



**FACHHOCHSCHULE
WIENER NEUSTADT**
Austrian Network for Higher Education



→ **WORKSHOP MOBILE ROBOTIK**

→ **TECHNIK MACHT KÜNSTLICH INTELLIGENT**

DI Dr. Alexander Nemecek
Leitung Studiengang Robotik



fhwn.ac.at/bro-robotikfhwn



WORKSHOP MOBILE ROBOTIK

Inhalt

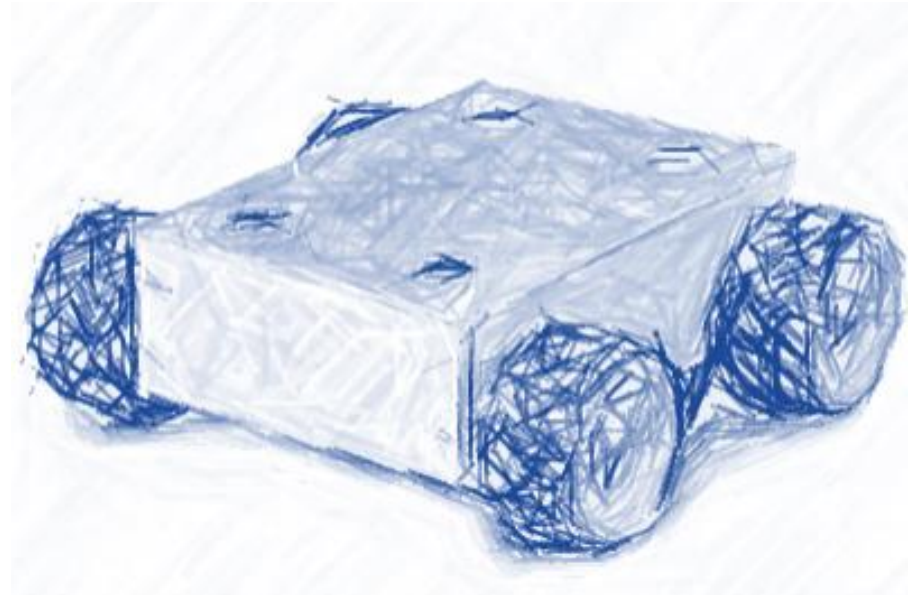
- Fachhochschule
- Mobile Roboter
- Software
- Sim #1 – Pfadplanung
- Sim #2 – Lidar Scan
- Sim #3 – Navigation
- Sim #4 – SLAM

