



Universität Bremen

# Probabilistische Selbstlokalisierung in Routengraphen

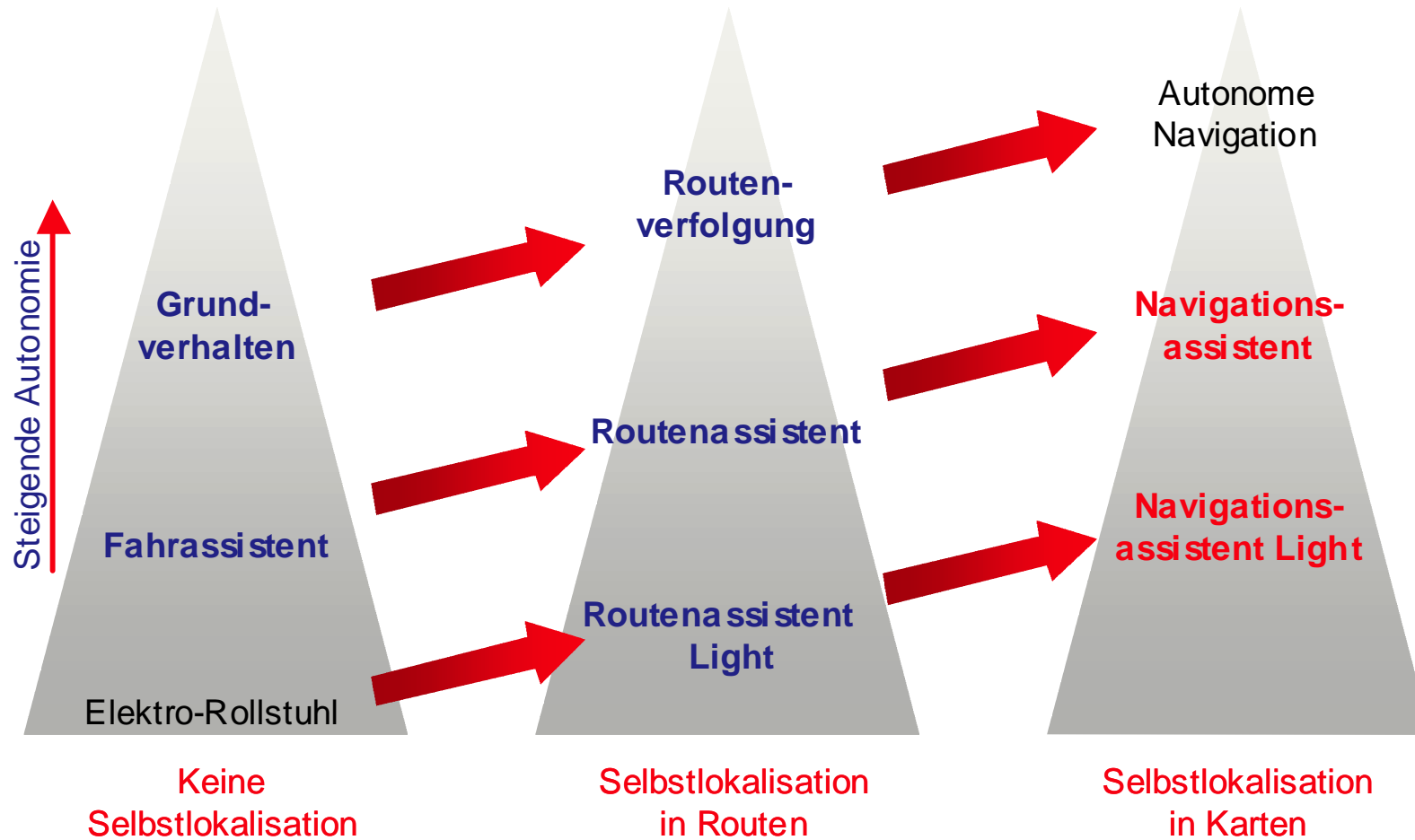
Thomas Röfer  
Axel Lankenau

Bremer Institut für Sichere Systeme  
Technologiezentrum Informatik

DFG-Schwerpunktprogramm Raumkognition



# Überblick über Bremer Teilprojekt





# Szenario: Routenassistent

Akustische Instruktionen

Bitte biegen Sie gleich rechts ab



Bedienfeld

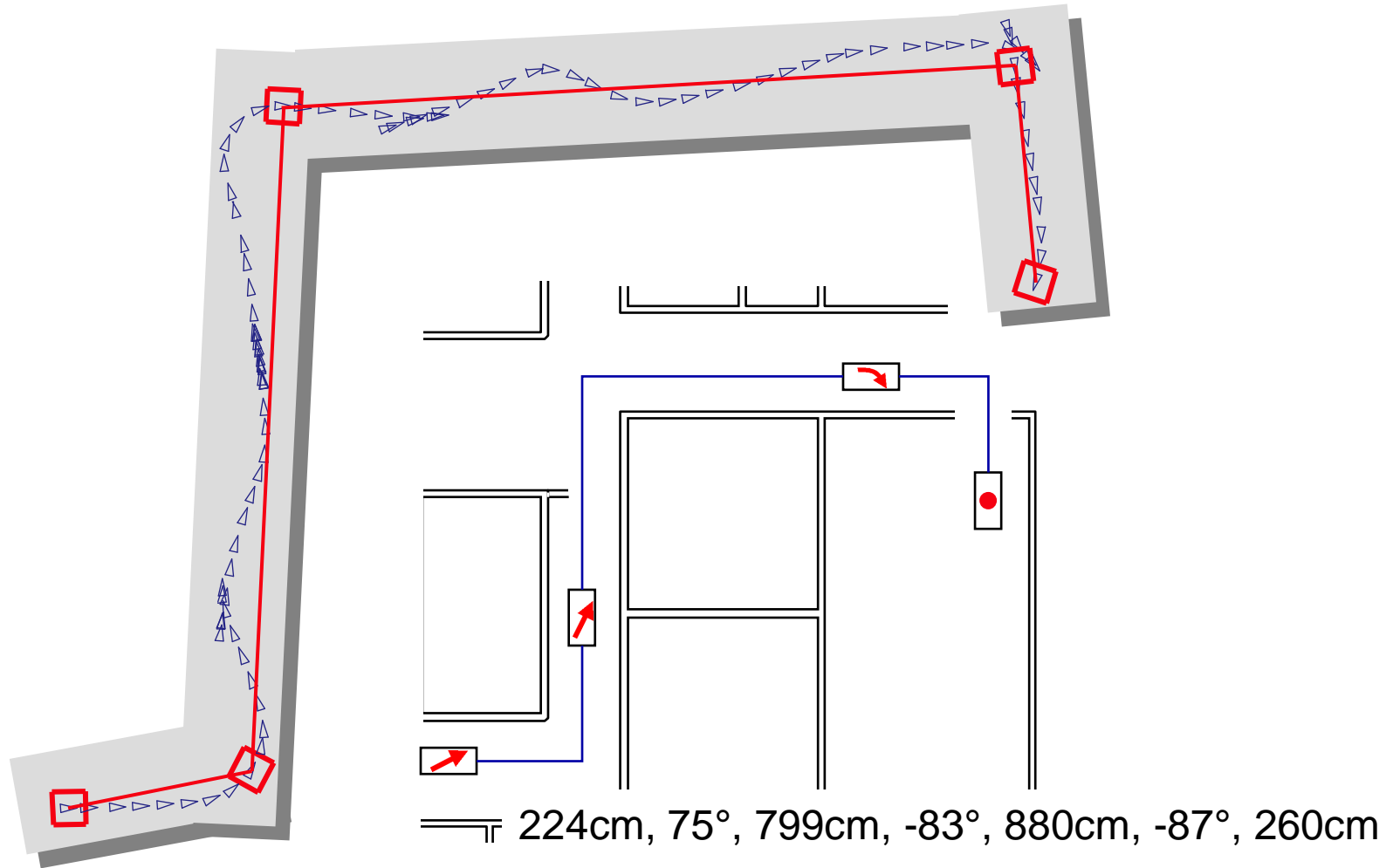


Visuelle Instruktionen



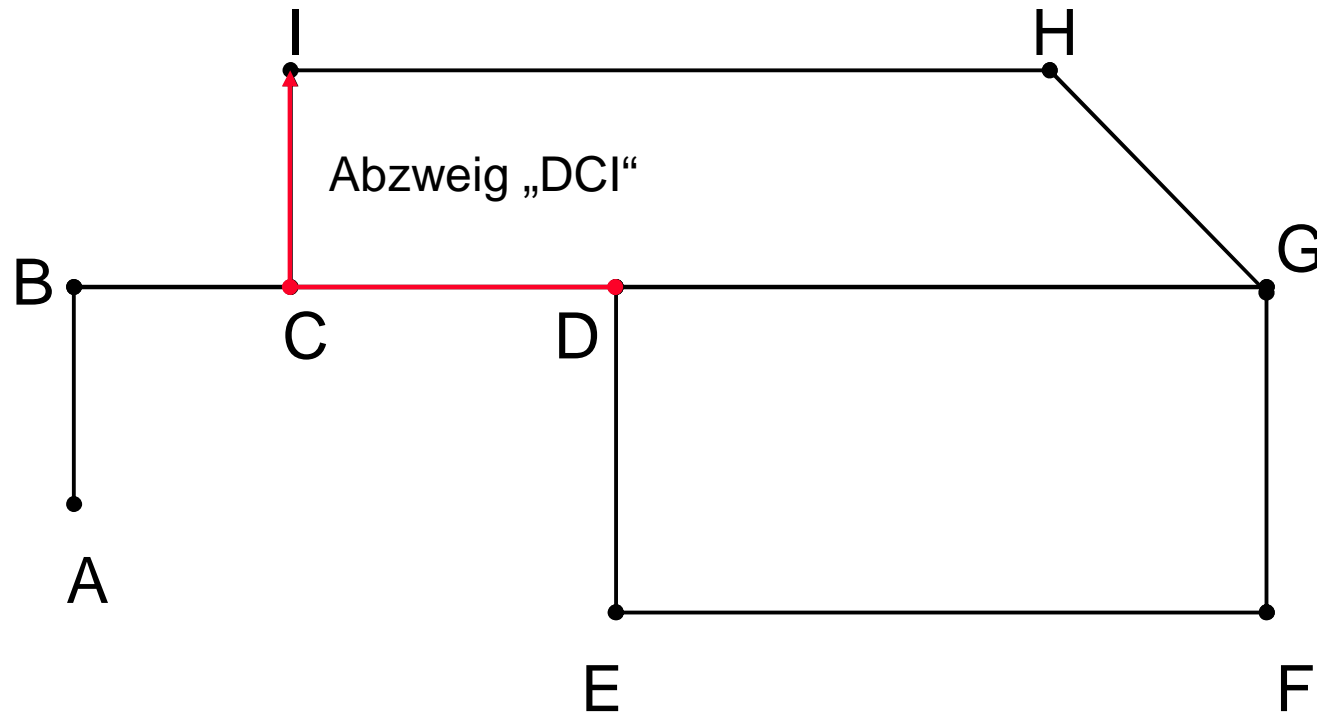


# Generalisierung



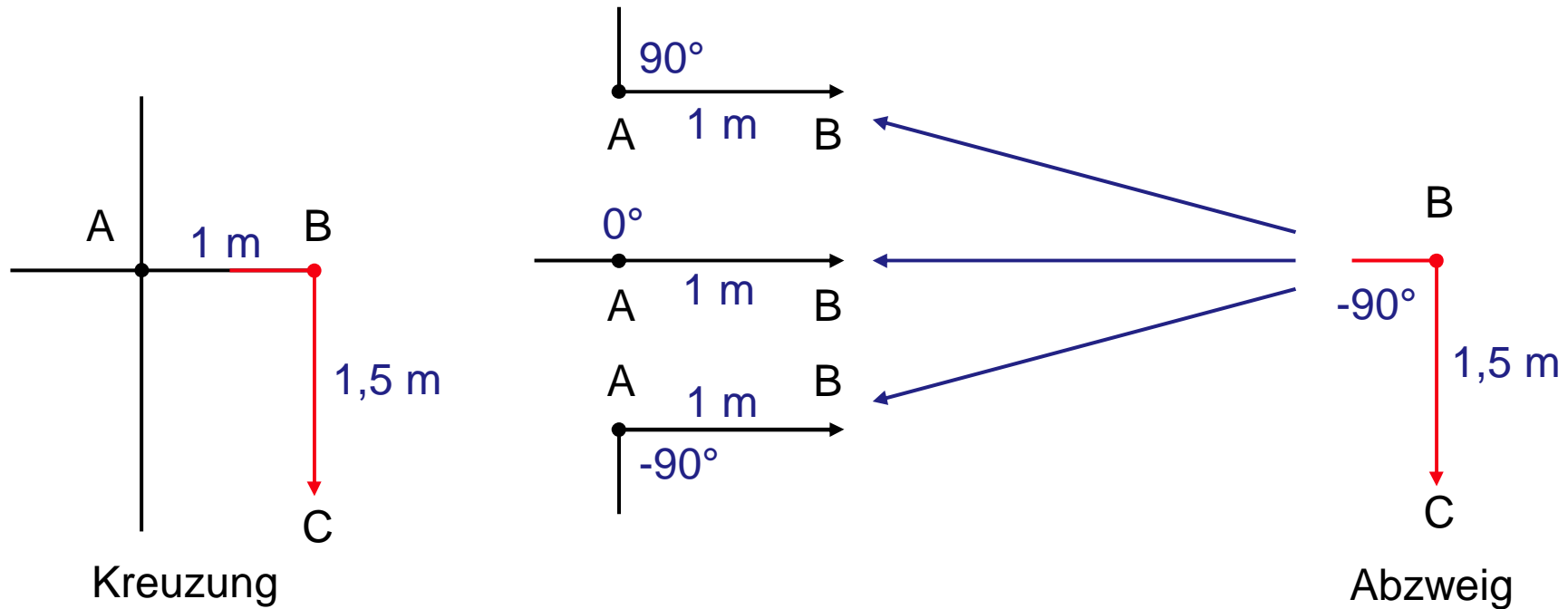


# Routengraph – Grundidee



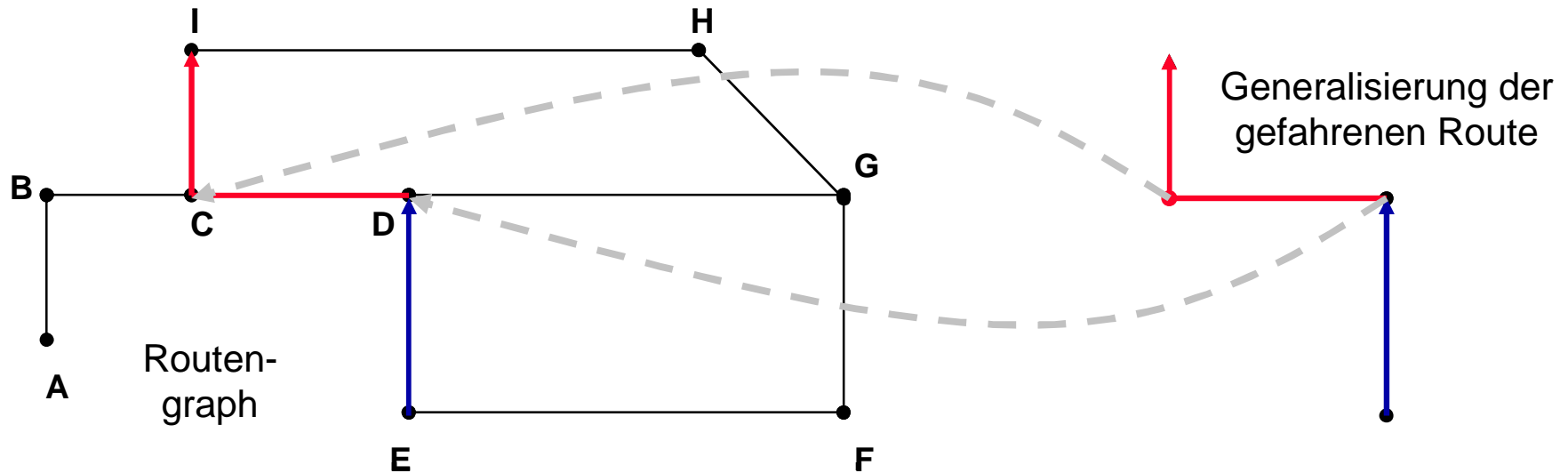
# Routengraph – Abzweige

- ▶ Winkel
