



**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](https://fhwn.ac.at/bro-robotikfhwn)



# WORKSHOP MOBILE ROBOTIK

## Inhalt

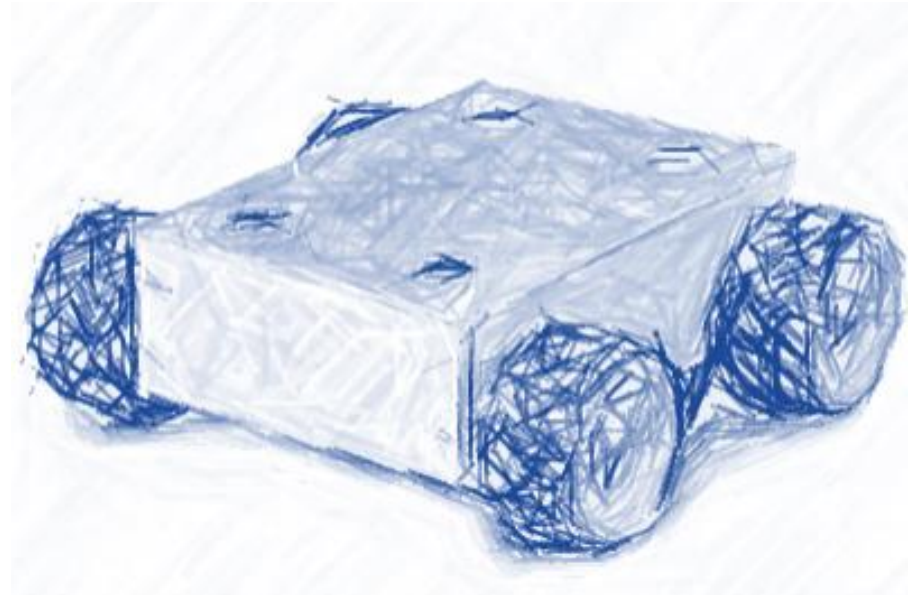
- Fachhochschule
- Mobile Roboter
- Software
- Sim #1 – Pfadplanung
- Sim #2 – Lidar Scan
- Sim #3 – Navigation
- Sim #4 – SLAM

Simulation mit <30 Zeilen Code

[fhwn.ac.at/bro](https://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](https://fhwn.ac.at)