Simulation mit <30 Zeilen Code

fhwn.ac.at/bro



**FACHHOCHSCHULE
WIENER NEUSTADT**
Austrian Network for Higher Education



→ Fachhochschule





WIRTSCHAFT



TECHNIK



SPORT



SICHERHEIT



GESUNDHEIT



**FACHHOCHSCHULE
WIENER NEUSTADT**
Austrian Network for Higher Education

Fachhochschule

Allgemeine Informationen

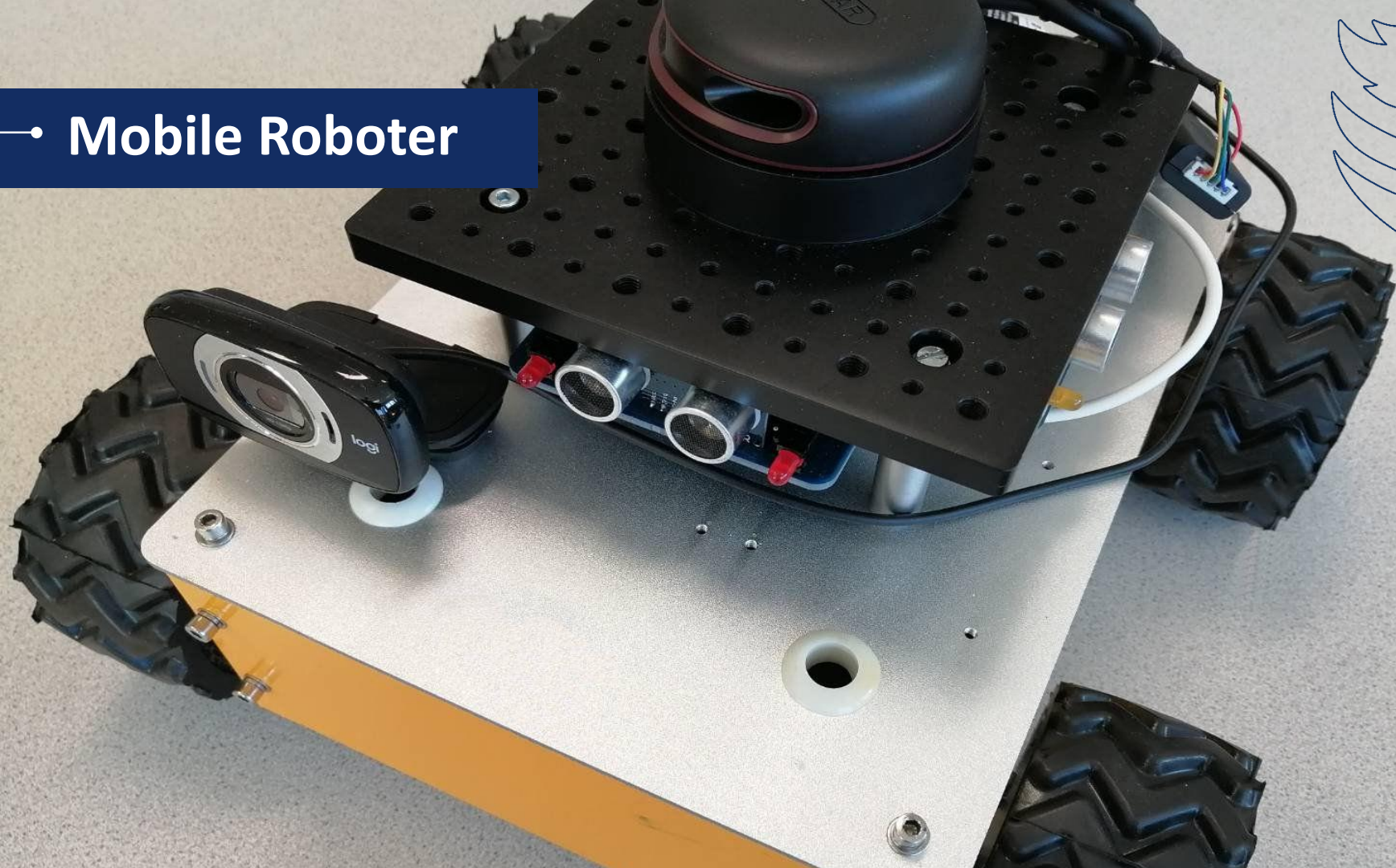
fhwn.ac.at



- 15.000+ Absolventen
- 4.000+ Studierende
- 1.330+ Referenten
- 100 Partnerhochschulen
- 80+ Nationen
- 4 Standorte
- 5 Fakultäten
- 37 Studiengänge
- Fachbereiche und Institute
- Bibliothek
- Forschungstochter FOTEC
- International Office
- FH Activities
- FH Start-Up Center
- Mensa, Wohnheim, ...
- **FH**
- ROBOTER
- SOFTWARE
- SIM #1 – PFAD
- SIM #2 – LIDAR
- SIM #3 – NAVI
- SIM #4 – SLAM

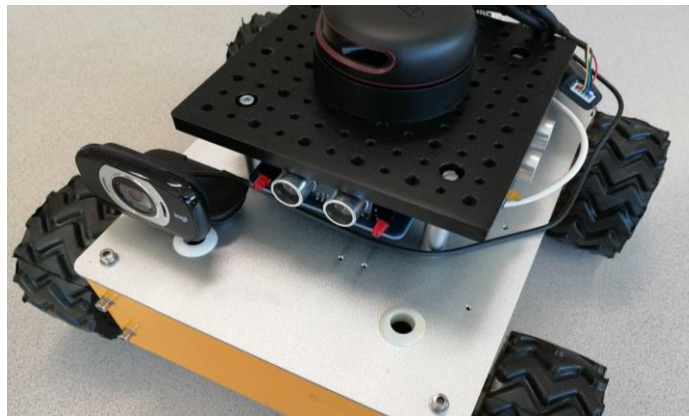
Next – Mobile Roboter

• Mobile Roboter



Mobi – Plattform

Antrieb	Rad, Kette, Omniwheel – 4WD brushless DC Motors
Power	Lithium Ion, 12V & 5V regulated, fused charging
Sensorik	Ultraschall, Lidar, Inertial, 2D- & 3D-Kamera, Positioniersystem
Software	Ubuntu Mate, ROS Noetic, Python
Controller	Raspberry Pi 4
Schnittstellen	Wifi, Bluetooth, LAN, CAN
Abmessungen	302mm × 308mm × 112mm
Masse	Roboter 9kg / Last 15kg
Anwendungen	Lehre, R&D
Umgebung	Indoor & Outdoor (GPS)



• FH

• **ROBOTER**

• SOFTWARE

• SIM #1 – PFAD

• SIM #2 – LIDAR

• SIM #3 – NAVI

• SIM #4 – SLAM

Software



Software

Mathworks – MATLAB®

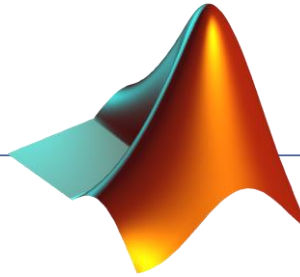
Software MATLAB MATrix LABratory

Download Homepage

License Campus, free trial 30 days

Installation PC local

MATLAB ist die Plattform für Programmierung und numerische Berechnungen, die von Millionen von Ingenieuren und Wissenschaftlern zur Analyse von Daten, Entwicklung von Algorithmen und Erstellung von Modellen verwendet wird.

