

Infrastruktur zur Lokalisierung in komplexen Umgebungen

Architektur des drahtlosen selbstlokalisierenden Sensornetzes

Sogenannte Referenzknoten mit bekannter fester Position werden als Referenzpunkte für selbstlokalisierende mobile Sensorknoten benutzt. Dabei wird im Projekt SOOP **Ultra Wideband Radio (UWB)** als Funktechnologie für Distanzmessungen und robuste Kommunikation eingesetzt. Die Zielapplikation ist die Echtzeit-Nachverfolgung von Personen und Ladungsgütern in komplexen Industrieumgebungen.

Als Lokalisierungsverfahren wird **3D-Multilateration** eingesetzt. Dabei wird die Position eines mobilen Sensorknoten aus mindestens vier Distanzmessungen zu unterschiedlichen Referenzpunkten berechnet. Die Position ergibt sich aus dem Schnittpunkt der Distanzkugeloberflächen.

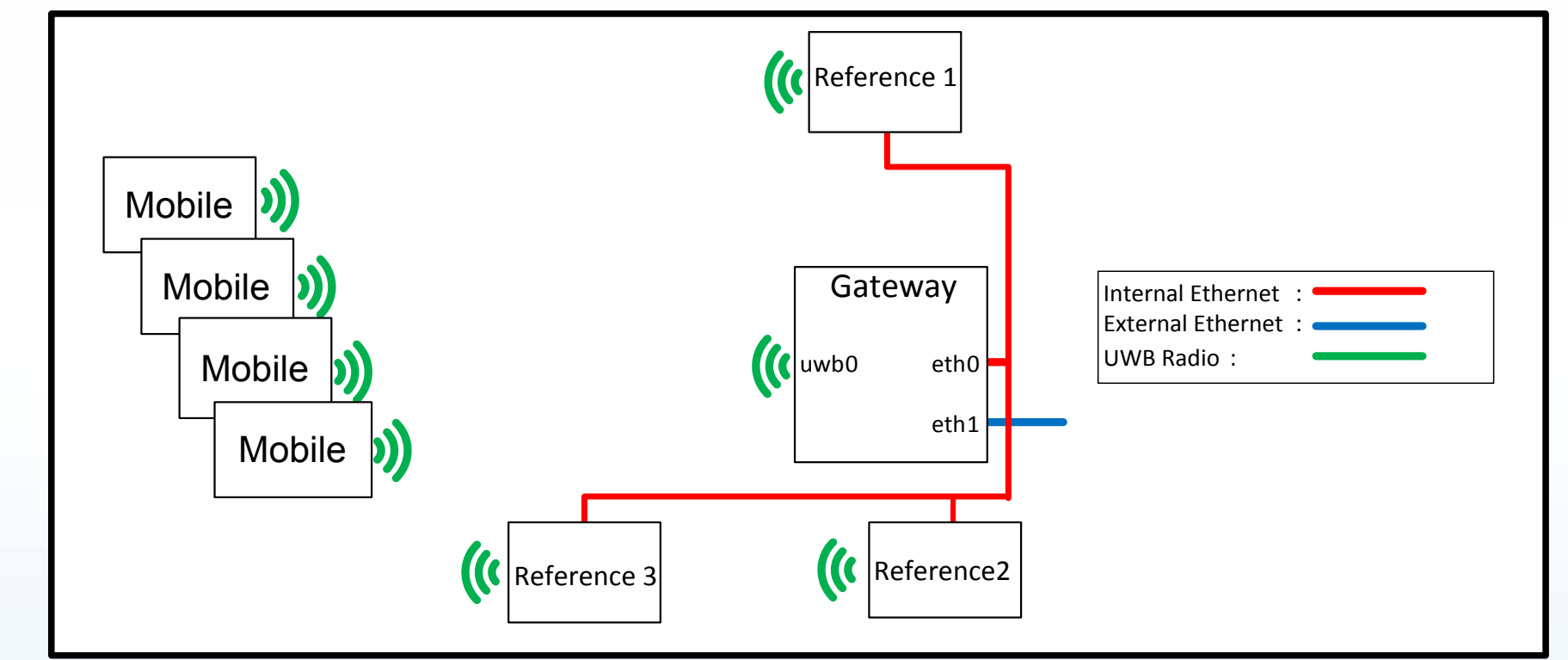


Abb. 1: Topologie des drahtlosen Sensornetzes

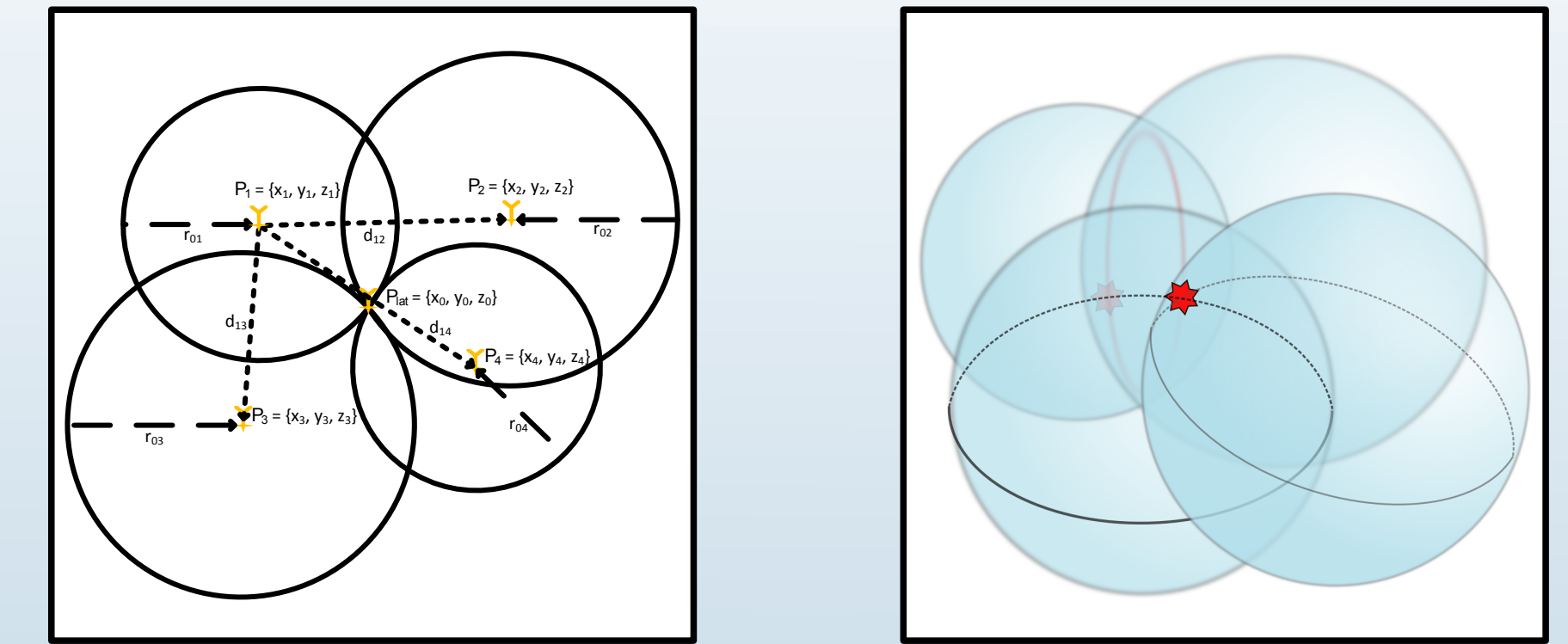


Abb. 2: Multilateration: Gesucht ist der Schnittpunkt von vier Distanzkugeloberflächen

Optimale Referenzpunktauswahl mit evolutionärem Algorithmus

Begrenzende Faktoren der Lokalisierungsgenauigkeit

- 1. Messrauschen** der UWB-Distanzmessung legt untere Genauigkeitsgrenze fest
- 2. Dilution of precision (DOP)**, die Verringerung der Genauigkeit durch ungünstige Referenzknotengeometrie
- 3. Hindernisse** in der Sichtlinie (Non-Line-of-Sight, NLOS) erzeugen große systematische Fehler