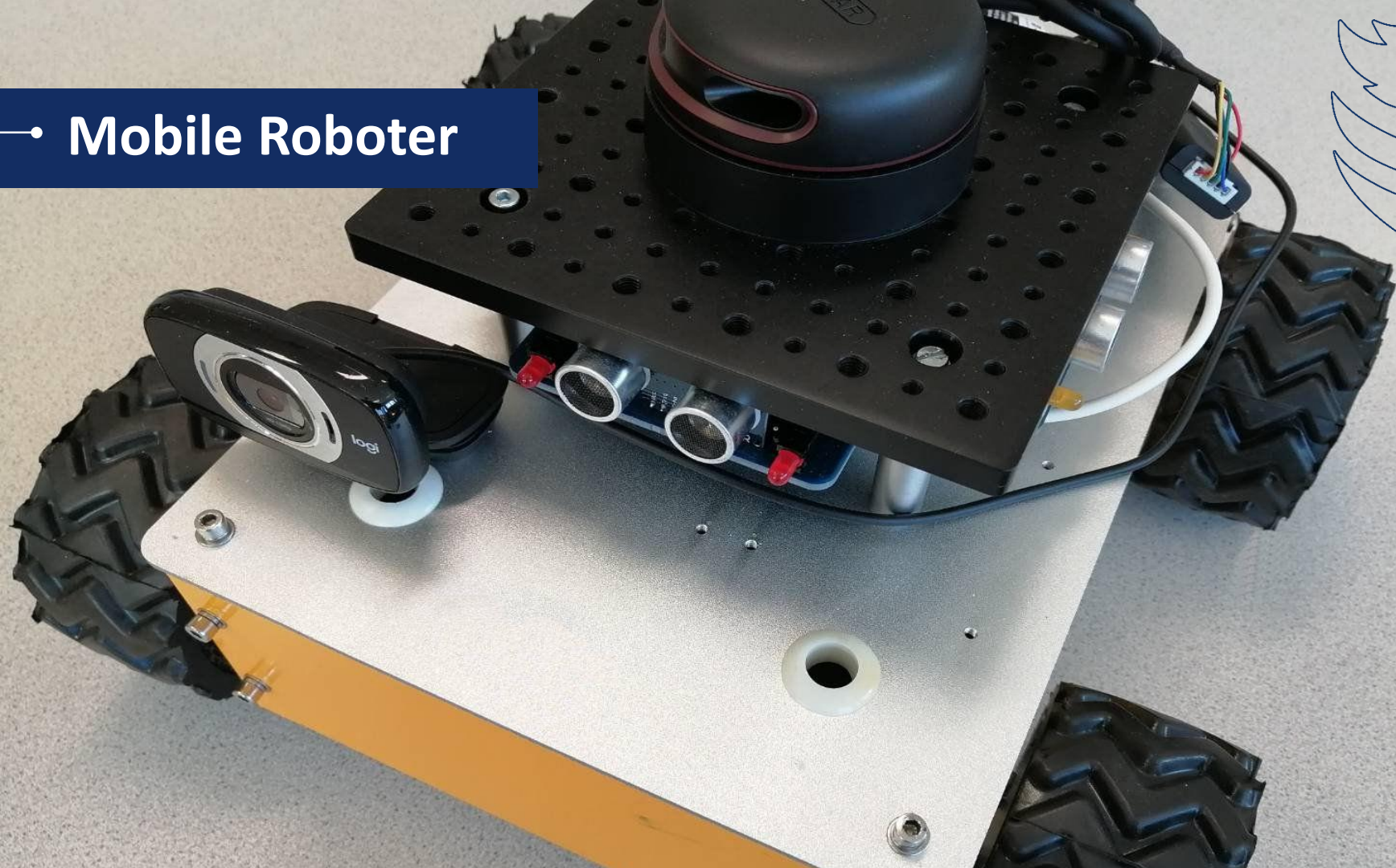


- 15.000+ Absolventen
- 4.000+ Studierende
- 1.330+ Referenten
- 100 Partnerhochschulen
- 80+ Nationen
- 4 Standorte
- 5 Fakultäten
- 37 Studiengänge
- Fachbereiche und Institute
- Bibliothek
- Forschungstochter FOTEC
- International Office
- FH Activities
- FH Start-Up Center
- Mensa, Wohnheim, ...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

**Next** – Mobile Roboter

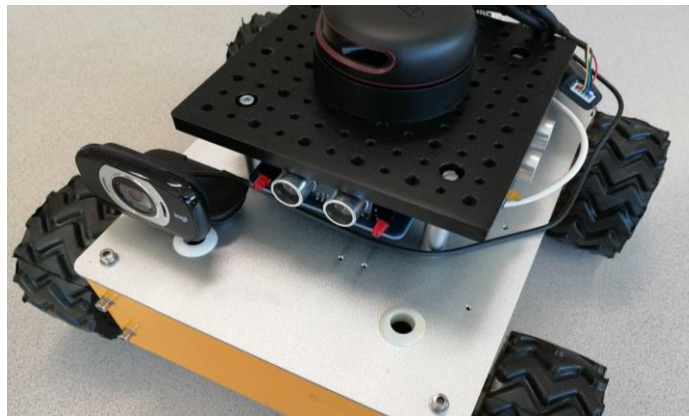


# • Mobile Roboter



### 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®

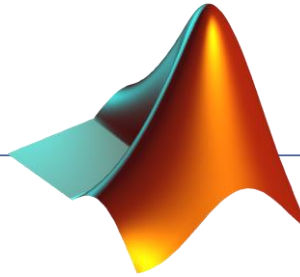
Software    MATLAB    MATrix LABratory

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.