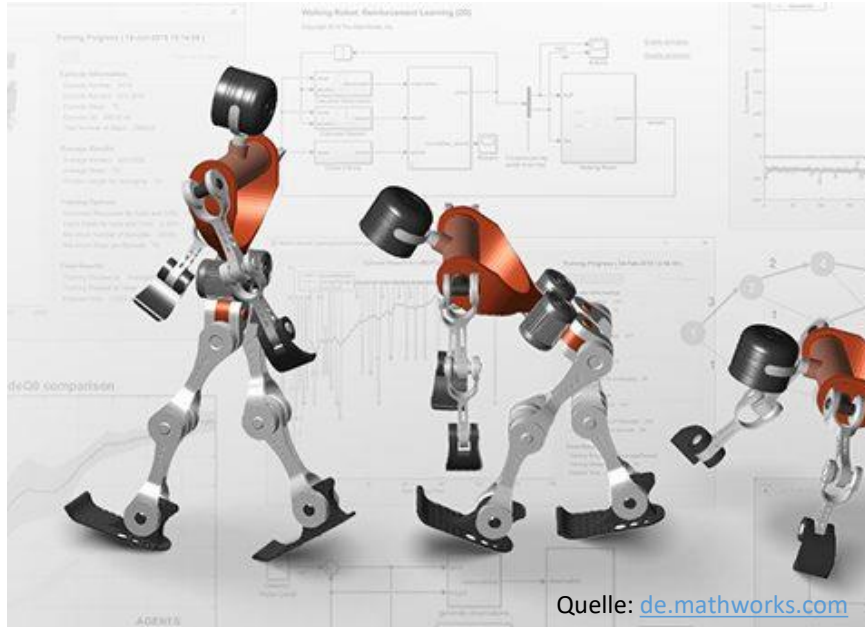


Workshop Mobile Robotik

de.mathworks.com



**FACHHOCHSCHULE
WIENER NEUSTADT**
Austrian Network for Higher Education



Quelle: de.mathworks.com

• FH

• ROBOTER

• **SOFTWARE**

• SIM #1 – PFAD

• SIM #2 – LIDAR

• SIM #3 – NAVI

• SIM #4 – SLAM

• #1 – Pfadplanung

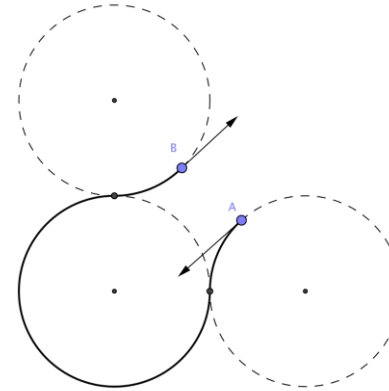
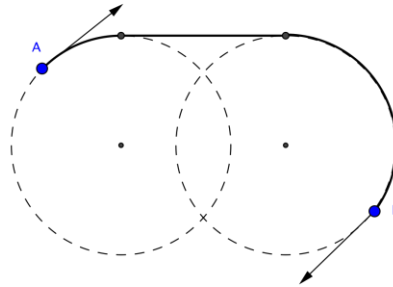
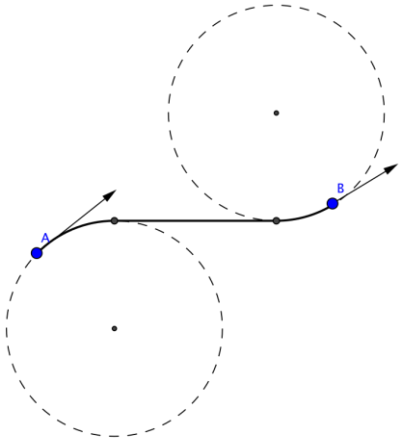


#1 – Pfadplanung



Dubins-Pfad

... ist der kürzeste gesuchte Vorwärts-Pfad eines mobilen Roboters der einen Anfangs- und einen Endpunkt in der xy-Ebene mit beschränktem Wenderadius r verbindet.