- ▶ Länge der ausgehenden Strecke
- ▶ Liste der eingehenden Abzweige



## Induktiver Ansatz

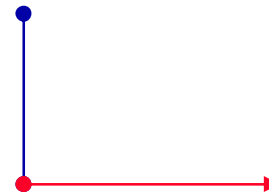
- ▶ Idee: Zuordnung von Routen-Ecken zu Graph-Knoten
- ▶ Zweiteilige Zuordnung
  - ▶ Ecke passt auf Abzweig
  - ▶ Rest der generalisierten Route passt bis zum Abzweig



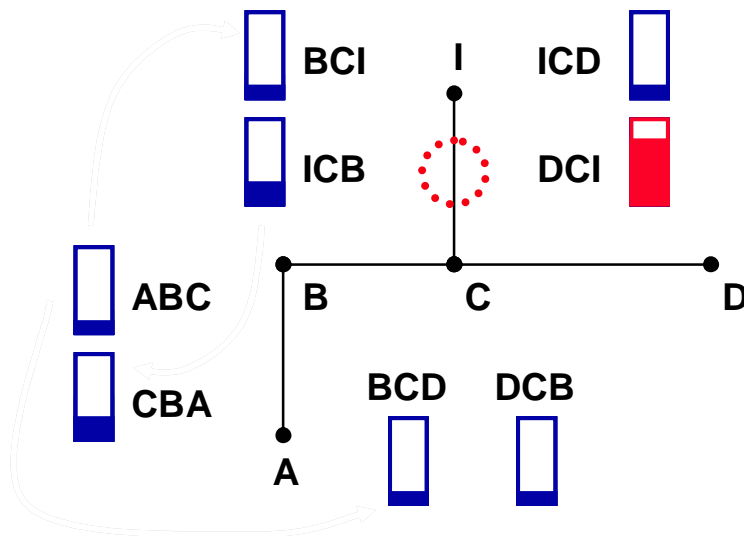
# Probabilistische Selbstlokalisierung

## ► Kriterien

- Passqualität der bisherigen Route
- Winkelähnlichkeit
- Segmentähnlichkeit



## ► Inkrementelle Anpassung der Aufenthaltswahrscheinlichkeiten

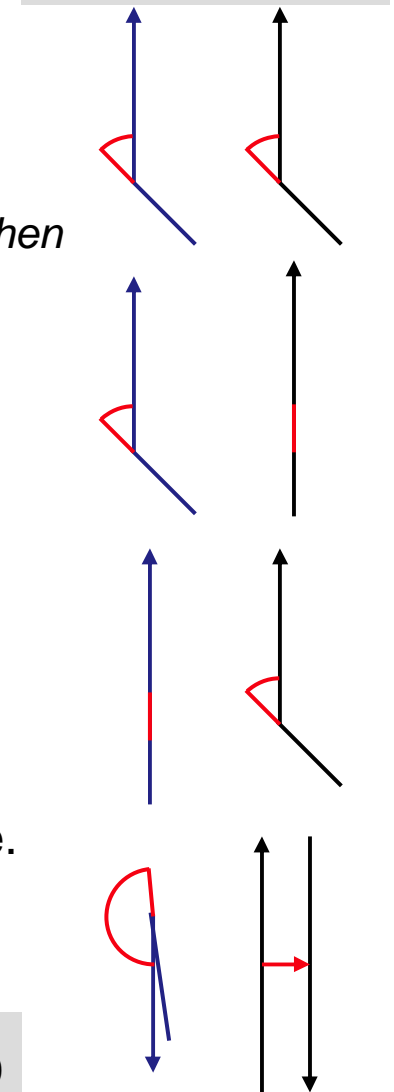


- Aufenthaltswahrscheinlichkeit
- Ausgangsbasis: Gleichverteilung
- Regelmäßige Update-Schritte
- Bei Bedarf Weiterpropagierung