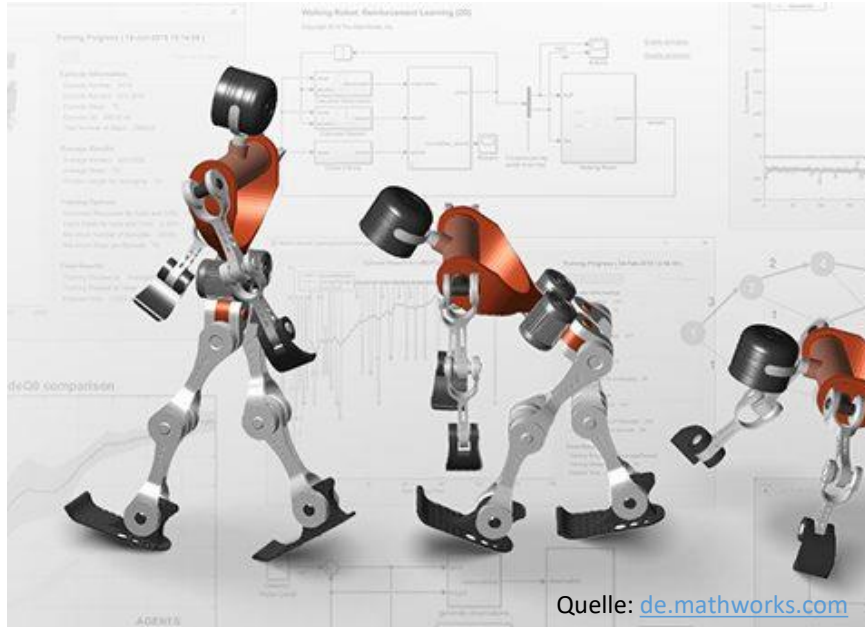


Workshop Mobile Robotik

[de.mathworks.com](https://de.mathworks.com)



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



Quelle: [de.mathworks.com](https://de.mathworks.com)

• FH

• ROBOTER

• **SOFTWARE**

• SIM #1 – PFAD

• SIM #2 – LIDAR

• SIM #3 – NAVI

• SIM #4 – SLAM





### Erste Schritte

- neuen Ordner „Workshop“ @ C:\Temp\ erstellen
- SW MATLAB starten
- aktuellen Ordner als Pfad C:\Temp\Workshop in MATLAB angeben
- Browser (Chrome, Firefox,...) mit folgender URL öffnen

[github.com/FHWN-Robotik/BRO\\_WS\\_MobRob](https://github.com/FHWN-Robotik/BRO_WS_MobRob)

- Files herunterladen, im aktuellen Ordner „Workshop“entpacken
- Los geht's in MATLAB ...

Windows Explorer

Windows-Taste

STG-C,

Browser

Windows Explorer

MATLAB

# • #1 – Pfadplanung

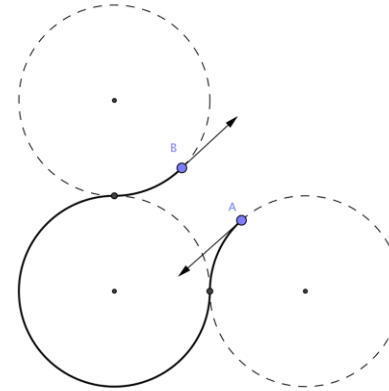
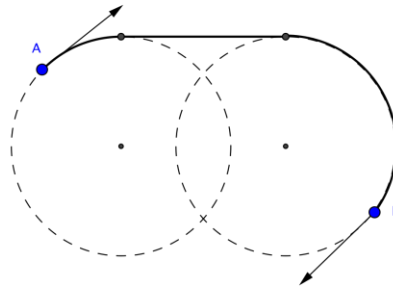
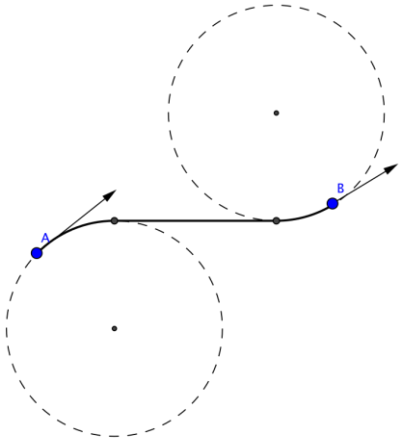