- FH
- ROBTER
- SOFTWARE
- **SIM #1 – PFAD**
- SIM #2 – LIDAR
- SIM #3 – NAVI
- SIM #4 – SLAM

Simulation #1 - Pfad



```
% =====  
% Workshop Mobile Robotik  
% Simulation - Pfad  
% =====
```

```
clc; clear all; close all;  
disp('Pfad mobiler Roboter')
```

```
% löschen  
% Ausgabe
```

```
%% Pfad  
start = [0 0 0];  
goal = [1 1 pi];
```

```
% Start [x y theta]  
% Ziel [x y theta]
```

```
dub = dubinsConnection;  
dub.MinTurningRadius = 0.5;  
[path, costs] = connect(dub, start, goal);
```

```
% Pfad definieren  
% min. Wenderadius - variieren!  
% Pfad berechnen
```

```
%% Plot  
figure(1); show(path{1});  
grid on;  
axis('equal');  
xlabel('x [m]');  
ylabel('y [m]');  
title('Pfadplanung');
```

```
% Pfad darstellen
```

• FH

• ROBTER

• SOFTWARE

• **SIM #1 – PFAD**

• SIM #2 – LIDAR

• SIM #3 – NAVI

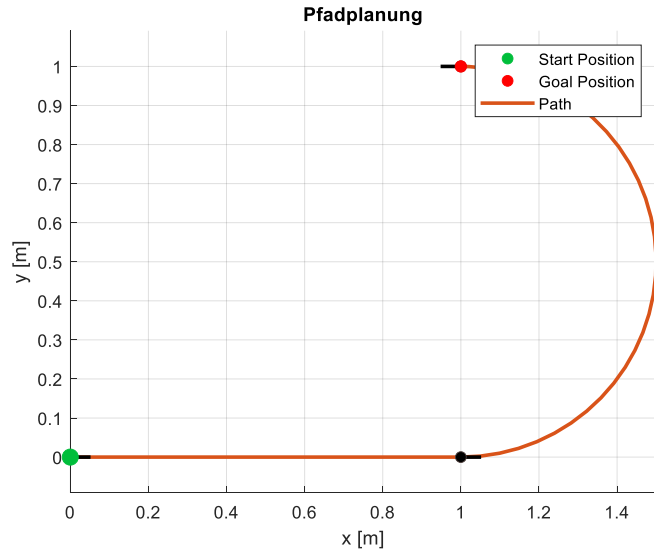
• SIM #4 – SLAM

#1 – Pfadplanung

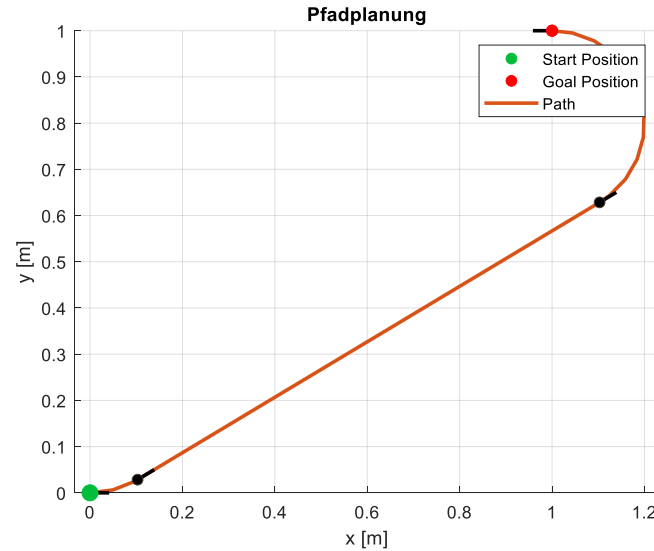
Start = $[0, 0, 0^\circ]$

Ziel = $[1, 1, 180^\circ]$

fhwn.ac.at/bro 



min. Wenderadius $r = 0.5\text{m}$



min. Wenderadius $r = 0.2\text{m}$

- FH
- ROBOTER
- SOFTWARE
- **SIM #1 – PfAD**
- SIM #2 – LIDAR
- SIM #3 – NAVI
- SIM #4 – SLAM

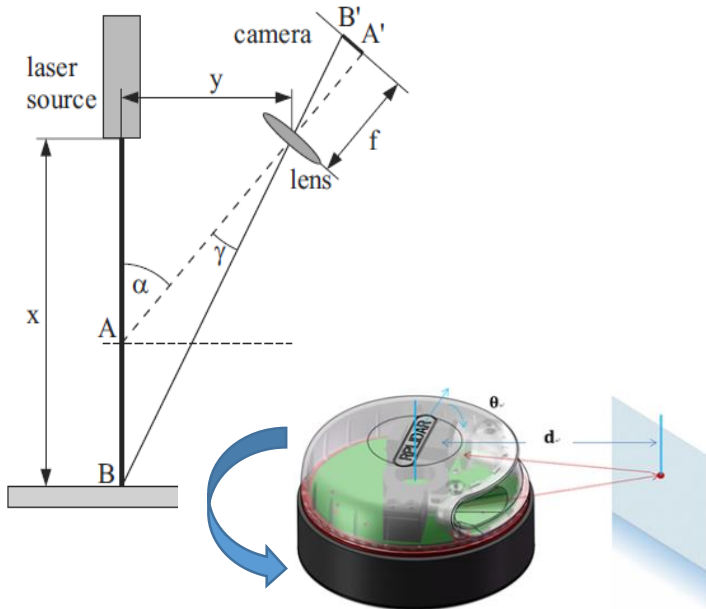