- Hypothese über Roboterposition (Abzweig, Abstand)



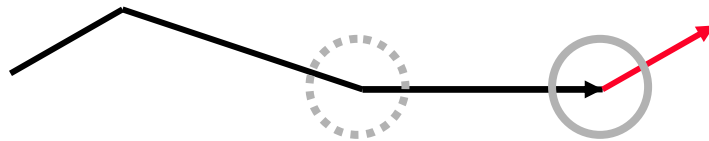
## Ecken passen – Möglichkeiten

- ▶ **Unterscheidung von Wahrscheinlichkeiten dafür, dass**
  - ▶ die vorher generalisierte Ecke wirklich vorhanden war, ...
    - ▶ *Eckwinkel hat Ähnlichkeit zu Winkel eines Abzweigs im Routengraphen*
  - ▶ ... die vorher generalisierte Ecke irrtümlich erkannt wurde, ...
    - ▶ *Eckwinkel hat Ähnlichkeit zu  $0^\circ$*
  - ▶ ... eine Ecke übersehen wurde, ...
    - ▶ *Winkel der Abzweige im Routengraphen haben Ähnlichkeit zu  $0^\circ$*
  - ▶ ... an der vorher generalisierten Ecke im Gang gewendet wurde.
    - ▶ *Eckwinkel hat Ähnlichkeit zu  $180^\circ$*