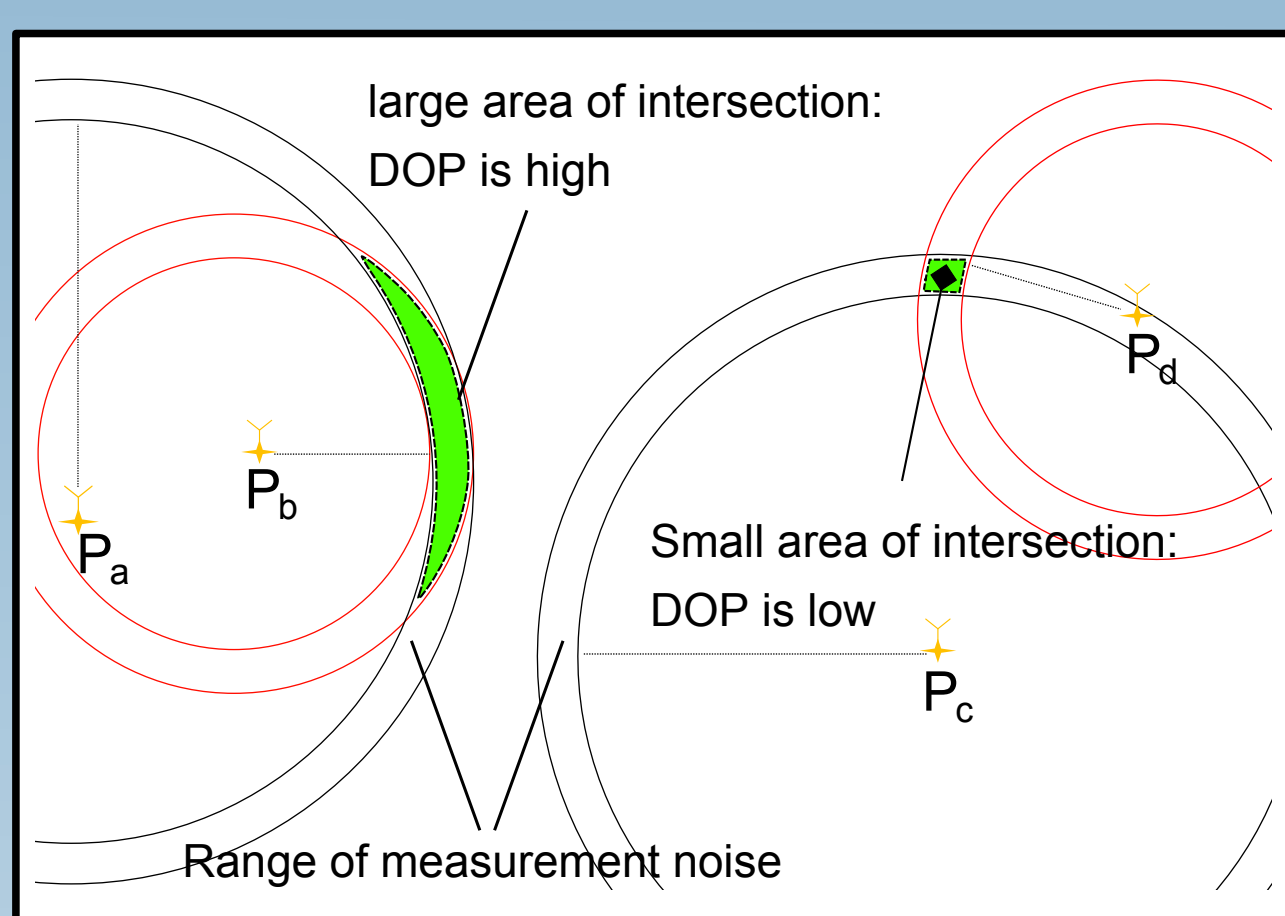


Abb. 3: Illustration der Entstehung von Dilution of Precision (DOP)

Eine gute Referenzknotengeometrie vermeidet Fehler durch NLOS-Messungen und reduziert die DOP-bedingte Instabilität der Positionsbestimmung. Um solche Geometrien zu ermitteln werden **genetische Algorithmen** angewendet.

Jedes **Genom** in der Population kodiert je eine Anordnung von Referenzknoten im dreidimensionalen Raum. Die **Fitness** eines jeden Genoms der Population wird berechnet. Gewichtet nach der Fitness werden 'Eltern'-Genome für die nächste Generation **zufällig ausgewählt** und zu neuen 'Kind'-Genomen **rekombiniert**. Mit der neuen Generation wird der Zyklus fortgesetzt, bis die **Abbruchbedingung** erreicht ist.