• #2 – Lidar Scan



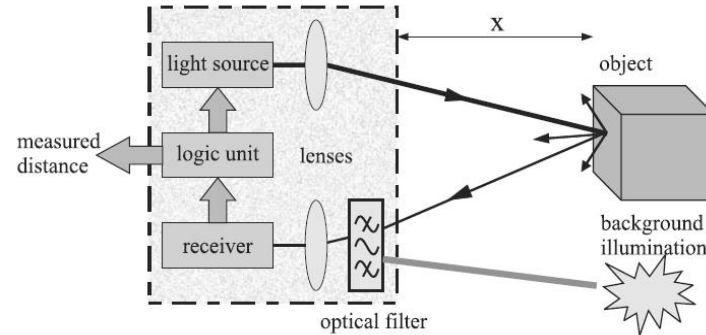
#2 – Lidar Scan

Light Detection And Ranging – Lidar

Triangulation



Time Of Flight – TOF



$$x = \frac{c \cdot t_{TOF}}{2}$$

- FH
- ROBTER
- SOFTWARE
- SIM #1 – PFAD
- **SIM #2 – LIDAR**
- SIM #3 – NAVI
- SIM #4 – SLAM



```
% =====  
% Workshop Mobile Robotik  
% Simulation - Lidar  
% =====
```

```
clc; clear all; close all;  
disp('Karte mit Lidar')
```

```
% löschen  
% Ausgabe
```

```
%% Bild  
image = imread('playpen_map.pgm');  
image = image(750:1250,750:1250);  
figure(1); imshow(image);  
title('Bild Grayscale');
```

```
% Bild laden  
% Bild zuschneiden  
% Bild darstellen
```

```
%% Belegungsplan  
bw = 1-imbinarize(image);  
map = binaryOccupancyMap(bw,20);  
figure(2); show(map);  
grid on;  
title('Belegungsplan');
```

```
% Binär-Bild  
% Belegungsplan erstellen  
% Belegungsplan darstellen
```

```
%% Lidar  
rsensor = rangeSensor;  
pose = [5 5 pi/2];  
[ranges, angles] = rsensor(pose, map);  
scan = lidarScan(ranges, angles);  
figure(3); plot(scan)  
axis([-5 20 -20 5]);  
grid on;  
title('Lidar-Scan');
```

```
% Sensor definieren  
% Sensor Pose X,Y,Winkel  
% Sensor Werte  
% Lidar-Objekt zuweisen  
% Lidar-Scan darstellen
```