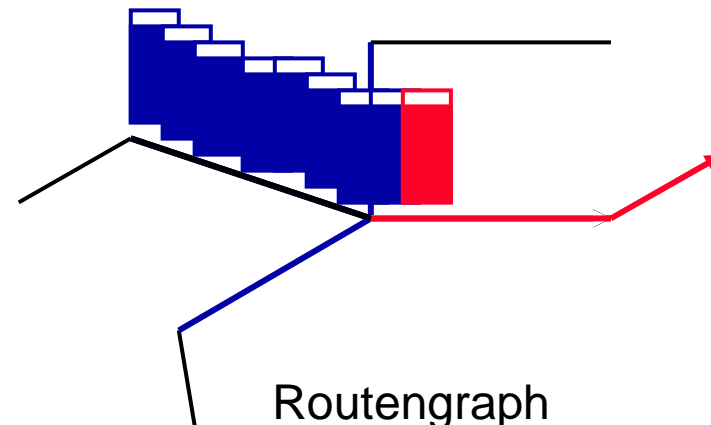


## Weiterpropagierung

- ▶ **Initiiert nach Erkennen einer Ecke in der gefahrenen Route**
- ▶ **Anpassung der Hypothesen**
  - ▶ Wechsel in neuen Abzweig
    - ▶ *Kandidatensuche unter den Vorgängern*
  - ▶ Verbleib im selben Abzweig
    - ▶ *Annahme: Generalisierte Ecke existiert in der Realität nicht*

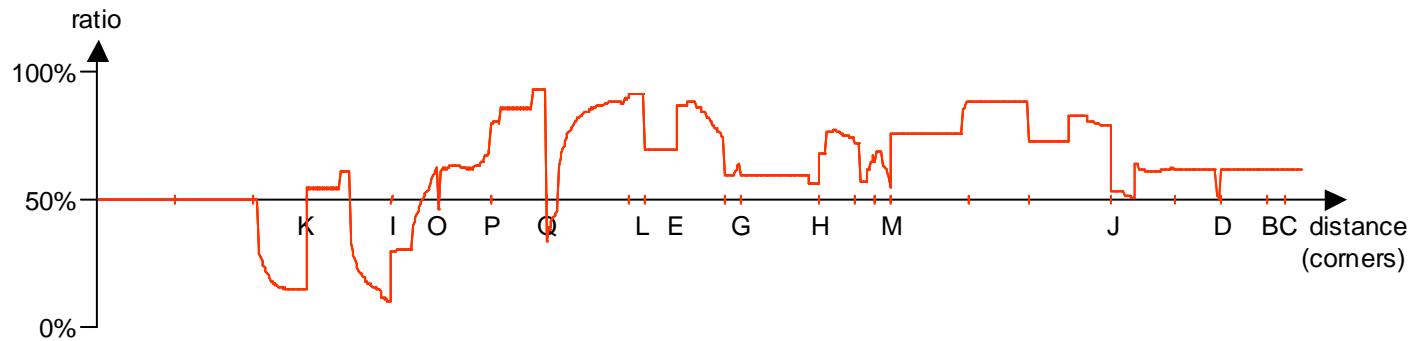
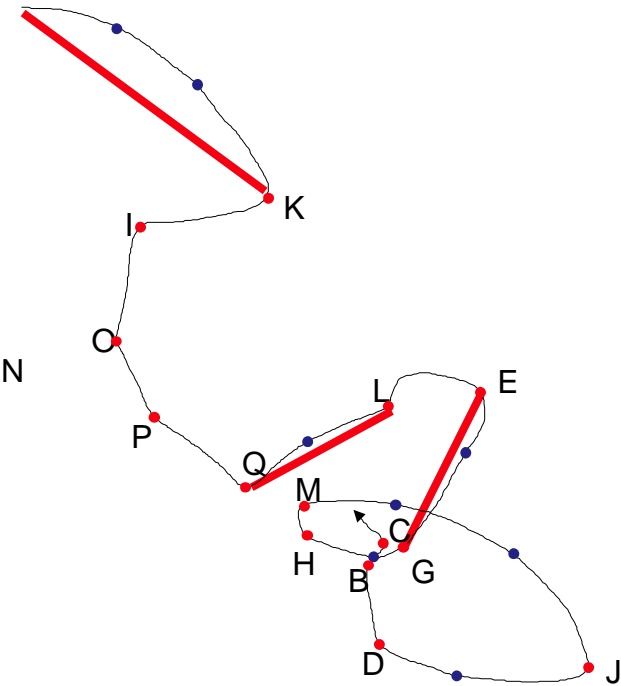
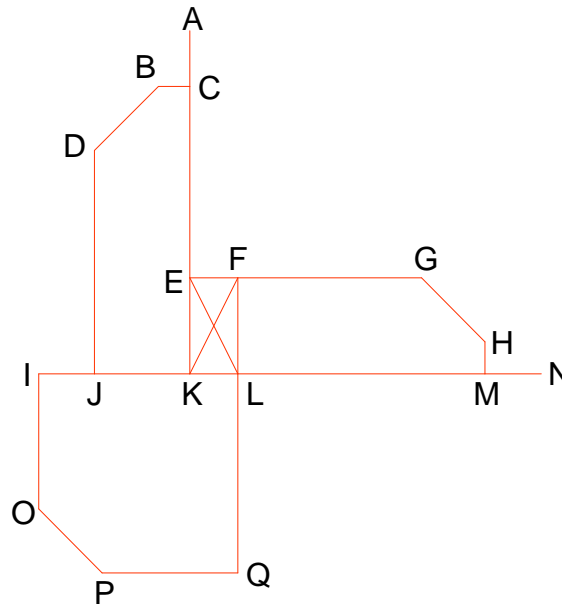
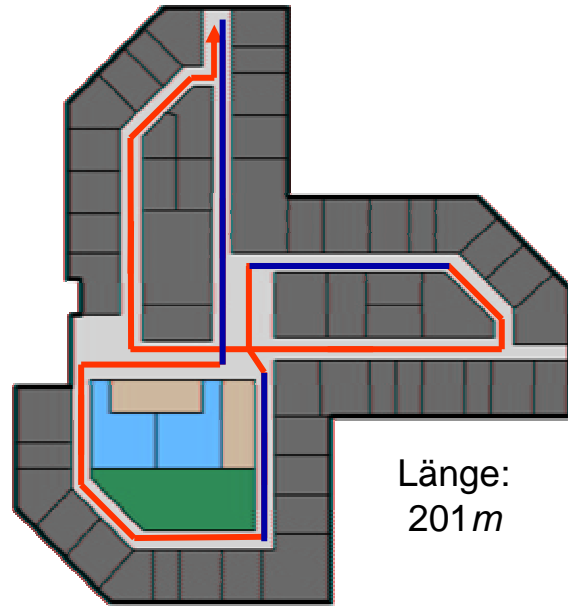