# #1 – Pfadplanung



## 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')  
title('Pfadplanung')
```

```
% Pfad darstellen
```

• FH

• ROBOTER

• SOFTWARE

• **SIM #1 – Pfad**

• SIM #2 – LIDAR

• SIM #3 – NAVI

• SIM #4 – SLAM

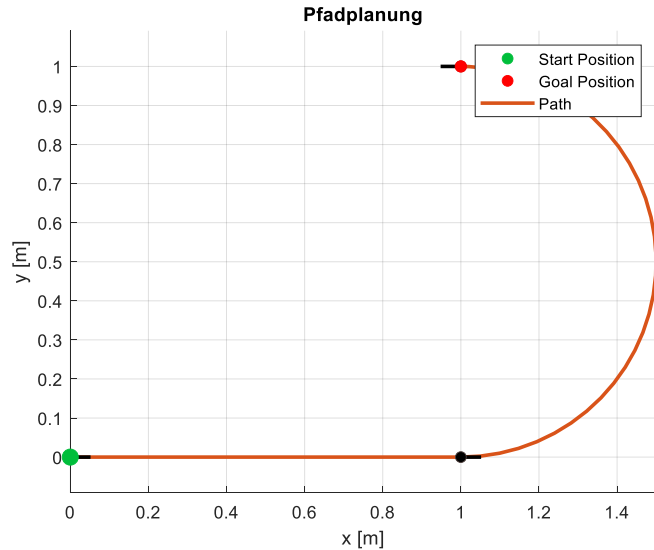


# #1 – Pfadplanung

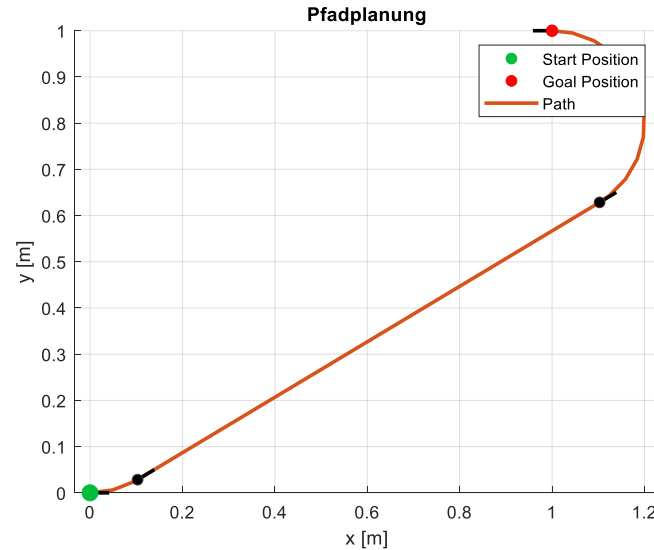
Start =  $[0, 0, 0^\circ]$

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

[fhwn.ac.at/bro](https://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

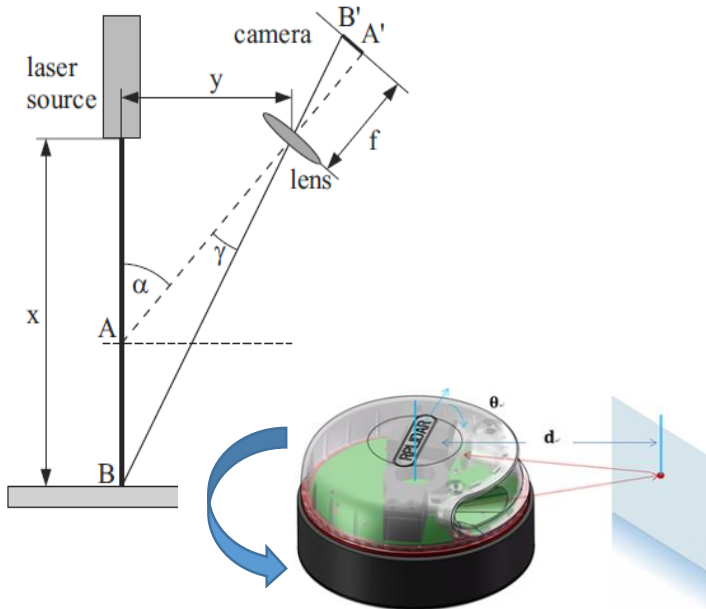
## • #2 – Lidar Scan



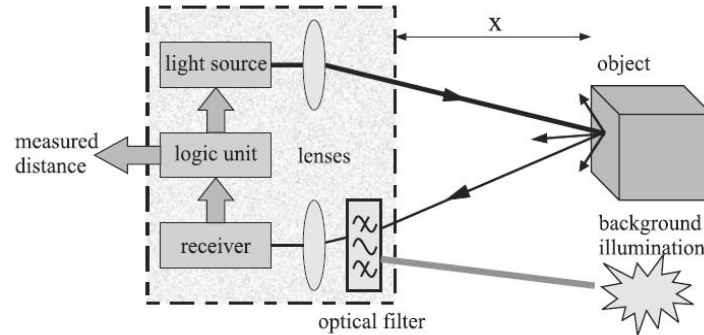
## #2 – Lidar Scan

### Light Detection And Ranging – Lidar

#### Triangulation



#### Time Of Flight – TOF



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

- 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')  
load('DatenWSMobi.mat');  
  
%% === Bild ===  
figure(1); imshow(image1)  
    title('Bild Grayscale')  
  
%% === Belegungsplan ===  
bw = 1-imbinarize(image1);  
map1 = binaryOccupancyMap(bw,20);  
figure(2); show(map1)  
    grid on  
    title('Belegungsplan')  
  
%% === Lidar-Scan ===  
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')  
  
% löschen  