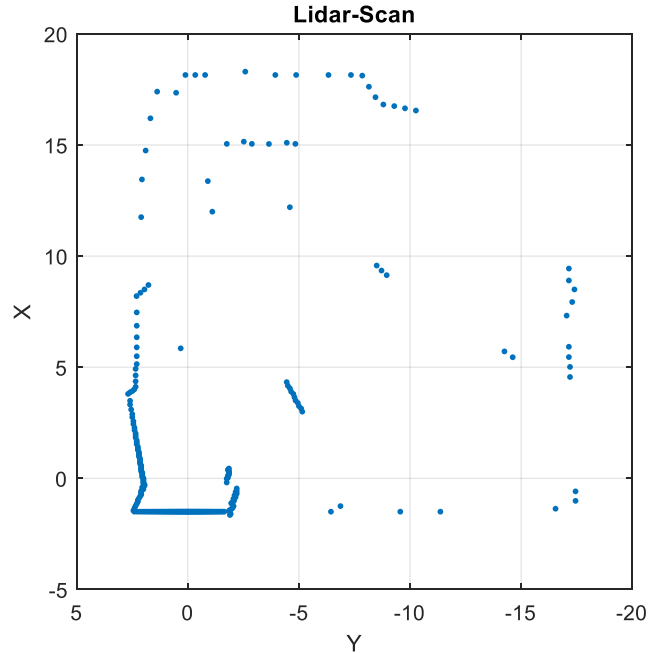
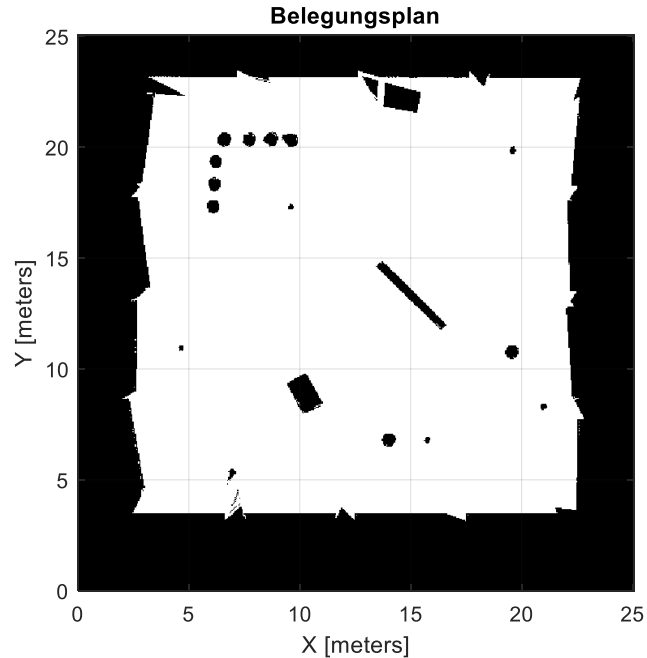
- FH
- ROBOTER
- SOFTWARE
- SIM #1 – PFAD
- **SIM #2 – LIDAR**
- SIM #3 – NAVI
- SIM #4 – SLAM

#2 – Lidar Scan



Belegungsplan

fhwn.ac.at/bro



- FH
- ROBTER
- SOFTWARE
- SIM #1 – PFAD
- **SIM #2 – LIDAR**
- SIM #3 – NAVI
- SIM #4 – SLAM

#3 – Navigation



```
% =====
% Workshop Mobile Robotik
% Simulation - Navigation
% =====
```

```
clc; clear all; close all;
disp('Navigation')
```

```
%% Belegungsplan
```

```
load exampleMaps.mat;
map = binaryOccupancyMap(simpleMap,2);
robotRadius = 0.5;
inflate(map,robotRadius);
figure(1); show(map); grid on;
title('Belegungsplan');
```

```
%% Logische Karte
```

```
prm = mobileRobotPRM;
prm.Map = map;
prm.NumNodes = 100;
prm.ConnectionDistance = 4;
figure(2); show(prm); grid on;
title('Logische Karte');
```

```
%% Navigation
```

```
start = [2 1];
goal = [12 10];
path = findpath(prm, start, goal)
figure(3); show(prm); grid on;
title('Navigation');
```

```
% löschen
% Ausgabe
```

```
% Karte laden
% Karte binär
% Roboter Größe
% Karte aufblasen
% Karte darstellen
```

```
Probabilistic Roadmap
% PRM definieren
% Karte laden
% #Knoten festlegen
% max. Entfernung
% PRM darstellen
```

```
% Start
% Ziel
% Navigation berechnen
% Navigation darstellen
```