Route



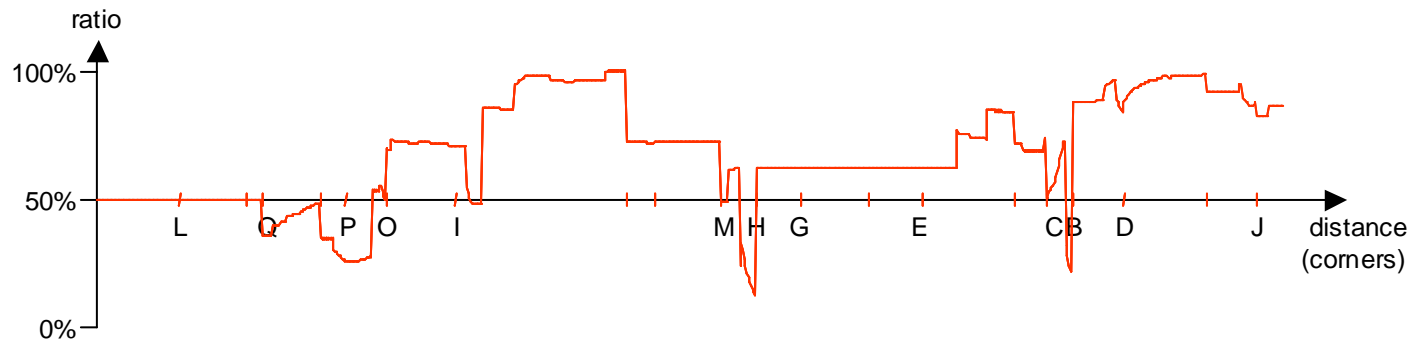
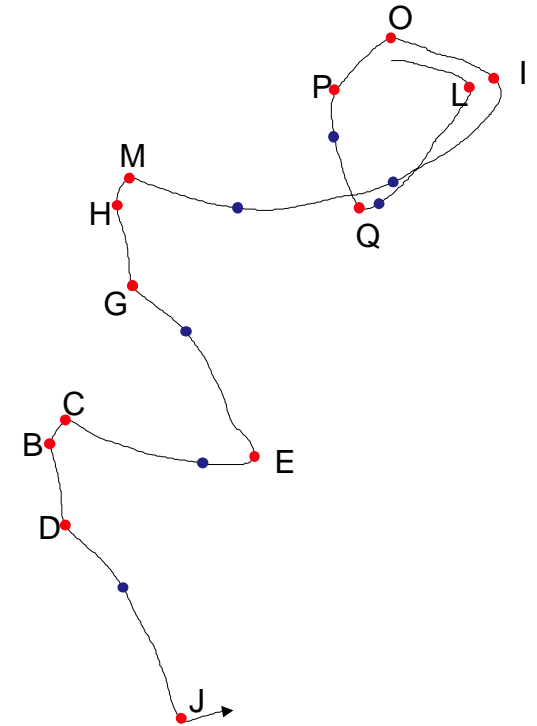
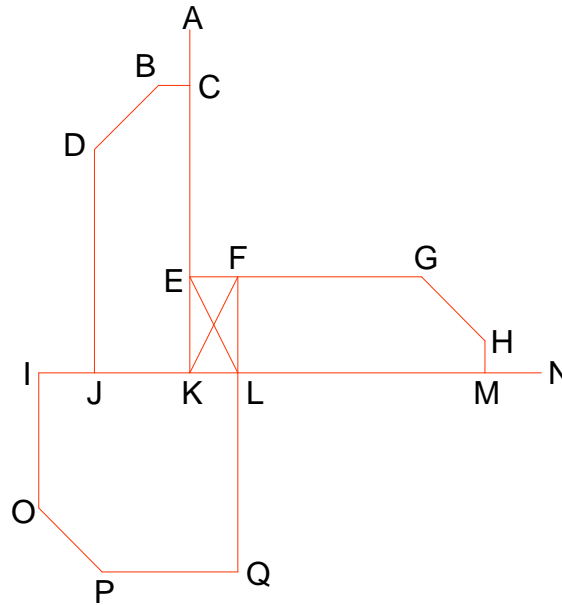
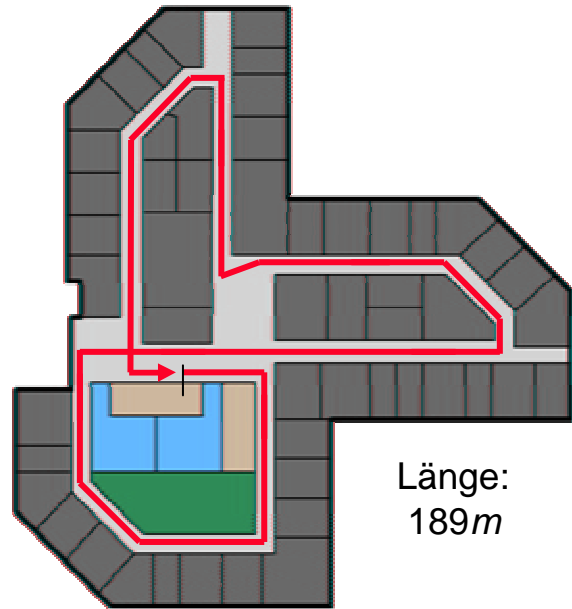
Routengraph