% Ausgabe  
% Daten laden  
  
% Bild darstellen  
  
% Binär-Bild  
% Belegungsplan erstellen  
% Belegungsplan darstellen  
  
% 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

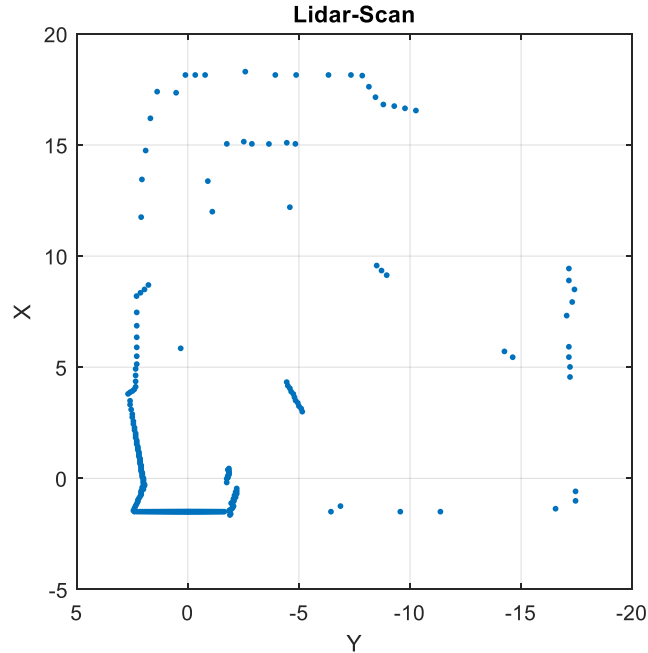
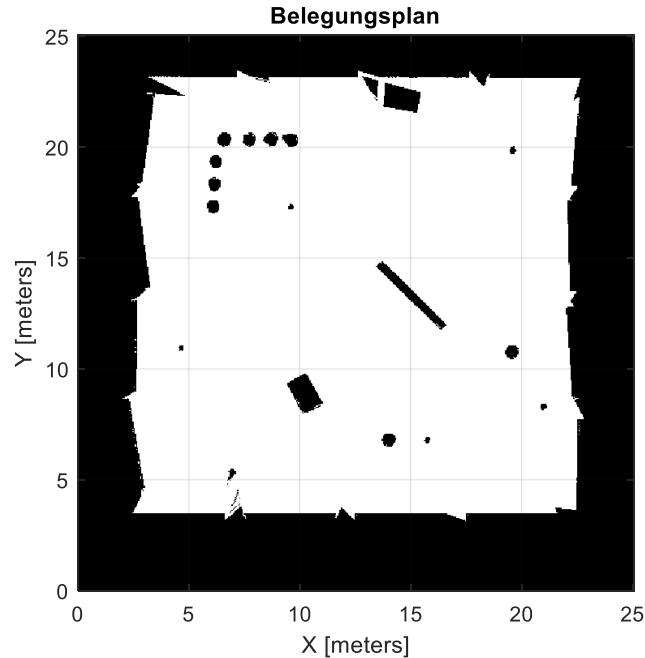


## #2 – Lidar Scan



### Belegungsplan

[fhwn.ac.at/bro](https://fhwn.ac.at/bro)



- FH
- ROBOTER
- 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;           % löschen
disp('Navigation')                   % Ausgabe
load('DatenWSMobi.mat');              % Daten laden
```

```
%% === Belegungsplan ===
map2 = binaryOccupancyMap(simpleMap,2); % Karte binär
robotRadius = 0.5;                      % Roboter Größe
inflate(map,robotRadius);               % Karte aufblasen
figure(1); show(map2); grid on;         % Karte darstellen
title('Belegungsplan');
```

```
%% === Logische Karte ===              Probabilistic Roadmap
prm = mobileRobotPRM;                  % PRM definieren
prm.Map = map2;                        % Karte laden
prm.NumNodes = 100;                   % #Knoten festlegen
prm.ConnectionDistance = 4;            % max. Entfernung
figure(2); show(prm); grid on          % PRM darstellen
title('Logische Karte')
```

