

Neuartige Orientierungshilfe zur autonomen Steuerung eines mobilen Roboters

Entwicklung eines kamerabasierten globalen indoor Lokalisierungssystems

Einleitung

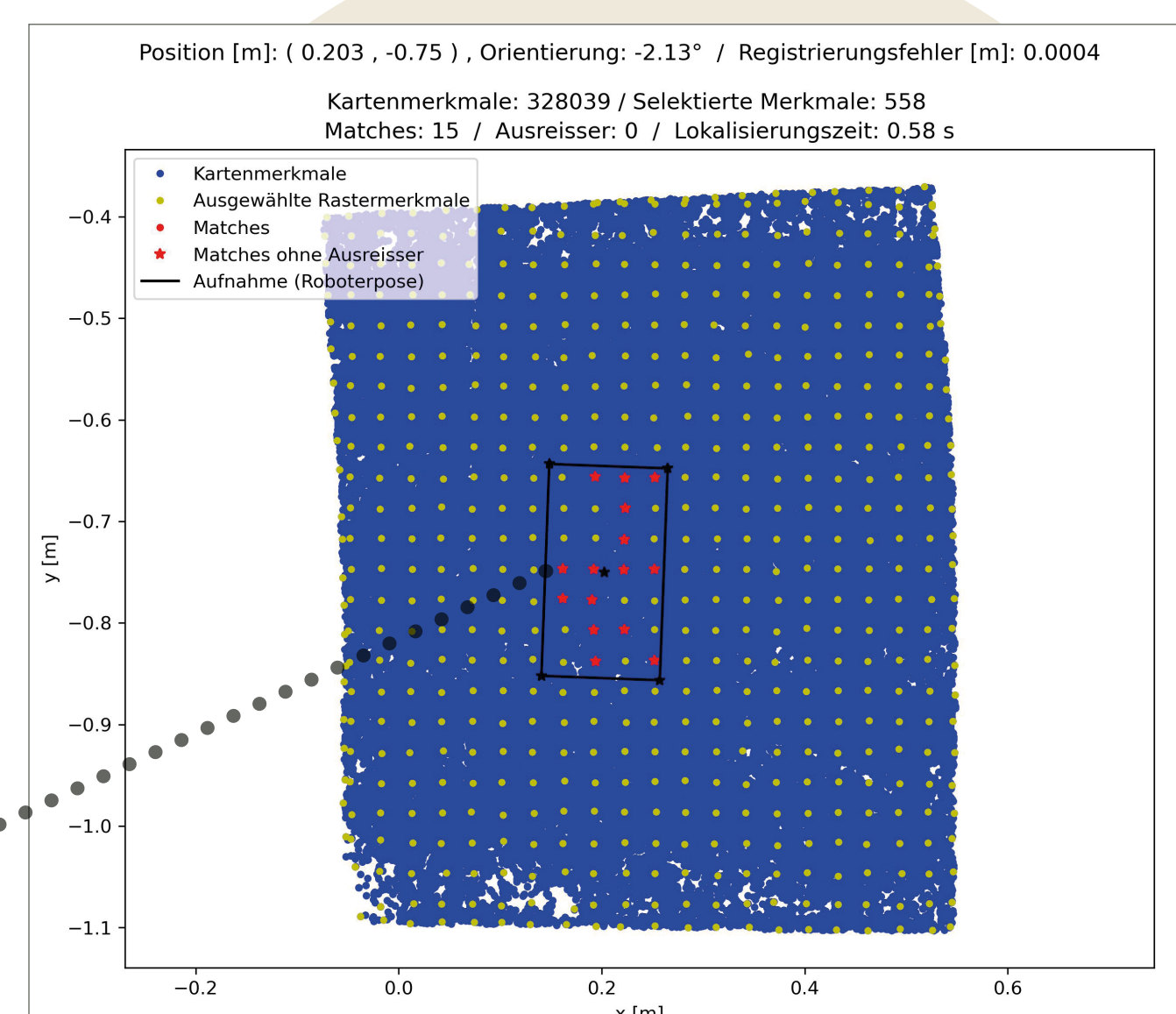
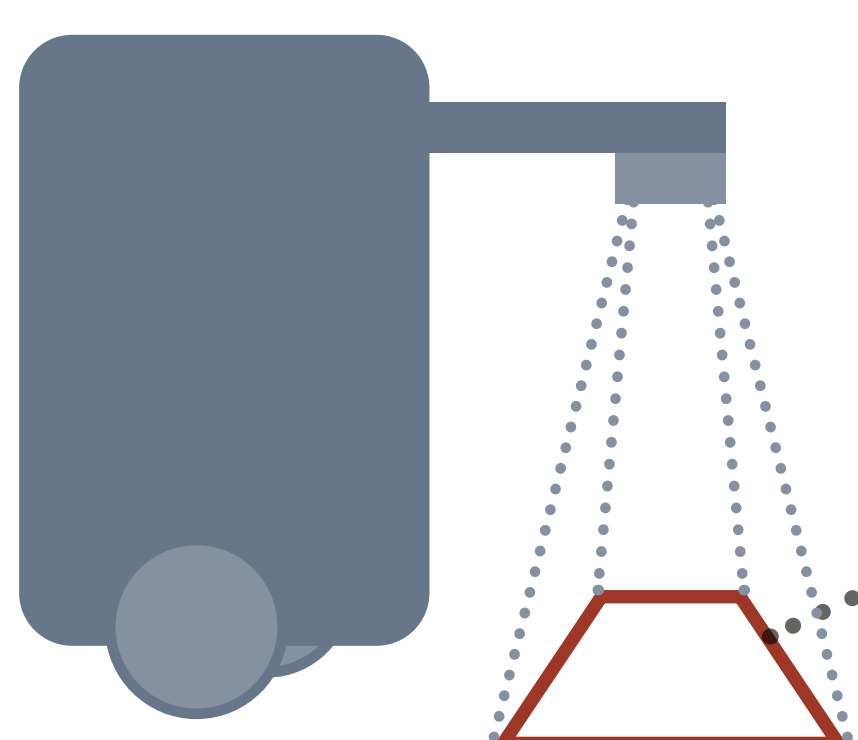
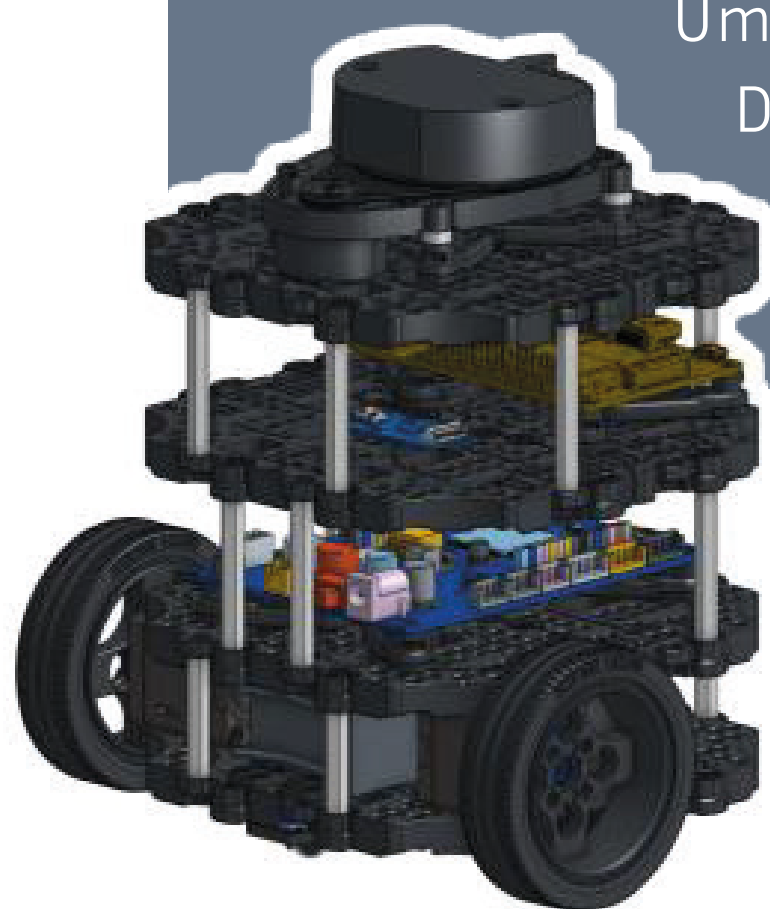
Damit mobile Roboter autonom navigieren können, müssen sie sich in ihrer Umgebung orientieren. In diesem Projekt wurde ein globales kamerabasiertes indoor Lokalisierungssystem für mobile Roboter entwickelt und auf einem Roboter implementiert. Der Roboter verwendet eine Kamera, um eine detaillierte Karte des Bodens zu erstellen, anhand der er anschliessend seine Position und Orientierung präzise bestimmen kann. Das Ziel des Projekts war ein Proof of Concept dieses neuartigen Ansatzes.