# Ergebnisse – Route 1

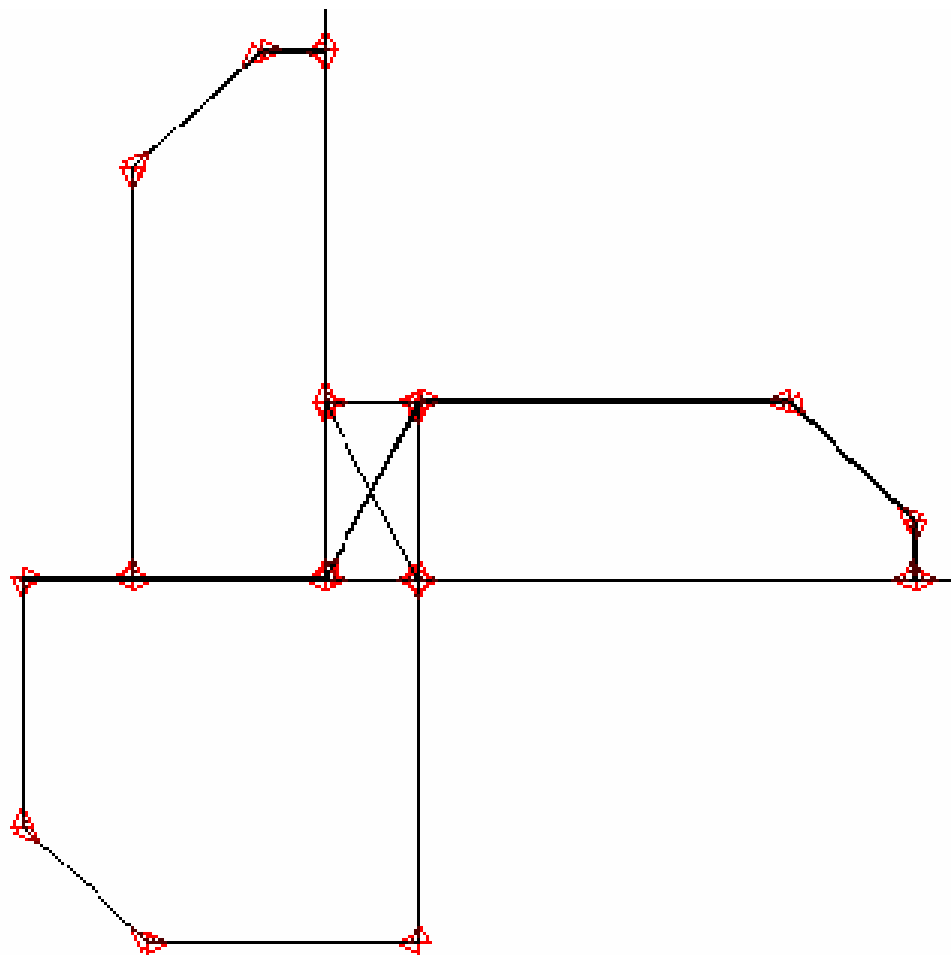







# Ergebnisse – Route 2

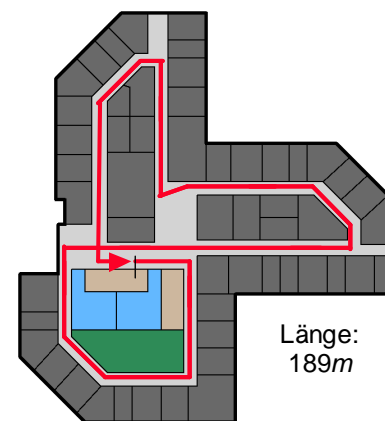


## Ergebnisse – Route 2

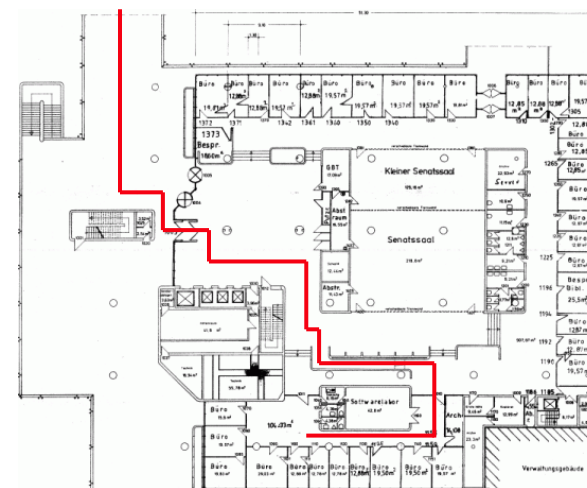
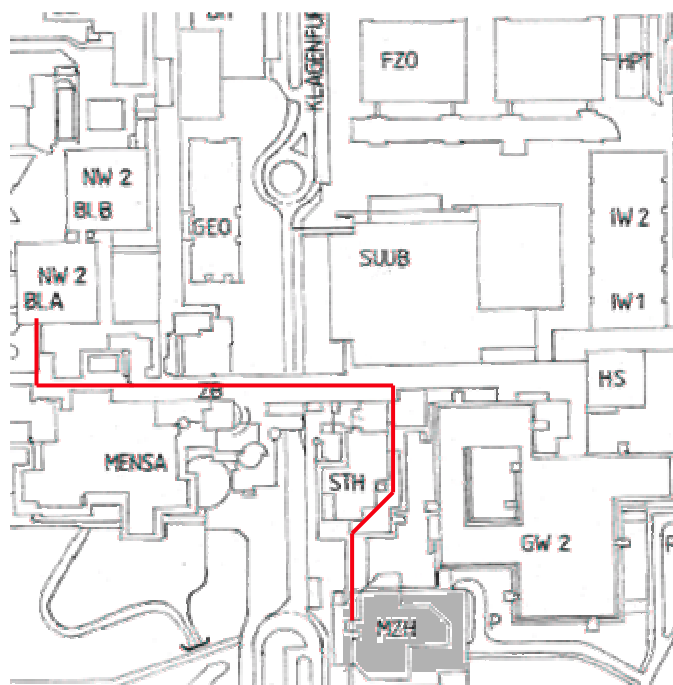


-  Wahrscheinlichste Position
-  Hypothese „Ecke geglaubt“
-  Hypothese „Ecke nicht geglaubt“