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



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

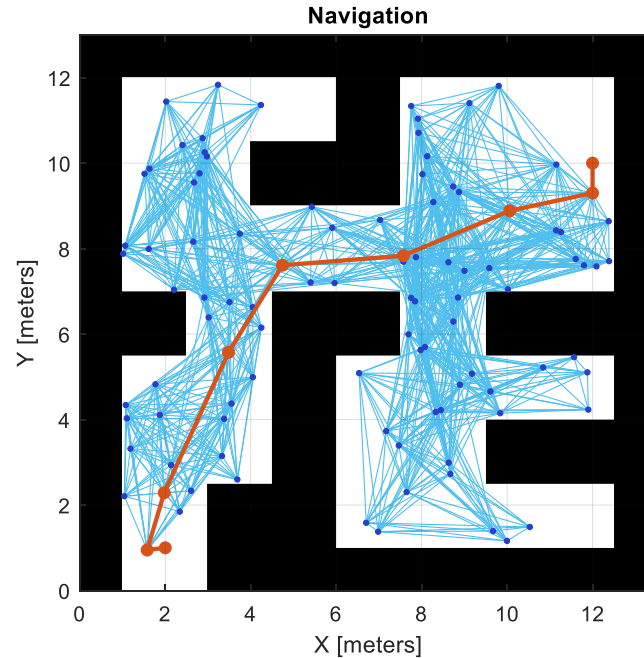
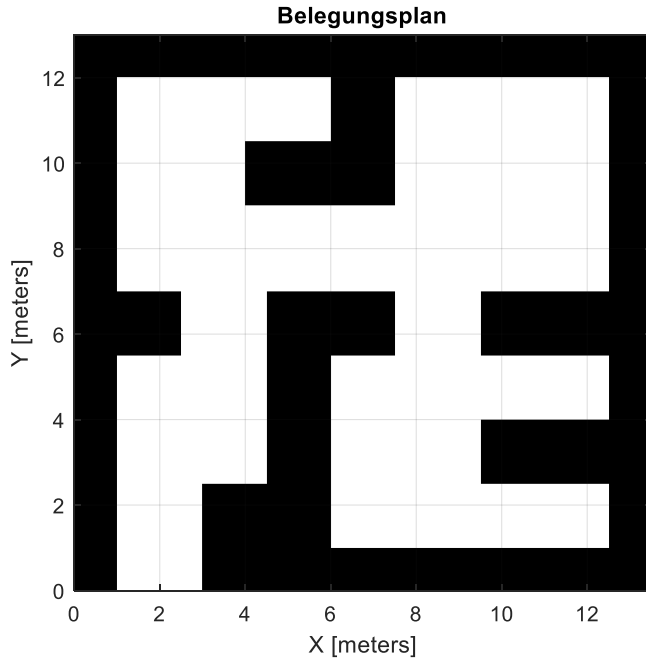
- FH
- ROBOTER
- SOFTWARE
- SIM #1 – PFAD
- SIM #2 – LIDAR
- SIM #3 – NAVI
- SIM #4 – SLAM

# #3 – Navigation



Start = [2, 1]    Ziel = [12, 10]

[fhwn.ac.at/bro](https://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  
load('DatenWSMobi.mat');             % Daten laden  
  