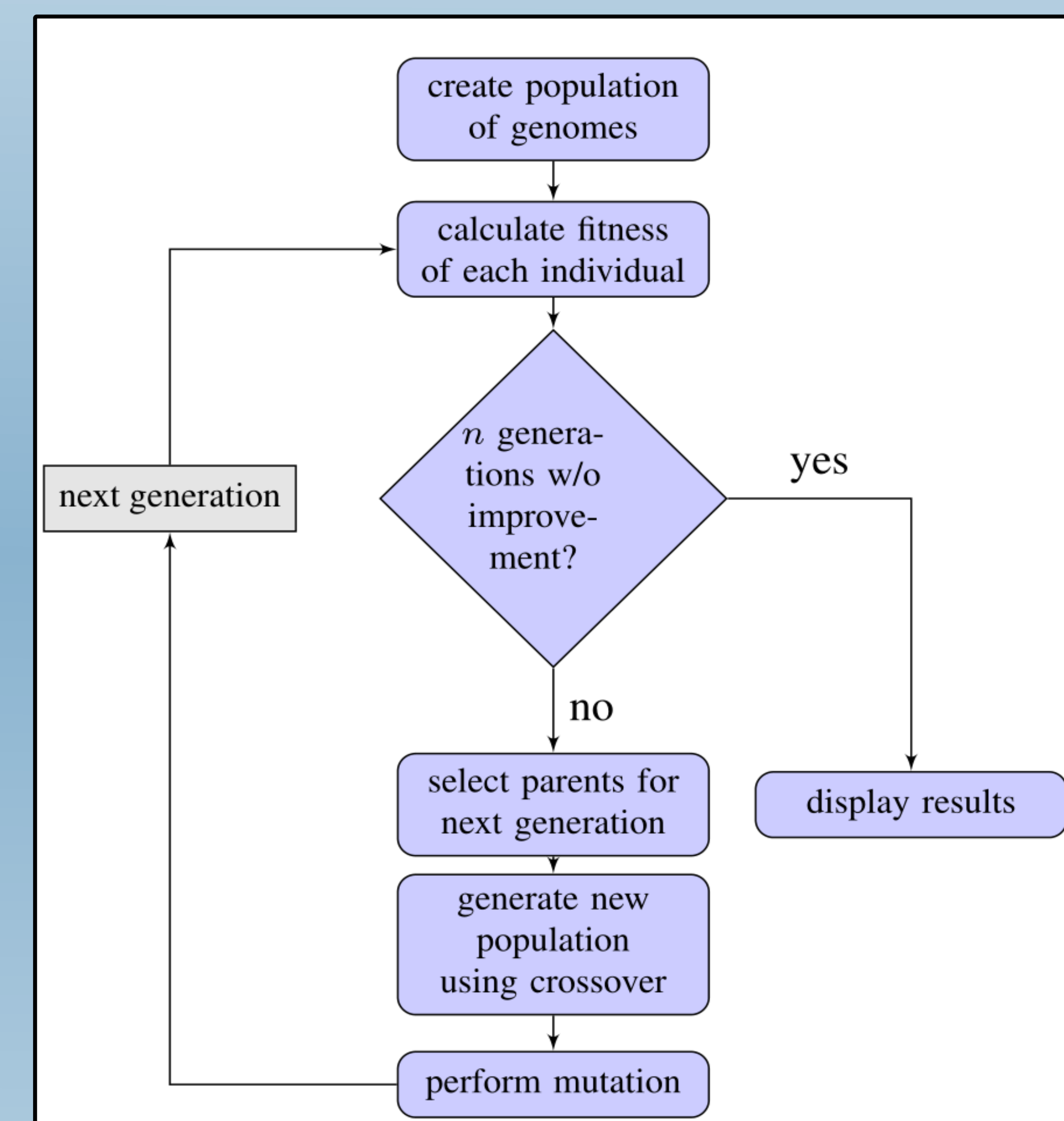


Abb. 4: Prinzipieller Ablauf eines genetischen Optimierungsalgorithmus

Ergebnisse der genetischen Optimierung mit unserem Verfahren

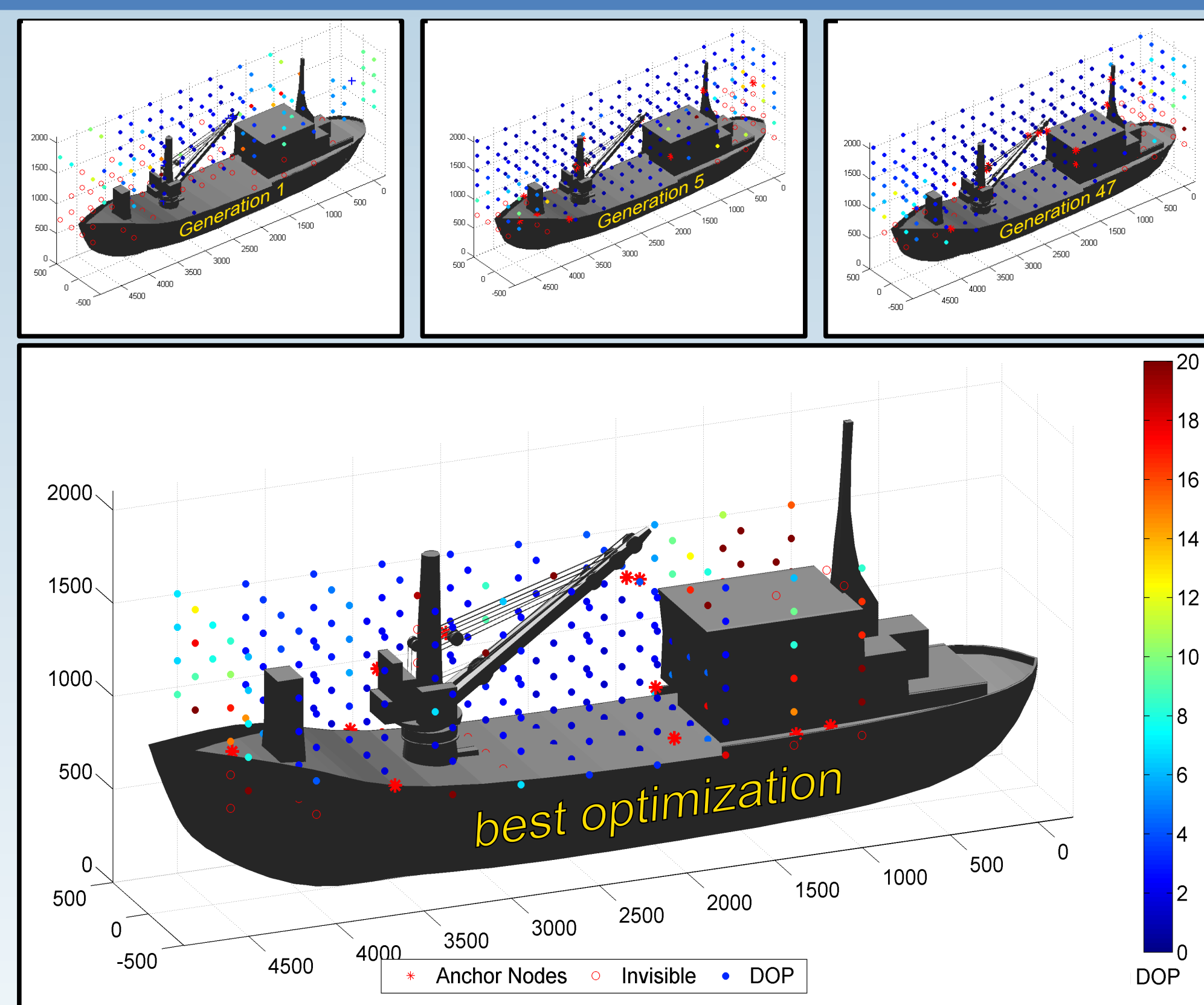


Abb. 5: Optimierung für Arbeitsdecks auf Tonnenleger Bruno Illing des WSA Emden (48 m x 8 m x 15 m)
Optimierung des DOP auf 1 m Raster.
Rote Hohlkreise: keine direkte Sichtverbindung zu vier Ankerknoten an diesem Gitterpunkt