Intensität kodiert Konfidenz



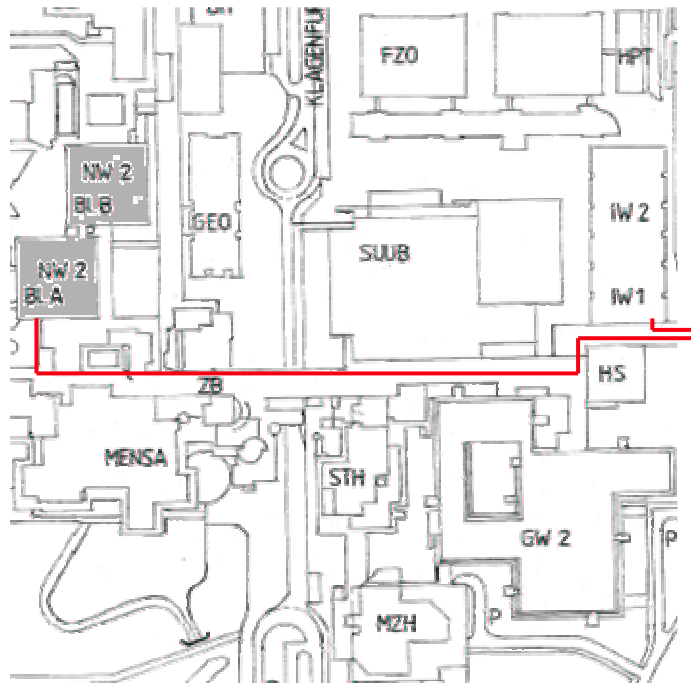
# Navigation im Innen und Außenraum



- ▶ Gebäude: Mehrzweckhochhaus



# Navigation im Innen und Außenraum

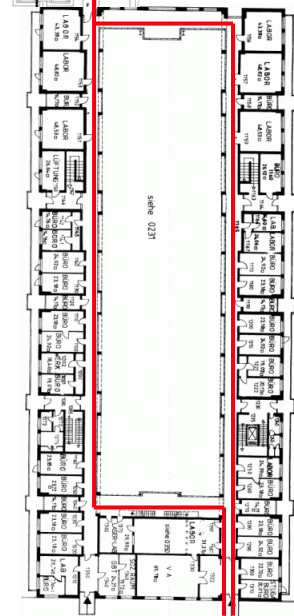
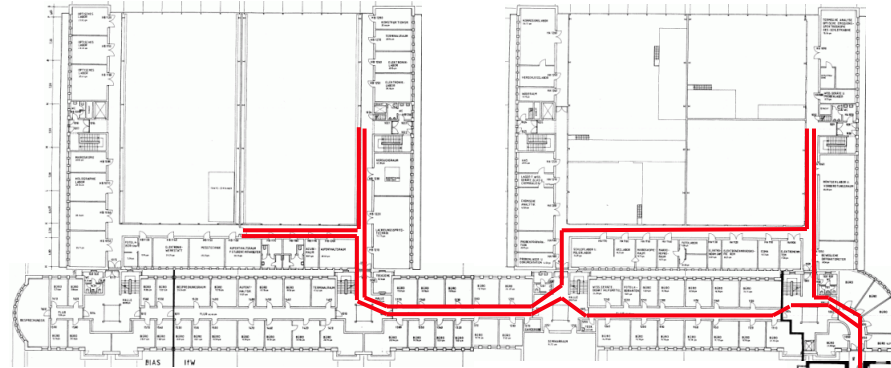
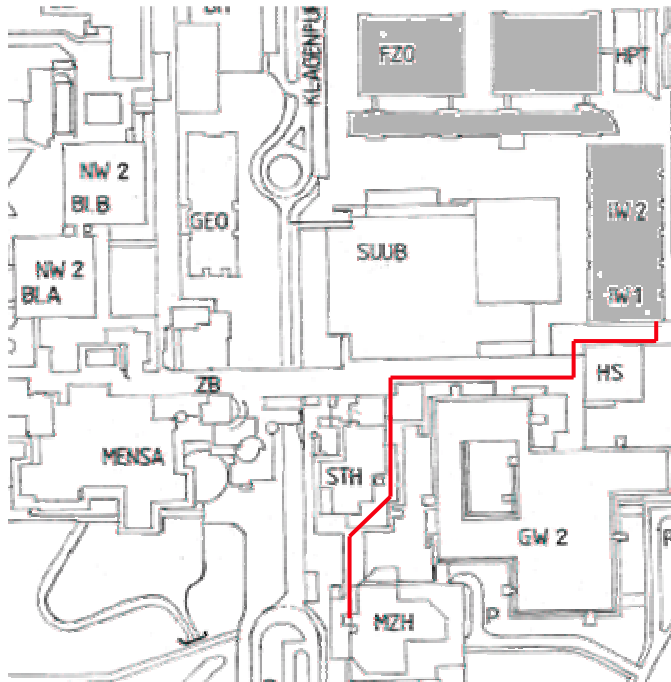


► **Gebäudekomplex: NW 2**





# Navigation im Innen und Außenraum

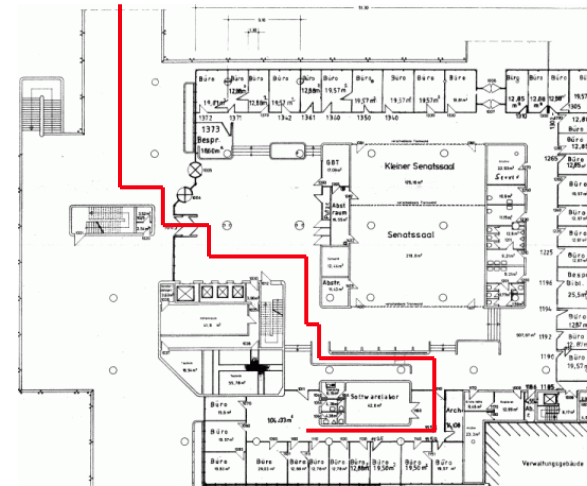
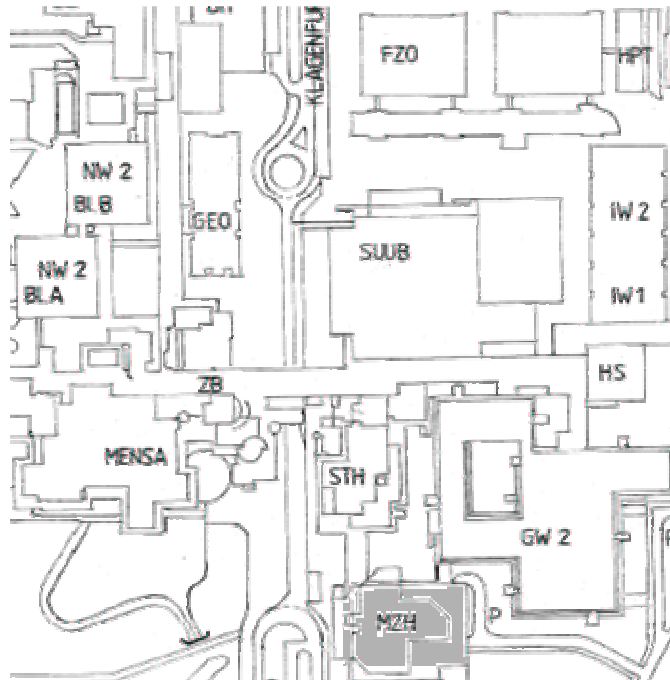