Ausgangslage

Viele Böden weisen unregelmässige Texturen auf, oder enthalten kleine Makel. Dadurch ist jede Stelle des Bodens bei genauer Betrachtung einzigartig und enthält Merkmale, mit denen die Stelle wie ein Fingerabdruck identifiziert werden kann. Diese Informationen soll der Roboter nutzen, um seine Position und Orientierung an einer beliebigen Stelle am Boden bestimmen zu können.

Integration

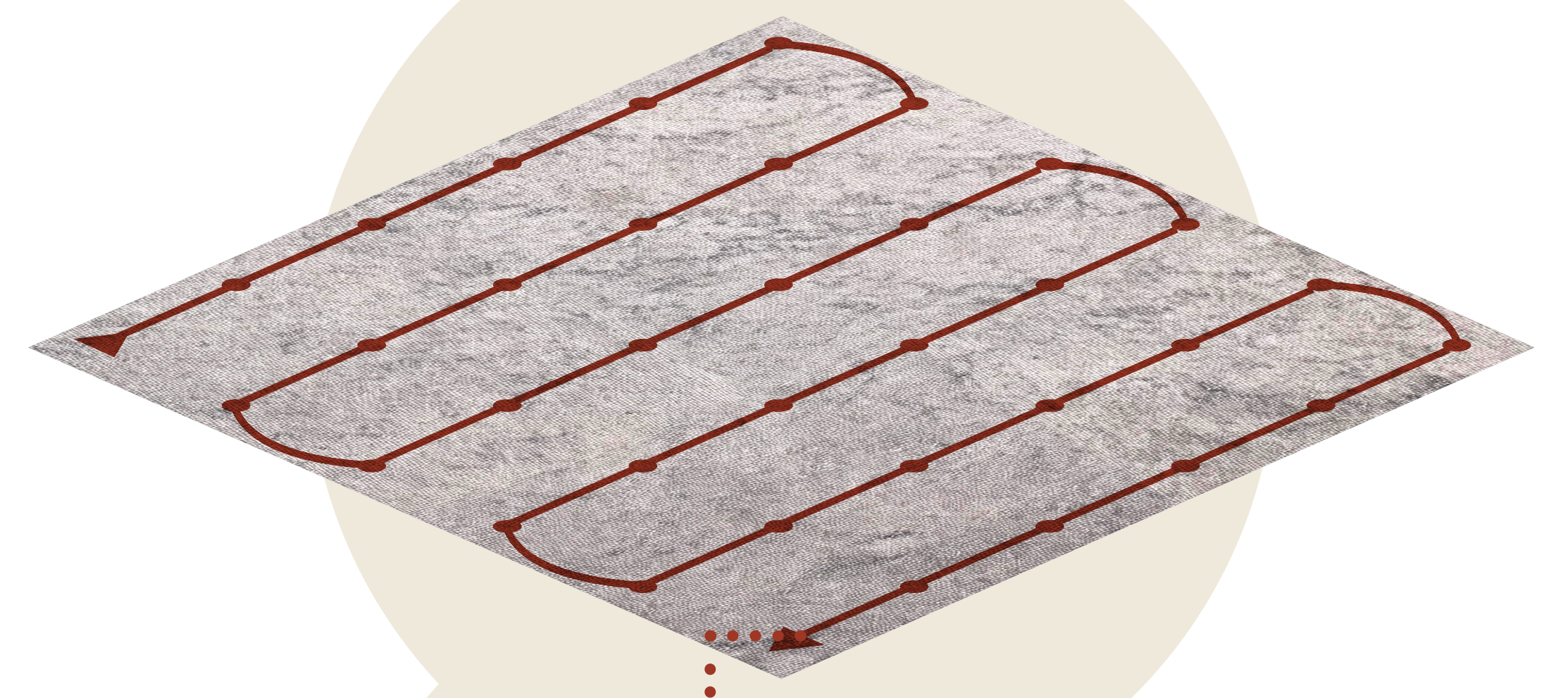
Als Testsystem wird der Turtlebot3 Burger verwendet, ein mobiler Roboter von Robotis. Die Software wird mit dem Robot Operating System (ROS) entwickelt, einem Entwicklungsframework für die Roboterprogrammierung. Mit einer Raspberry Pi Kamera, kann der Roboter seine Umgebung wahrnehmen. Die Datenverarbeitung wird auf einen PC ausgelagert.