**FACHHOCHSCHULE
WIENER NEUSTADT**
Austrian Network for Higher Education

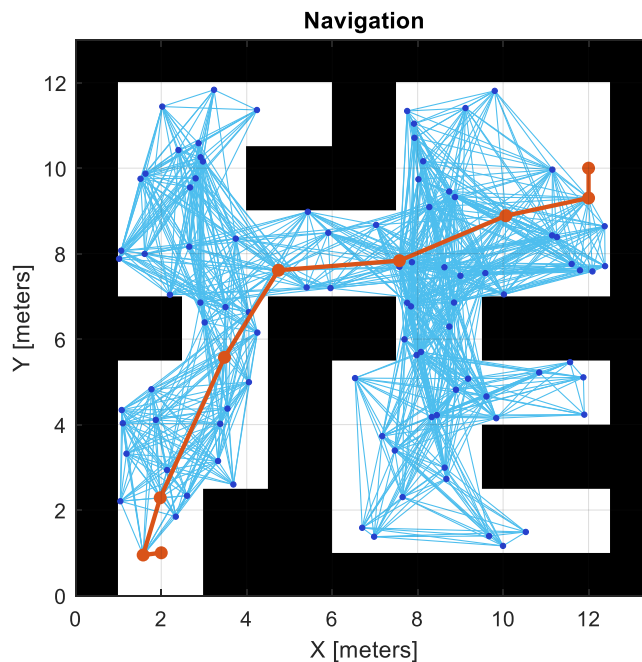
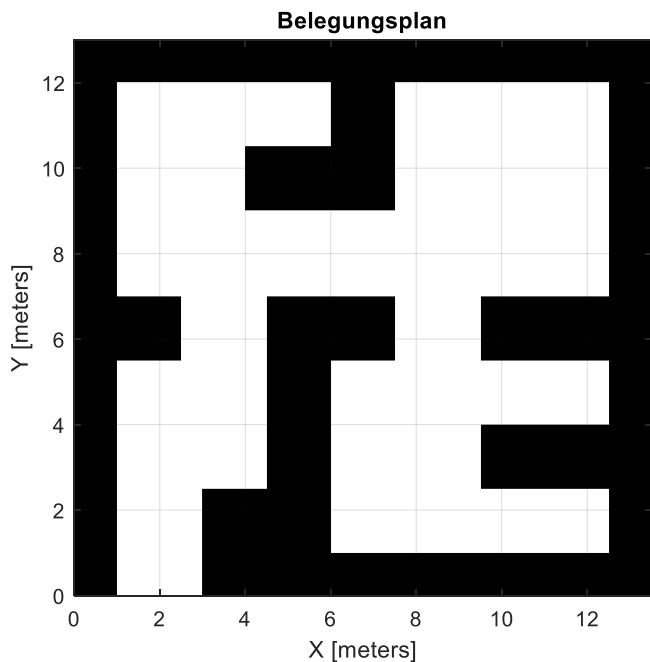
- FH
- ROBOTER
- SOFTWARE
- SIM #1 – PFAD
- SIM #2 – LIDAR
- SIM #3 – NAVI
- SIM #4 – SLAM

#3 – Navigation



Start = [2, 1] Ziel = [12, 10]

fhwn.ac.at/bro



- FH
- ROBOTER
- SOFTWARE
- SIM #1 – PFAD
- SIM #2 – LIDAR
- **SIM #3 – NAVI**
- SIM #4 – SLAM

• #4 - SLAM





```
% =====  
% Workshop Mobile Robotik  
% Simulation - SLAM  
% =====  
  
clc; clear all; close all;           % löschen  
disp('SLAM')                         % Ausgabe  
  
%% Lidar-Scans  
load('offlineSlamData.mat');         % Lidar-Daten laden  
slamAlg = lidarSLAM;                 % LidarSLAM definieren  
slamAlg.LoopClosureThreshold = 210;  % SLAM-Parameter festlegen  
slamAlg.LoopClosureSearchRadius = 8; % SLAM-Parameter festlegen  
  
for i=10:length(scans)  
    addScan(slamAlg, scans{i});      % Scans einlesen  
end  
  
figure(1); show(slamAlg);             % Scans darstellen  
title('Laser-Scans mit Roboter-Pfad');  
  
%% SLAM  
[scans, poses]=scansAndPoses(slamAlg); % Scans & Posen berechnen  
  
map = buildMap(scans, poses, 20, 8);  % SLAM-Karte erstellen  
  
figure(2); show(map); hold on;        % SLAM-Karte darstellen  
show(slamAlg.PoseGraph, 'IDs', 'off');  
grid on; hold off;  
title('Belegungsplan mit Lidar SLAM');
```