- ▶ Gebäudekomplex: IW + BIBA





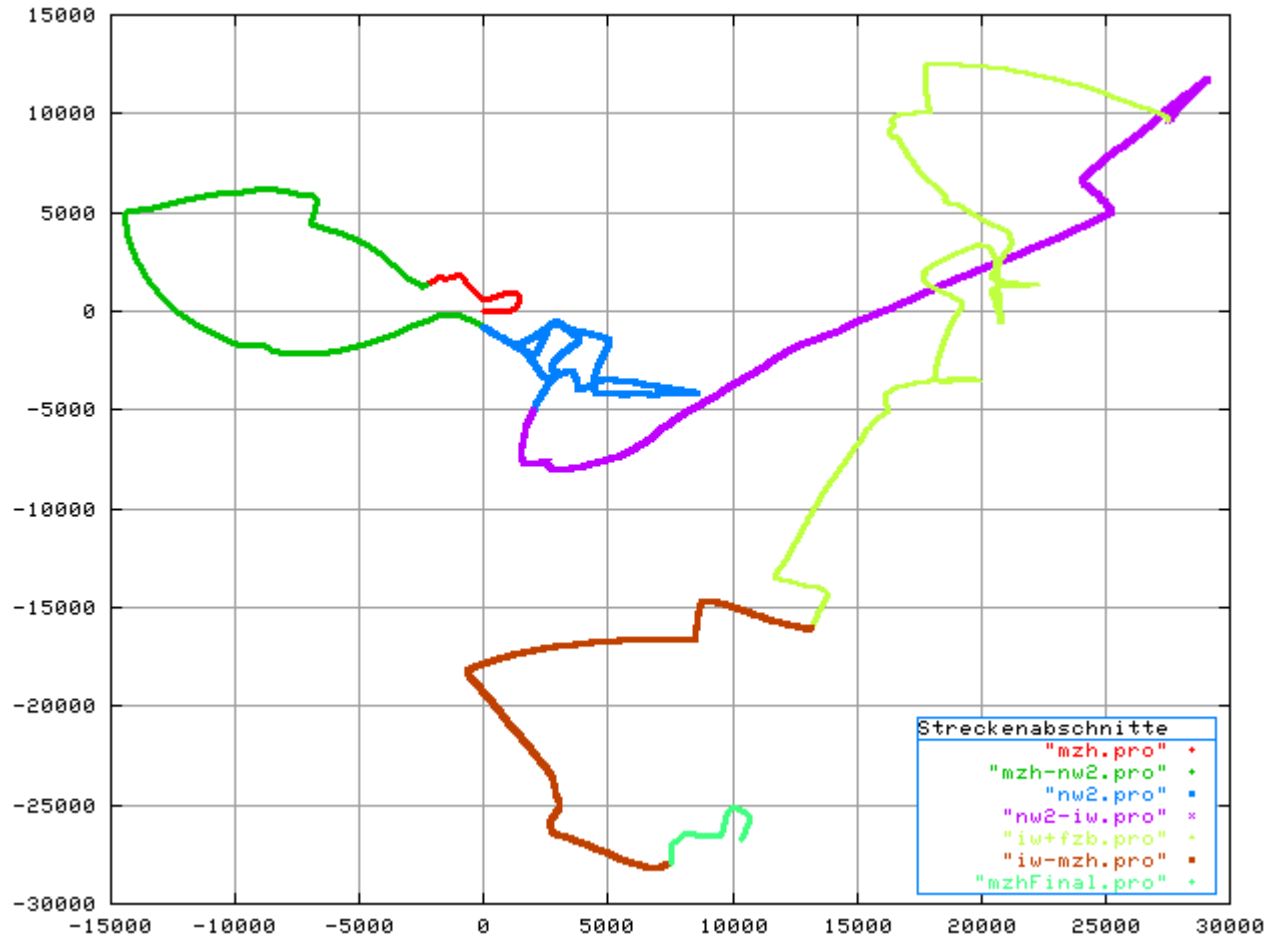
# Navigation im Innen und Außenraum



- ▶ **Gebäude: Mehrzweckhochhaus**
- ▶ **Gesamtstreckenlänge 2176 m**

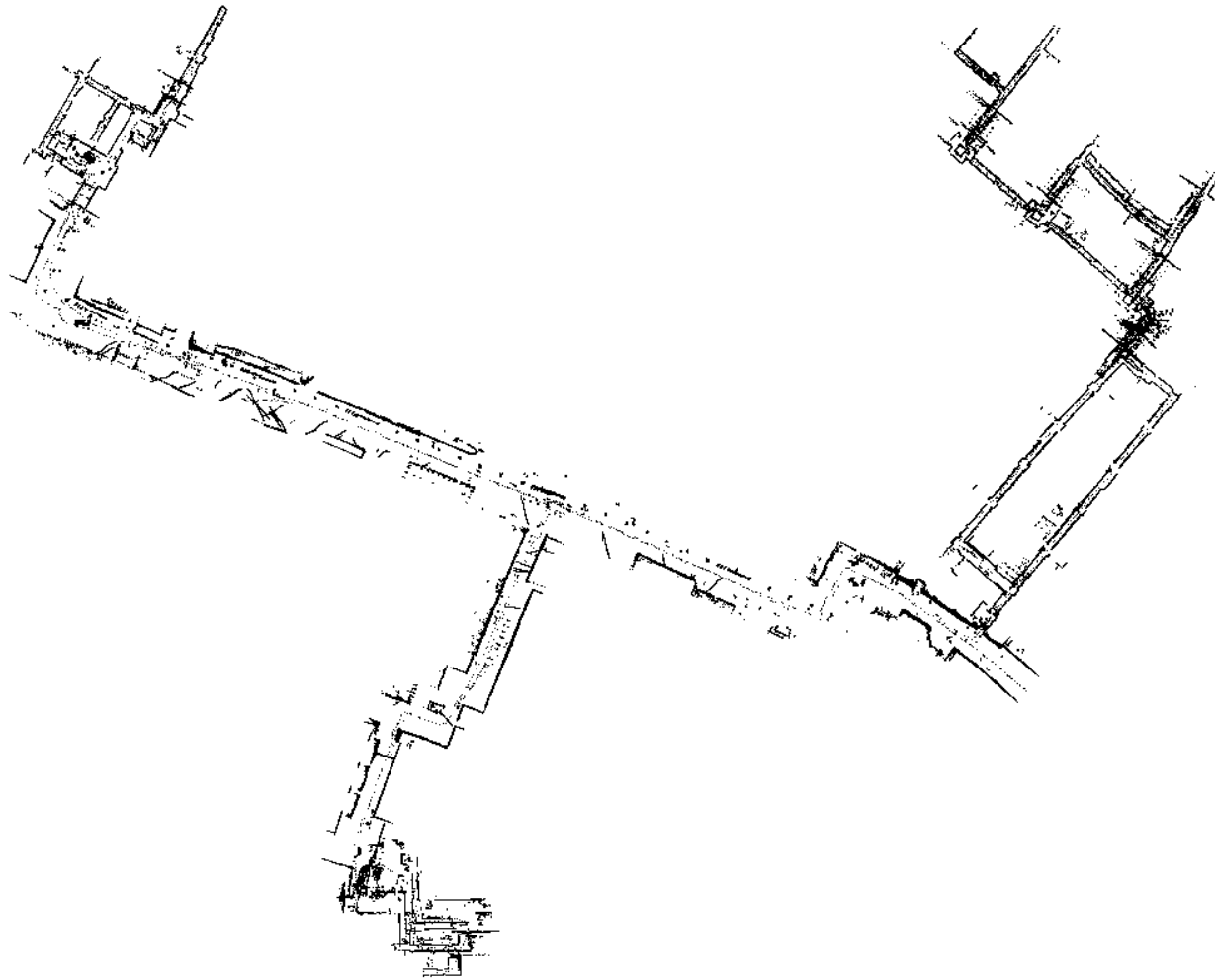


# Innen/Außenraum – Odometrie Daten

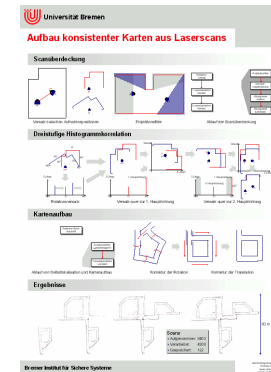




# Innen/Außenraum – Laserscan-Karte



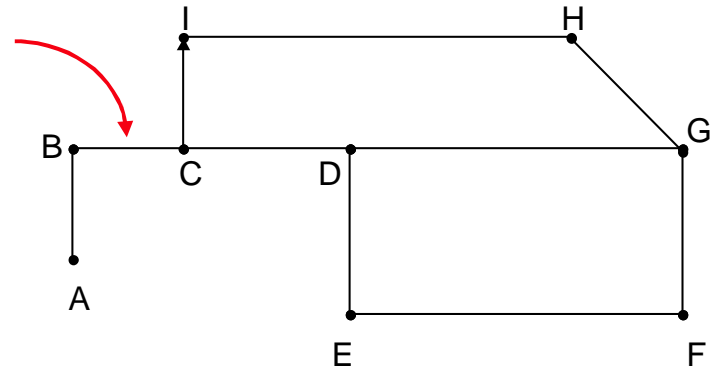
400 m



Poster

# Ausblick des Bremer Teilprojekts

- ▶ **Routengraphen**
  - ▶ Übersehene Ecken
  - ▶ Automatische Graphakquisition
  - ▶ Anreicherung durch Landmarken
- ▶ **Navigation**
  - ▶ Erweiterte Grundverhalten
  - ▶ Navigation im Außenraum
- ▶ **Mensch-Maschine-Schnittstelle**
  - ▶ Spracheingabe
  - ▶ Force-Feedback-Joystick
- ▶ **RoboCup**
  - ▶ Erstellung eines Weltmodells



Aibo-Sicht



Übersicht