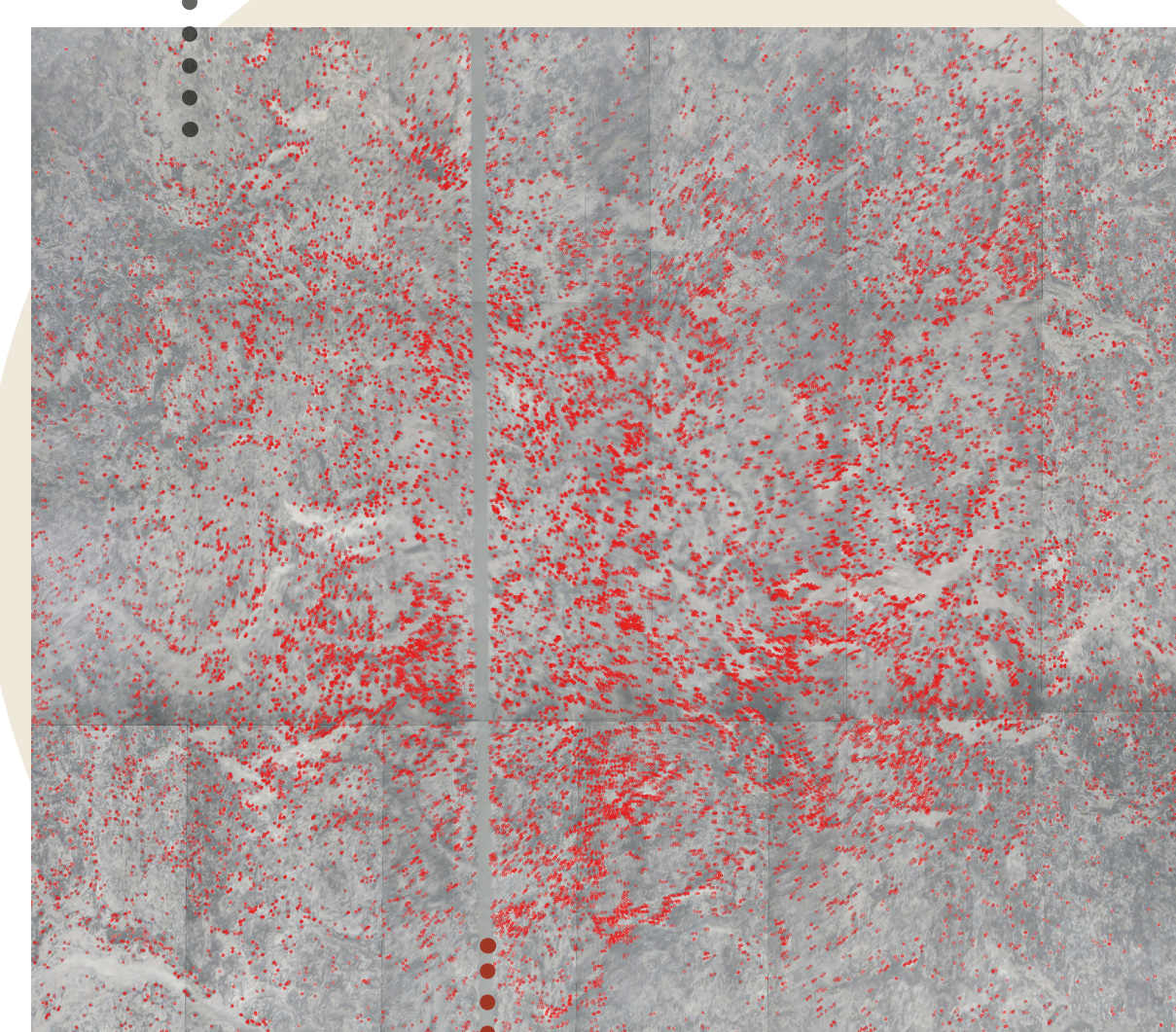
GOOD TO KNOW

Lokale Bildmerkmale

Lokale Bildmerkmale sind markante Stellen im Bild, die sich gut zur Wiedererkennung eignen. Die Merkmale werden mit ausgeklügelten Detektionsalgorithmen gefunden und mathematisch in einer Form beschrieben, die das Vergleichen und Wiedererkennen der Merkmale ermöglicht.