- FH
- ROBOTER
- SOFTWARE
- SIM #1 – PFAD
- SIM #2 – LIDAR
- SIM #3 – NAVI
- SIM #4 – SLAM

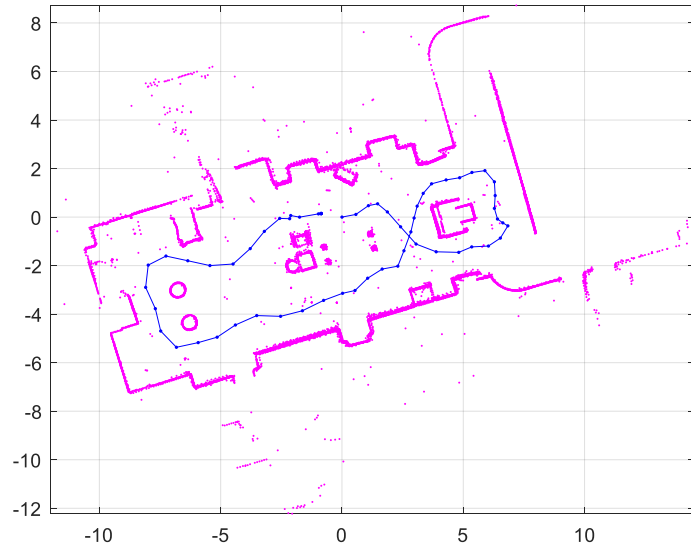
#4 – SLAM

Simultaneous Localization and Mapping

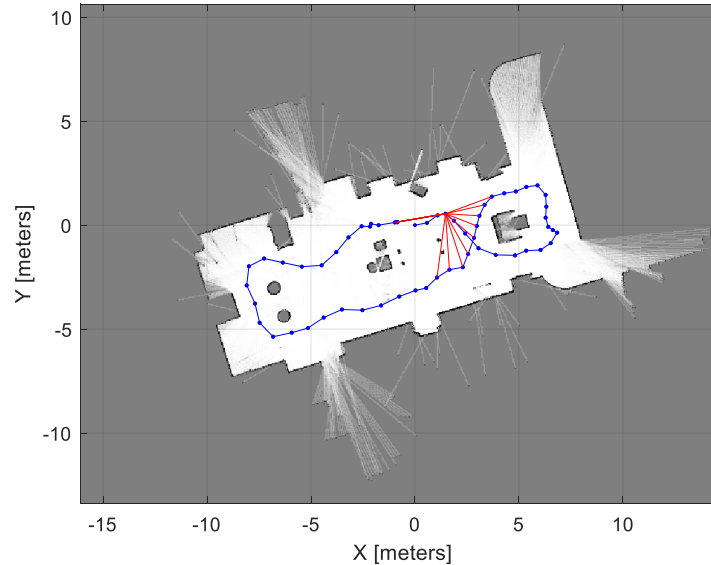
fhwn.ac.at/bro



Laser-Scans mit Roboter-Pfad



Belegungsplan mit Lidar SLAM



- FH
- ROBOTER
- SOFTWARE
- SIM #1 – PFAD
- SIM #2 – LIDAR
- SIM #3 – NAVI
- **SIM #4 – SLAM**

WORKSHOP MOBILE ROBOTIK

Inhalt

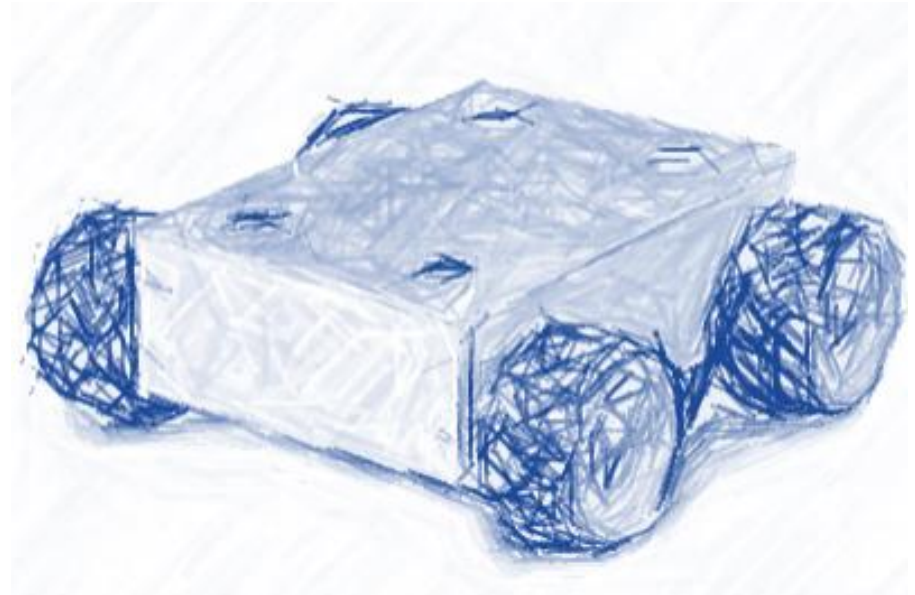
- Fachhochschule
- Mobile Roboter
- Software
- Sim #1 – Pfadplanung
- Sim #2 – Lidar Scan
- Sim #3 – Navigation
- Sim #4 – SLAM

Simulation mit <30 Zeilen Code

fhwn.ac.at/bro



**FACHHOCHSCHULE
WIENER NEUSTADT**
Austrian Network for Higher Education





**FACHHOCHSCHULE
WIENER NEUSTADT**
Austrian Network for Higher Education



→ **WORKSHOP MOBILE ROBOTIK**

→ **TECHNIK MACHT KÜNSTLICH INTELLIGENT**

DI Dr. Alexander Nemecek
Leitung Studiengang Robotik



fhwn.ac.at/bro-robotikfhwn

