweltdaten sind zu detailliert und enthalten viele für die Routenplanung nebensächliche Informationen. Informatiker abstrahieren daher von diesen Daten und verwenden sogenannte *Graphen*, um die wesentlichen Informationen eines Straßennetzes zu repräsentieren.

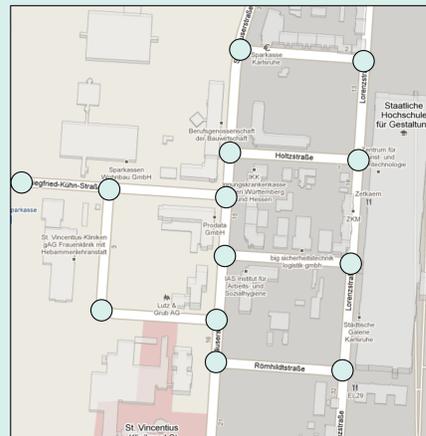
Ein Graph besteht aus sogenannten *Knoten* und *Kanten*. Eine Kante verbindet jeweils zwei Knoten miteinander. Für die Routenplanung ist es zweckmäßig, jede Kreuzung durch einen Knoten zu modellieren. Straßen werden als Kanten zwischen den Knoten dargestellt. Zusätzlich wird für jede Kante die Streckenlänge sowie die Durchfahrtsgeschwindigkeit des entsprechenden Straßenabschnitts gespeichert.



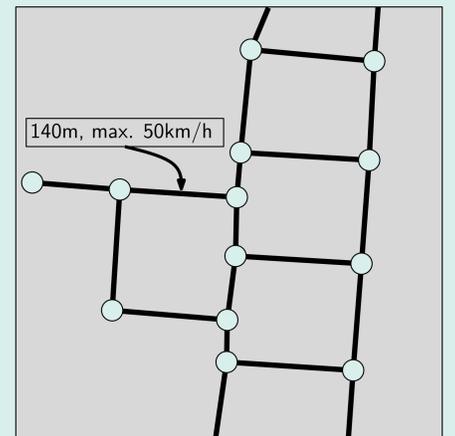
Satellitenaufnahme der Umgebung um das ZKM  
Quelle: maps.google.de



Kartendarstellung desselben Gebiets  
Quelle: maps.google.de



Platzierung von Knoten auf Kreuzungen  
Quelle: maps.google.de



Ersetzung von Straßen durch Kanten

## Das OpenStreetMap-Projekt (OSM)

Das OpenStreetMap-Projekt hat sich zur Aufgabe gemacht eine frei verfügbare Weltkarte zu erstellen. Die Daten sind unter der Adresse [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org) unter der Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 Lizenz für jedermann frei zugänglich.

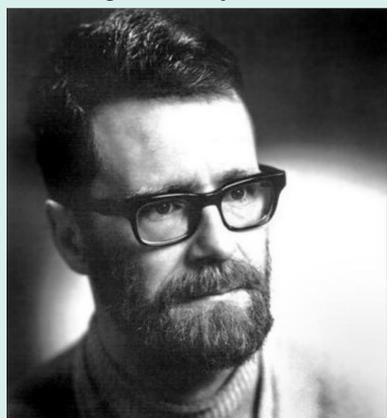


Ähnlich zu Wikipedia lebt das Projekt vom Engagement freiwilliger Helfer: Viele GPS-Geräte ermöglichen es, zurückgelegte Strecken zu exportieren. Diese können direkt bei OSM hochgeladen werden und um weitere Informationen ergänzt werden. Aufgrund der freien Verfügbarkeit und des hohen Detailgrads verwendet der gläserne Routenplaner OpenStreetMap-Daten.

## Berechnung kürzester Wege in Graphen: Dijkstras Algorithmus

Der erste Algorithmus zur Berechnung kürzester Wege in Graphen stammt von Edsger W. Dijkstra und wurde im Jahr 1959 veröffentlicht.

Bis heute ist kein Algorithmus bekannt, der in der Theorie besser ist als dieses Verfahren. Dennoch gibt es Algorithmen, die in der Praxis deutlich schneller sind.



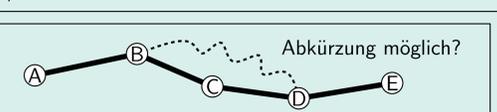
Edsger W. Dijkstra, \*1930 – †2002

Dijkstra beobachtete:

- Der kürzeste Weg eines Knotens zu sich selbst ist ein leerer Weg.
- Teilwege von kürzesten Wegen sind selbst kürzeste Wege.

Also kennen wir bereits mindestens einen kürzesten Weg vom Startknoten aus. Weitere kürzeste Wege lassen sich aus bereits bekannten kürzesten Wegen und einer weiteren Kante zusammensetzen.

Dies macht sich Dijkstras Algorithmus zu Nutze, indem er vom Startknoten aus in alle Richtungen kürzeste Wege berechnet, bis er den Zielknoten erreicht. Alle so besuchten Knoten bilden zusammen den *Suchraum*. Die Größe des Suchraums ist ein gutes Maß für die Leistungsfähigkeit von Routing-Algorithmmen. Je kleiner der Suchraum, desto schneller der Algorithmus, da weniger unnötige Wege ausprobiert werden.



Ist der dicke schwarze Weg ein kürzester Weg von A nach E, so kann die gestrichelte Kante keine Abkürzung von B nach D sein. Denn gäbe es eine Abkürzung, so ließe sich damit die gesamte Route verkürzen.



Schematische kreisförmige Ausbreitung des Suchraums vom Startknoten  $s$  aus. Die Suche stoppt, sobald die Kreisscheibe den Zielknoten  $t$  erreicht. Im Verlauf des Algorithmus werden kürzeste Wege von  $s$  zu allen Knoten innerhalb des Suchraums berechnet.