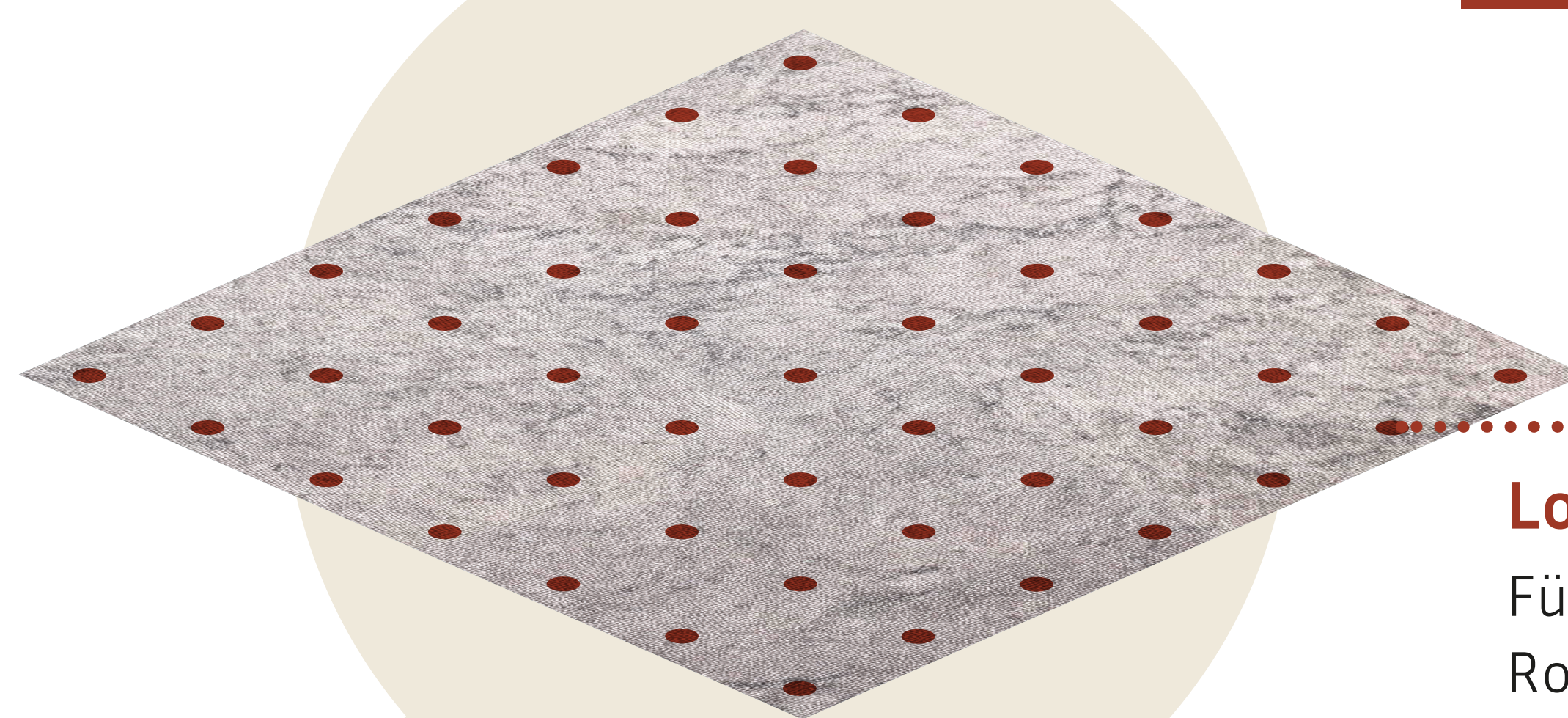


Zusammengefügte Bilder mit eingezeichneten Merkmalen.



Kartenrepräsentation

Der Roboter benötigt für die Orientierung nur die gespeicherten Merkmale und ihre Position in der Karte.



Kartenerstellung

Für das Erstellen einer Karte des Bodens, fährt der Roboter einem vorgegebenen Pfad entlang und macht in regelmässigen Abständen sich überlappende Bilder vom Boden. Der Roboter korrigiert seine Ausrichtung anhand den zuvor gemachten Bildern. In den Bildern werden lokale Bildmerkmale gesucht und gespeichert. Anhand übereinstimmender Merkmale, in überlappenden Bereichen, werden die Bilder zur Karte zusammengefügt.

Optimierung

Die Kartengenauigkeit wird verbessert, indem die Positionen der Bilder in der Karte angepasst werden, bis die Abweichungen zwischen überlappenden Bildern möglichst gering ist.

Lokalisierung

Für die Lokalisierung macht der Roboter ein neues Bild vom Boden und sucht darin Merkmale, die mit den gespeicherten Kartenmerkmalen übereinstimmen. Aus den Kartenmerkmalen werden mithilfe eines regelmässigen Punktrasters, Merkmale herausgepickt und zugunsten der Effizienz nur diese verglichen.

Roboterpose bestimmen

Das neue Bild wird anhand übereinstimmender Merkmale auf der Karte ausgerichtet und so die Position und Orientierung des Roboters bestimmt.

Bereits 3 bis 5 korrespondierende Merkmale reichen aus, um die Roboterpose in der Karte auf den Millimeter genau zu bestimmen.

Merkmalshierarchie

Die Lokalisierung wird in mehreren Stufen, mit stetig steigender Merkmalsdichte durchgeführt, bis genug Übereinstimmungen gefunden wurden.