%% === Lidar-Scans ===  
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

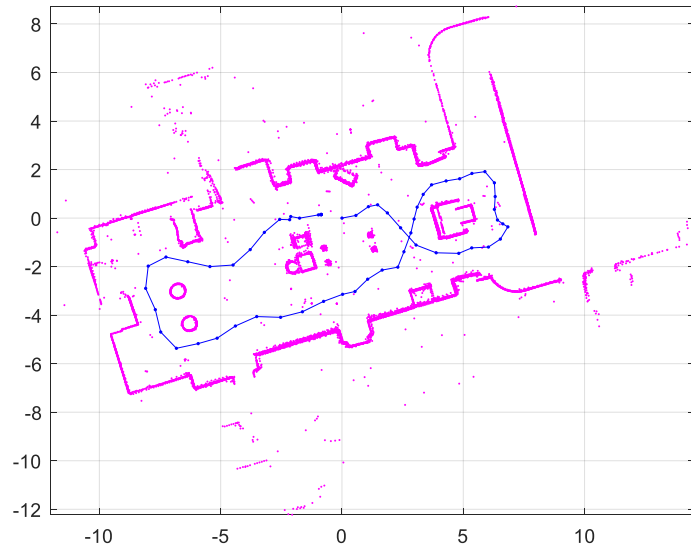


## Simultaneous Localization and Mapping

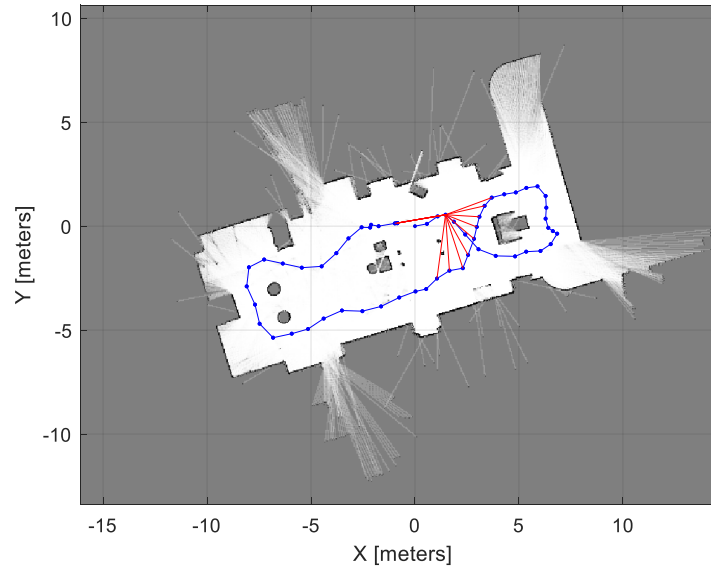
[fhwn.ac.at/bro](https://fhwn.ac.at/bro)



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

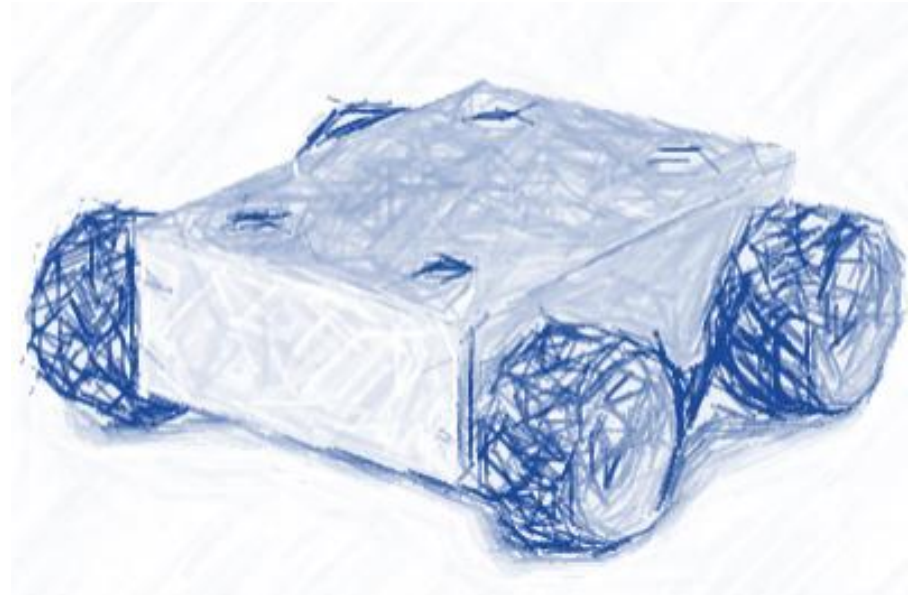
- Fachhochschule
- Mobile Roboter
- Software
- Sim #1 – Pfadplanung
- Sim #2 – Lidar Scan
- Sim #3 – Navigation
- Sim #4 – SLAM

Simulation mit <30 Zeilen Code

[fhwn.ac.at/bro](https://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](https://fhwn.ac.at/bro-robotikfhwn)