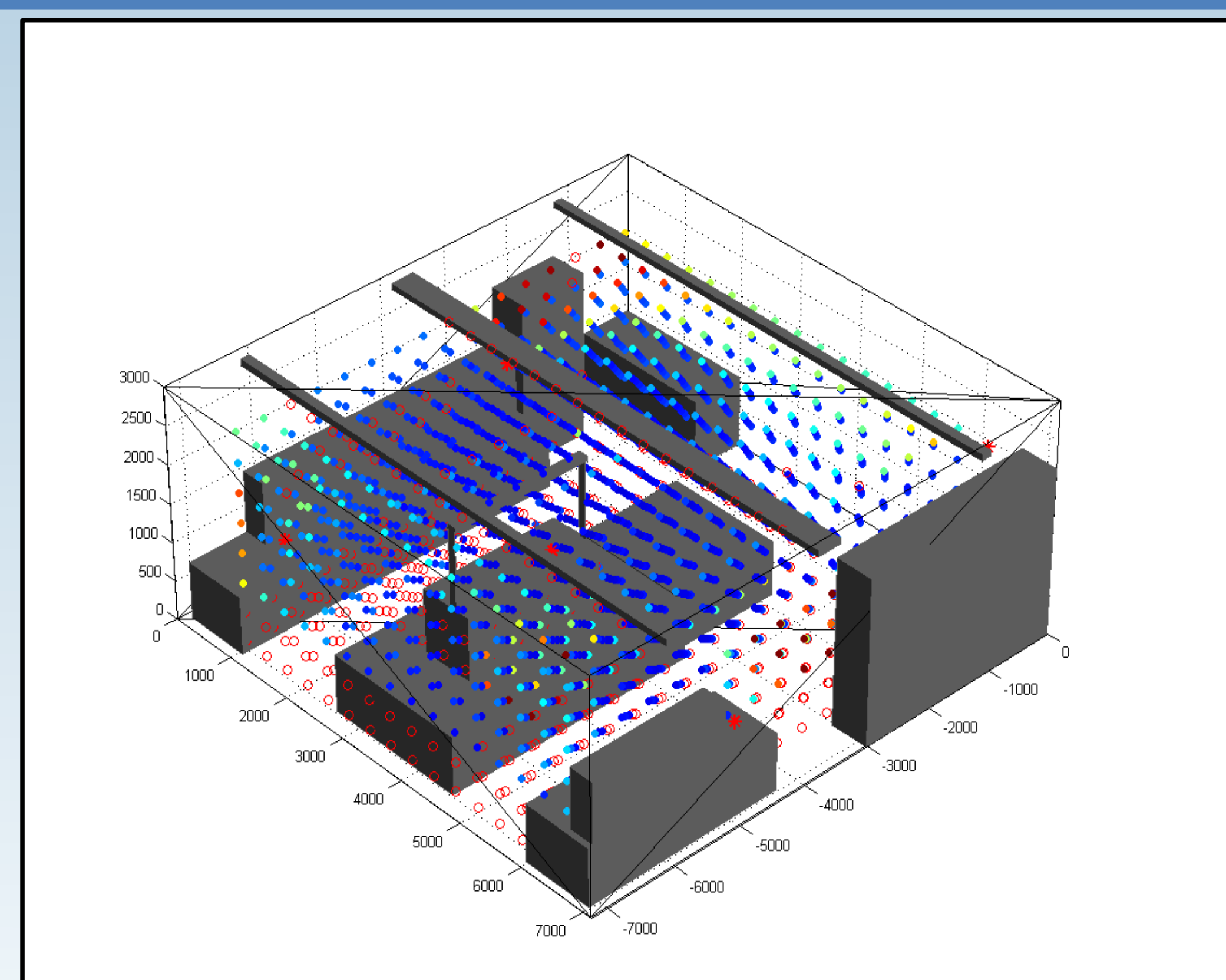


Abb. 6: Optimierung für Laborraum (6.5 m x 6.5 m x 3 m)
Optimierung des DOP auf einem 50 cm Raster. Blau: niedriges DOP, Rot: Hohes DOP, Rote Hohlkreise: keine direkte Sichtverbindung zu vier Ankerknoten an diesem Gitterpunkt

Als Optimierungsziele wurden Vermeidung von NLOS, Minimierung des DOP und Minimierung der Anzahl von Referenzknoten gewählt.

Die Ergebnisse zeigen, dass für beliebige dreidimensionale Umgebungen gute Referenzknotengeometrien erzeugt werden und damit die Vorabplanung vereinfacht wird.

Fachlicher Ansprechpartner:

Dipl. Inf. (FH) Tilman Leune

tilman.leune@hs-emden-leer.de

+49-4921-807-7022

Labor S105

